

BBSR-
Online-Publikation
09/2022

Effizienz durch Gebäudeleittechnik



von
Prof. Dr. Manfred Büchel

Effizienz durch Gebäudeleittechnik

Effizienzpotenziale von Management- und Bedieneinrichtungen in Gebäudeautomationssystemen

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.

Aktenzeichen: 10.08.18.7-17.10

Projektlaufzeit: 12.2017 bis 12.2019

Impressum

Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn

Fachbetreuer

Steffen Kisseler, Brüggemann Kisseler Ingenieure
im Auftrag des BBSR, Referat WB 3 „Forschung im Bauwesen“
zb@bbr.bund.de

Autor

Prof. Dr. Manfred Büchel (Projektleitung)

Stand

Dezember 2019

Bildnachweis

Titelbild: Fabrik mit Rohren: Alex Stemmers - stock.adobe.com und Hände mit Tablet: H_Ko - stock.adobe.com; angepasst durch ORCA
Affairs, Berlin
Grafiken Innenteil: Prof. Dr. Manfred Büchel

Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Zitierweise

Büchel, Manfred: Effizienz durch Gebäudeleittechnik: Effizienzpotenziale von Management- und Bedieneinrichtungen in Gebäudeautomationssystemen. BBSR-Online-Publikation 09/2022, Bonn, Mai 2022.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	6
Einleitung.....	8
1 Begriffe	10
1.1 Management- und Bedieneinrichtungen in Gebäudeautomationssystemen	10
1.1.1 Sichtweise als Hardwarekomponenten	10
1.1.2 Sichtweise als Funktionsträger.....	11
1.1.3 Zum Begriff „GLT“	14
1.2 Effizienz	15
1.2.1 Energieeffizienz	16
1.2.2 Definitionen von Energieeffizienz in der Literatur	18
1.2.3 Betriebseffizienz.....	19
2 Ergebnisse der Befragungen.....	21
2.1 Online-Fragebogen.....	21
2.1.1 F1 Basisinformationen.....	22
2.1.2 F2 Organisation der Managementebene	25
2.1.3 F3 Umgang mit aktuellen Informationen aus den Anlagen/Räumen	27
2.1.4 F4 Speicherung von Informationen.....	28
2.1.5 F5 Umgang mit den archivierten Informationen	30
2.1.6 F6 Effizienzeffekte jenseits des Energieeinsatzes	34
2.1.7 F7 Persönliche Einschätzungen der Befragten.....	34
2.1.8 F8 Fragen und Antworten zum personellen Umfeld der Mitarbeiter im Bereich GLT... ..	38
2.1.9 Schlaglichter aus den Einzelergebnissen.....	43
2.2 Ortsbesichtigungen/Interviews.....	45
2.2.1 Protokolle.....	45
2.2.2 Schlussfolgerungen aus den Interviews	71
3 Bestandsaufnahme von Funktionen des technischen Gebäudemanagements (TGM) mit Effizienzpotenzial.....	72
3.1 Inbetriebnahme, Abnahme, Leistungskontrolle	73
3.1.1 Monitoring: Eigenständig oder als Funktion des Gebäudeautomationssystems?.....	75
3.1.2 Zusammenfassung, Kostenaspekte.....	78
3.2 Betreiben: Überwachen	78
3.2.1 Sollwertüberwachung	80
3.2.2 Überwachen von Regelkreisen.....	81
3.2.3 Betriebsüberwachung	85
3.2.4 Kosten-/Nutzenaspekte des Überwachens	85
3.3 Betreiben: Optimieren	86
3.3.1 Zeitschaltprogramme	86
3.3.2 Optimierungsmöglichkeiten bei einer Luftbehandlungsanlage	88
3.3.3 Optimieren: Nutzen und Kosten	90
3.4 Betreiben: Instandhalten, Umgang mit Störungen	96
3.4.1 VDI/GEFMA 3810-5	96
3.4.2 DIN EN 15232	100
3.5 Dokumentieren	100
3.5.1 Bestandsdokumentation	100
3.5.2 Prüfdokumentation.....	102
3.6 Zwischenstand: Funktionen des technischen Gebäudemanagements.....	103

4	Energiemanagement	104
4.1	Speichern von Zählerständen, Nutzung anderer gespeicherter Informationen	104
4.2	Kosten von Verbrauchsmessungen	107
4.3	Beitrag einer Management- und Bedieneinrichtung zum Energiemanagementprozess.....	108
4.4	Ein PDCA-Prozess unter Einbeziehung von TGM-Funktionen: Beispiel	110
4.5	Fallbeispiel aus der Fachpresse	112
5	Zur Aufgabenverteilung zwischen Mensch und System.....	115
6	Qualifikationen	117
6.1	Zur Systematik.....	117
6.2	Qualifikationsprofile.....	118
6.3	TGM-Funktionen: <i>Überwachen</i>	120
6.4	TGM-Funktionen: <i>Optimieren</i>	120
6.5	TGM-Funktionen im Rahmen von <i>Energiemanagement</i> -Projekten.....	121
6.6	Soll/Ist-Vergleich: Fazit.....	121
7	Kurzbeschreibung der TGM-Funktionen	123
8	Schlussbemerkungen.....	127

Kurzfassung

Der vorliegende Bericht beschreibt ein Forschungsvorhaben, dessen Ziel es war, die Effizienzsteigerungspotenziale bei optimierter Nutzung von Management- und Bedieneinrichtungen im Rahmen von Gebäudeautomationssystemen aufzuzeigen. Im Fokus stand also der Teil eines Gebäudeautomationssystems, über den Menschen mit den technischen Anlagen und deren Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik in Gebäuden kommunizieren.

Bereits an dem Begriff „Management- und Bedieneinrichtung“ kann man erkennen, dass es offenbar an dieser Schnittstelle um zwei Themen geht: Einerseits stellt die Technik dem Menschen Informationen und Werkzeuge zur Verfügung, mit denen er die Anlagen *bedienen* kann. Andererseits soll sie ihn aber auch in die Lage versetzen, Prozesse zu *managen*. Deshalb geht es in diesem Bericht um Funktionen, die an der Mensch-/System-Schnittstelle ausgeführt werden, insbesondere aber um die Frage, wie hier Management-Prozesse aussehen können, über die sich Effizienzpotenziale im Bereich des Energieverbrauchs und im Bereich des Personaleinsatzes erschließen lassen.

Zentrale Methode bei der Durchführung des Forschungsvorhabens war eine Online-Befragung von Personen, die im Rahmen des Betriebs großer bis sehr großer Liegenschaften Verantwortung tragen für den Einsatz von Gebäudeautomationssystemen. Ergänzt wurde die Online-Befragung durch persönliche Interviews mit Teilnehmern der Befragung bzw. deren Vorgesetzten.

Die Ergebnisse der Befragung werden im Bericht dargestellt und ausgewertet. Im Folgenden einige Schwerpunkte:

- Alle Teilnehmer zusammen stehen für jährliche Energiekosten in Höhe eines neunstelligen Euro-Betrags.
- Es zeigt sich, dass die Teilnehmer die Rolle ihrer Management- und Bedieneinrichtungen keinesfalls einheitlich sehen: Für die Mehrzahl besteht deren Hauptaufgabe darin, die Zufriedenheit der „Endkunden“ (Mieter, Mitarbeiter, Publikum usw.) sicher zu stellen; für Themen wie Betriebs- und Energieeffizienz nutzen sie andere Plattformen, die teilweise auch organisatorisch separiert sind. Auf der anderen Seite gibt es Unternehmen, die Ihre Management- und Bedieneinrichtungen als Universalwerkzeuge nutzen, um ein Optimum zwischen Kundenzufriedenheit und Effizienzsteigerung zu finden.
- Die Integration von historischen Daten, insbesondere von Verbrauchsdaten, in die Datenbank der Management- und Bedieneinrichtung wird unterschiedlich gehandhabt. Ein Drittel der Teilnehmer hat keinen Zugriff über das System auf die Zählerstände von Medienzählern. Bei Betriebsstundenzählern sind es beinahe zwei Drittel.
- Die Personen, die an den Management- und Bedieneinrichtungen ohne Beschränkung „schalten und walten“ können, haben in der überwiegenden Mehrzahl eine Ausbildung in den Fächern Elektrotechnik, Informatik oder Automatisierungstechnik.

Entsprechend dem Arbeitsplan wurden darüber hinaus Funktionen des technischen Gebäudemanagements zusammengestellt und beschrieben, mit denen der Einsatz von Energie optimiert werden kann. Es handelt sich um Funktionen, die bereits seit Jahren zum Standard-Leistungsumfang einer Management- und Bedieneinrichtung gehören und in den einschlägigen technischen Regeln erwähnt sind. Ihr Einsatz ist also in den meisten Fällen nicht mit investiven Maßnahmen verbunden. Voraussetzung ist jedoch, dass das Bedienungspersonal die Qualifikation mitbringt und den Freiraum bzw. Auftrag erhält, zu diesen Funktionen den erforderlichen Eigenbeitrag zu leisten.

Eine *Prognose* von damit verbundenen Einsparungen ist möglich, wobei deren Qualität sich zwischen einer groben Schätzung aufgrund einfacher physikalischer Gesetzmäßigkeiten und dem detaillierten Ergebnis von umfangreichen dynamischen Simulationsrechnungen bewegen kann.

Der *Nachweis* von realisierten Einsparungen aufgrund von Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz ist nur möglich, wenn diese Maßnahmen flankiert werden von Verbrauchsmessungen am Objekt. Verbrauchsdatenerfassung spielt eine zentrale Rolle bei der Analyse von Schwachstellen und dem Finden von Einsparmöglichkeiten. Sie ist jedoch ebenso wichtig, um den Erfolg von Maßnahmen bewerten zu können.

Eine Management- und Bedieneinrichtung ohne Verbrauchsdatenerfassung kann insofern auch keinen Beitrag leisten zu einem professionellen Energiemanagement-Prozess, wie er nicht zuletzt über die DIN EN ISO 50001 Eingang in die Gesetzgebung der EU-Staaten geführt hat.

Wenn es um die Frage der Kosten bei der Erschließung von Effizienzpotenzialen durch Management- und Bedieneinrichtungen von Gebäudeautomationssystemen geht, so sollten diese Kosten im Idealfall keine Positionen beinhalten, die das Gebäudeautomationssystem unmittelbar selbst betreffen. Ein gut geplantes Gebäudeautomationssystem versetzt einen entsprechend qualifizierten Bediener in die Lage, aus dem vorhandenen Datenbestand heraus Schwachstellen erkennbar zu machen oder Fragen zum Energieverbrauch von Anlagen und Anlagenkomponenten beantworten zu können. Abweichungen von diesem Idealfall erfordern Maßnahmen zur Aufrüstung des Systems. Gemeinhin gelten diese Maßnahmen als „niedriginvestiv“, in der Praxis können ihre Kosten aber auch Größenordnungen erreichen, die die erhofften Einsparungen von vorneherein übersteigen.

Management- und Bedieneinrichtungen sind Teil eines *Gebäudeautomationssystems*. Daraus den Schluss zu ziehen, dass damit auch Effizienzpotenziale automatisch erschlossen werden, wäre indessen falsch. Die entscheidende Rolle an dieser Stelle spielen Menschen, die aus Ideen heraus konkrete Handlungen ableiten, durchsetzen und überprüfen können. Aus den damit verbundenen Aufgaben lassen sich Qualifikationen ableiten. Die im Zuge des Vorhabens entwickelten Profile orientieren sich an der jeweiligen Aufgabenverteilung zwischen Mensch und System im Rahmen von drei Themen des technischen Gebäudemanagements: Überwachen, Optimieren und Energiemanagement. Dabei wird deutlich, dass alle drei Profile eine erhebliche Breite von Themenfeldern umfassen, die durch die Inhalte einer klassischen Berufsausbildung nicht abgedeckt werden.

Die dem Bericht zugrunde liegenden Umfrageergebnisse repräsentieren den Status quo und die Meinung einer zufällig entstandenen Gruppe von Betreibern großer bis sehr großer Liegenschaften. Es sei dahingestellt, ob und inwieweit diese Gruppe statistisch repräsentativ ist für die Gesamtheit aller Anwender von Gebäudeautomationssystemen mit Management- und Bedieneinrichtungen. Gleichwohl dürften einzelne Erkenntnisse, Methoden und Feststellungen aus diesem Bericht auch für weitere Betreiber von Nutzen sein, wenn es um Entscheidungen in der Planungsphase geht oder aber um Fragen im Zusammenhang mit der Besetzung von Arbeitsplätzen.

Einleitung

In fast allen größeren und zusammenhängenden Liegenschaften wird das Automationssystem der Technischen Gebäudeausrüstung zur Vereinfachung der Kontrolle und Bedienung mit Management- und Bedieneinrichtungen, der sog. "Gebäudeleittechnik" (GLT), ausgestattet. Diese Systeme wurden in den letzten Jahren von allen Anbietern technologisch sehr stark aufgerüstet und bieten nun neben einfachen Hilfsmitteln umfangreiche Analysewerkzeuge und Auswertungslösungen, mit deren Einsatz es möglich ist, Fehlfunktionen frühzeitig zu erkennen und ein Gebäude sehr wirtschaftlich zu betreiben. Dem stehen entgegen die zur Nutzung dieser Werkzeuge gestiegenen Anforderungen an die Qualifikation und Erfahrung des Bedienungspersonals und der in der Branche anerkannte Fachkräftemangel.

In dem Forschungsvorhaben, das Gegenstand des vorliegenden Berichtes ist, wurde die Nutzung von Management- und Bedieneinrichtungen evaluiert. Im Rahmen einer Online-Befragung und von Interviews haben Mitarbeiter von 48 Institutionen Auskunft erteilt über den Einsatz von Management- und Bedieneinrichtungen in ihrem jeweiligen Umfeld.

Weil im Fokus des Berichts die Management- und Bedieneinrichtungen stehen, werden deren Bedeutung, Aufgaben und Funktionen als Teil eines Gebäudeautomationssystems vorab in Abschnitt 1 erläutert. Es geht vor allem darum, deutlich zu machen, dass diese Einrichtungen zwei Hauptaufgaben haben: Zum einen sollen Sie dem Menschen Informationen präsentieren und seine Entscheidungen entgegennehmen. Damit alleine hätten sie nur dann einen Nutzen, solange ein Mensch auf den Bildschirm schaut oder Eingaben tätigt. Ihre zweite Hauptaufgabe jedoch erfüllen sie jeden Tag rund um die Uhr, sofern sie entsprechend ausgerüstet sind: Sie speichern Messwerte, Ereignisse, Zählerstände usw. mit den dazu gehörenden Zeitstempeln, um sie dem Nutzer für einen späteren Abruf bereitzustellen zu können.

Als Ganzes bilden also die Management- und Bedieneinrichtung und ihre Nutzer ein Mensch/System-Schnittstelle, an der einfache Bedienfunktionen ebenso anfallen wie Funktionen des technischen Gebäudemanagements (TGM-Funktionen).

Im Fokus des Berichts steht noch ein weiterer Begriff, den es inhaltlich zu fixieren gilt: Effizienz. Dabei geht es um Effizienz auf zwei Gebieten – dem Einsatz von Energie und dem Einsatz von Personal. Überlegungen dazu sind Gegenstand von Abschnitt 1.

Die Auswertung der Antworten auf insgesamt 32 Fragen aus 8 Themenbereichen des Online-Fragebogens erfolgt in Abschnitt 3. Dort finden sich auch die Protokolle der Ortsbesichtigungen und der Interviews. Um an dieser Stelle das wichtigste Ergebnis vorweg zu nehmen:

Wie bereits der Name vermuten lässt, haben Management- und Bedieneinrichtungen zwei Gesichter!

Für die einen sind sie das leistungsfähige und vertraute Werkzeug für die Bewältigung des täglichen Betriebs. Für die anderen sind sie Informationsquelle und Stütze für Entscheidungen etwa im Rahmen von Sanierungs- oder Neubaumaßnahmen. In einigen Fällen sind sie auch beides. Das operative Gesicht scheint im Teilnehmerkreis jedoch zu überwiegen.

Es folgt in Abschnitt 3 eine Bestandsaufnahme von TGM-Funktionen. Leitfaden waren dabei inhaltliche Vorgaben aus der VDI/GEFMA-Richtlinie 3810-5, die den Titel trägt: *Betreiben von Gebäuden und Instandhalten von gebäudetechnischen Anlagen - Gebäudeautomation*. Die dort genannten Themenbereiche »Inbetriebnahme, Abnahme, Leistungskontrolle«, »Betreiben« und »Dokumentieren« geben Anlass, die hier in Betracht kommenden Möglichkeiten von Management- und Bedieneinrichtungen zur Steigerung der Effizienz beim Einsatz von Energie oder Personal aufzuzeigen. Im Zusammen-

hang mit »Betreiben« wurde versucht, die Aussagen der DIN EN 15232 und der DIN V 18599 über Effizienzpotenziale in Verbindung mit TGM-Funktionen auszuwerten. In diesem Zusammenhang wird der qualitative Unterschied zwischen »Überwachen« und »Optimieren« herausgearbeitet, der – wie später gezeigt wird – auch Konsequenzen für das Qualifikationsprofil der damit betrauten Personen haben wird. Am Ende ergeben sich Aussagen zu den TGM-Funktionen »Sollwertüberwachung«, »Überwachen von Regelkreisen«, »Pflege von Anlagenbetriebsprofilen«.

Diese TGM-Funktionen führen zu operativen Maßnahmen, die zum „Tagesgeschäft“ eines Bedieners gehören sollten und deren Einsparpotenzial durch Anwendung von elementaren physikalischen Zusammenhängen zumindest grob berechnet werden kann. Ein entsprechend ausgestattetes Gebäudeautomationsystem hat die Möglichkeit, die tatsächlichen Einsparungen zu messen, wenn Zähler an den entscheidenden Stellen vorhanden und vom System auslesbar sind.

Der Einsatz einer Management- und Bedieneinrichtung im Rahmen von Energiemanagement-Prozessen wäre ein überzeugender Ansatz, den Begriff »Management« am Anfang ihres Namens zu legitimieren. Auch an dieser Stelle eine zwingende Voraussetzung ist, dass ihr Verbrauchsdaten zur Verfügung stehen. Dieser gesamte Themenkomplex von der Speicherung von Verbrauchsdaten bis hin Energiemanagementsystemen ist Gegenstand von Abschnitt 5.

Abschnitt 5 bildet die Überleitung zu den Qualifikationsfragen, die ebenfalls im Rahmen dieses Vorhabens zu untersuchen waren. Während bei TGM-Funktionen der Kategorie *Überwachen* der Anteil des Menschen an der Gesamtleistung der Schnittstelle »Mensch + System« relativ niedrig ist, steigen die Anforderungen an den Menschen, wenn es um Optimierungsfunktionen geht. Den relativ größten Beitrag muss der Mensch beisteuern, wenn diese Funktionen oder auch andere Maßnahmen außerhalb der Gebäudeautomation Teil eines Energiemanagementprozesses sind. Die Management- und Bedieneinrichtung ist hier reduziert auf die Funktionen Datenspeicherung und Datenpräsentation. Der Mensch dagegen muss Zusammenhänge sehen, Ideen entwickeln, Konzepte erarbeiten, andere überzeugen usw.

Diese Tatsache findet ihren Niederschlag in Abschnitt 6. Dort werden unter Zuhilfenahme der Struktur aus der VDI-Richtlinie Mensch und Technik VDI-MT 3814-6 über Qualifizierung, Rollen und Kompetenzen in der Gebäudeautomation Qualifikationsprofile für Mitarbeiter vorgestellt. Diese Mitarbeiter sollen in der Lage sein, TGM-Funktionen aus den Bereichen Überwachen und Optimieren umzusetzen bzw. Energiemanagement-Prozesse anzustoßen und zu leiten.

1 Begriffe

Der vorliegende Bericht beschreibt die Ergebnisse eines Forschungsvorhabens, in dem es um die Effizienzpotenziale der Nutzung von Management- und Bedieneinrichtungen in Gebäudeautomationsystemen geht. An welcher Stelle man auch immer in ein Gebäudeautomationsthema einsteigt, findet man sich sehr bald in einem Dickicht von Begrifflichkeiten wieder, das selbst für Fachleute stellenweise sehr verwirrend ist. Dies ist umso bedauerlicher, wenn es um Fragen geht, die auch Nicht-Fachleute berühren sollten – hier: Energieeffizienz. Insofern ist eine inhaltliche Abgrenzung der zentralen Begriffe aus dem Titel und im Umfeld des Titels erforderlich, damit der Leser die folgenden Aussagen richtig einordnen und nachvollziehen kann:

- Gebäudeautomationssystem
- Management- und Bedieneinrichtungen
- Effizienz

Es wird in diesem Bericht noch sehr viele Gelegenheiten geben, Begriffe zu erläutern bzw. sich auf eine von mehreren Bedeutungen in der einschlägigen Literatur festzulegen.

1.1 Management- und Bedieneinrichtungen in Gebäudeautomationssystemen

1.1.1 Sichtweise als Hardwarekomponenten

Wie die Überschrift bereits impliziert, sind Management- und Bedieneinrichtungen ein Teilbereich von Gebäudeautomationssystemen. Das ist in DIN EN ISO 16484¹ so festgelegt. Weitere Teilbereiche sind danach Automationseinrichtungen und Feldgeräte (Bild 1).

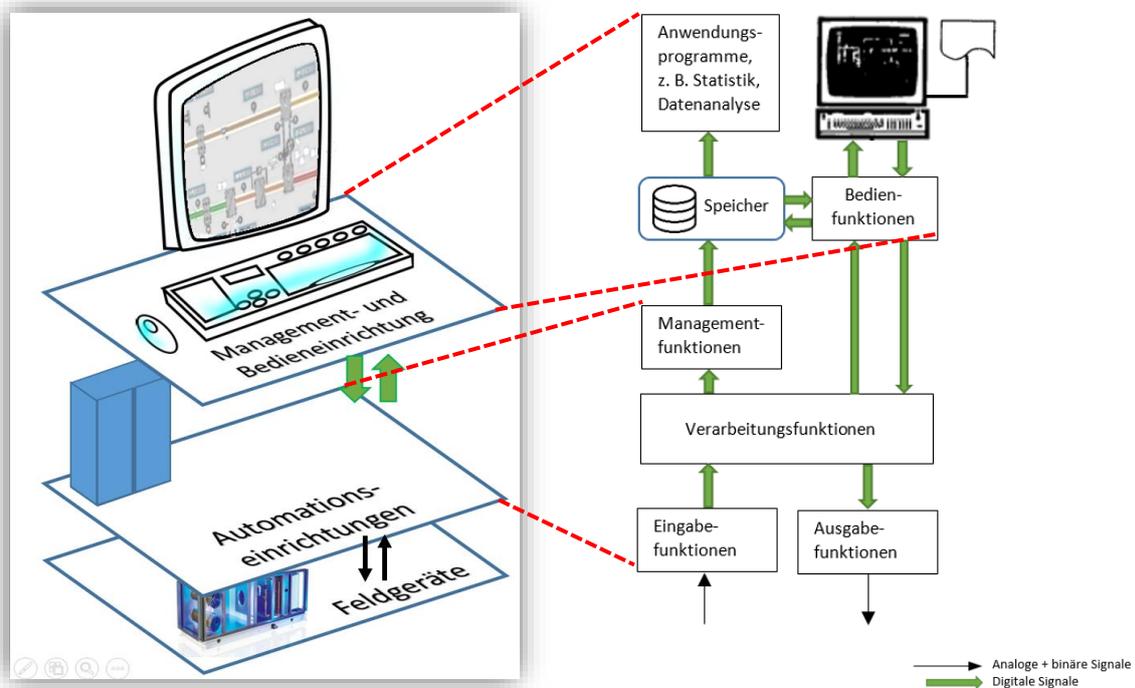


Bild 1: Links: Struktur eines Gebäudeautomationssystems mit seinen drei Teilbereichen, hier in einem Ebenenmodell dargestellt. Zwischen den Ebenen werden in beiden Richtungen Informationen ausgetauscht (↕↕). Rechts: Zuordnung der Teilbereiche zu den Funktionsarten aus DIN EN ISO 16484-3-2.

¹ DIN EN ISO 16484-2:2004-10 | Systeme der Gebäudeautomation (GA) – Teil 2: Hardware

Zwischen diesen Komponenten findet ein Informationsaustausch statt.

Feldgeräte sind am „Ort des Geschehens“ verbaut, d. h. in den betriebstechnischen Anlagen, in den Räumen eines Gebäudes und im Außenbereich. Ein Teil davon hat die Aufgabe, physikalische Größen in elektrische Signale (Messsignale) umzuwandeln. Ein anderer Teil kann umgekehrt mit elektrischen Signalen (Stellsignale) wieder physikalische Größen beeinflussen. Um zwei Beispiele zu nennen: Ein Temperaturfühler wandelt eine Temperatur um in einen elektrischen Widerstand, ein Stellventil wandelt eine elektrische Spannung um in einen Volumenstrom.

Die Informationen aus dem Feld und auch die von den Management- und Bedieneinrichtungen werden zu den Automationseinrichtungen übertragen. Dort werden sie nach einem vorgegebenen Programm verarbeitet. Das Ergebnis dieser Verarbeitung geht als Stellsignal wieder zurück zu einem oder mehreren Feldgeräten, aber auch an die Management- und Bedieneinrichtung. Automations-einrichtungen sind leistungsstarke Mikrocomputersysteme, die per Software an ihre jeweilige Aufgabenstellung angepasst werden und mit ihrer Umgebung Informationen austauschen – kommunizieren – können.

In diesem Bericht und dem ihm zugrundeliegenden Vorhaben geht es um die „dritte Beteiligte“ am Informationsaustausch: die Management- und Bedieneinrichtung. Ihre Hardware besteht gewöhnlich aus leistungsfähigen PCs und deren üblicher Peripherie wie Bildschirm und andere Ausgabegeräte, Tastatur, Maus und Speicher. Die Funktionalität dieser PCs als Management- und Bedieneinrichtung ergibt sich aus den Programmen, die entweder lokal installiert sein können oder auf einem externen Server laufen und den PC vor Ort zum reinen Client werden lassen. Gleiches gilt im Übrigen für den Datenspeicher der Management- und Bedieneinrichtung, der entweder die Festplatte des PCs ist oder z. B. als SQL-Datenbank auf einem externen Server läuft.

Die bis hierhin angewandte Sichtweise auf ein Gebäudeautomationssystem orientiert sich an den Hardware-Komponenten. Wichtiger vor dem Hintergrund des vorliegenden Berichts ist jedoch die Strukturierung eines Gebäudeautomationssystems anhand der Funktionen, die die einzelnen Hardwarekomponenten im Rahmen des Gesamtsystems übernehmen.

1.1.2 Sichtweise als Funktionsträger

Eine von Hardwareaspekten weitestgehend unabhängige Betrachtungsweise basiert auf Funktionen. Sie ist u. a. die Grundlage der in der Branche weit verbreiteten und populären GA-Funktionsliste².

Unter einer Funktion versteht man grundsätzlich eine Beziehung zwischen Eingangsgrößen E und Ausgangsgrößen A eines Systems. Man sagt dann: „A ist eine Funktion von E“ oder auch etwas anschaulicher: „A hängt ab von E.“ Dasselbe grafisch ausgedrückt führt zu Darstellungen wie in Bild 2.



Bild 2: Allgemeiner Ansatz zur Darstellung einer Funktion unter Verwendung von grafischen Elementen.

Die Funktionen, die in einem Gebäudeautomationssystem üblicherweise vorkommen, heißen GA-Funktionen und sind in DIN EN ISO 16484-3 beschrieben². Sie werden zusammengefasst zu den Funktionsarten:

- Ein-/Ausgabefunktionen
- Managementfunktionen
- Verarbeitungsfunktionen
- Bedienfunktionen

² DIN EN ISO 16484-3:2005-12 | Systeme der Gebäudeautomation (GA) – Teil 3: Funktionen

Ein-/Ausgabefunktionen betreffen den unmittelbaren Umgang der Automationsstationen mit den Signalen aus den Feldgeräten bzw. für die Feldgeräte: Werte von physikalischen Größen werden in digitale Signale umgewandelt und umgekehrt.

Verarbeitungsfunktionen werden in Form von Programmen auf den Automationsstationen implementiert und verarbeiten – wie jede Funktion – Eingangssignale zu Ausgangssignalen. Eingangssignale können die Daten aus den Eingabefunktionen sein, aber auch Daten, die in der Management- und Bedieneinrichtung vom Bediener vorgegeben werden oder aus dem Datenspeicher des Systems ausgelesen werden. Aufgrund der rasanten Fortschritte im Bereich der Digitaltechnik sind die Möglichkeiten der Verarbeitung selbst in solch kleinen Geräten wie einer Automationsstation immer vielfältiger geworden.

Der Begriff **Managementfunktionen** wird in DIN EN ISO 16484-3² wie folgt definiert:

Managementfunktionen werden genutzt, um Daten für Speicherung, Auswertung und Anzeige durch Anwendungsprogramme für Statistik und Datenanalyse zur Verfügung zu stellen. Die ausgewählten Informationen können in Dateien und Datenbanken zur Verarbeitung gespeichert werden.

Das Wort *Management* wird also hier in Verbindung mit Daten-Management benutzt. Das erkennt man nicht zuletzt an den zwei (von vier) *Managementfunktionen Ereignis-Langzeitspeicherung* und *Historisierung in Datenbank*. Beide führen eine „nichtflüchtige Speicherung aller Arten von Befehlen, Ereignismeldungen und Messwerten für eine Informationsauswertung [...]“ durch³:

5.5.4.3.1 Ereignis-Langzeitspeicherung

Die Funktion Ereignis-Langzeitspeicherung des Datenerfassungsprogramms speichert die Datenpunktadresse, den Zustandstext und weitere Informationen zusammen mit Datums- und Zeitstempel bei Zustandsänderung (COS) von E/A- bzw. Verarbeitungsfunktionen.

[...]

5.5.4.3.2 Historisierung in Datenbank

Die Funktion Historisierung in Datenbank [sic] des Datenerfassungsprogramms speichert die Datenpunktadresse, den Wert oder die Zustandsinformation mit -text und weitere Informationen zusammen mit Datums- und Zeitstempel nach vorgegebenen Kriterien bei Wertänderung und/oder Zustandsänderung (COV/COS).

Messwerte können in festen zeitlichen Abständen und/oder wenn sie einen vordefinierten Schwellenwert (COV) erreichen, gespeichert werden.

Managementfunktionen im Sinne der Norm DIN EN ISO 16484-3 sind also Funktionen eines Datenerfassungsprogramms. Daten sollen erfasst und zur Verfügung gestellt werden, damit Anwendungsprogramme für Statistik und Datenanalyse sie speichern, verarbeiten und anzeigen können. Managementfunktionen stehen damit ganz am Anfang eines Datenverarbeitungsprozesses, dessen Ergebnis von Menschen genutzt wird, die Management-Aufgaben wahrnehmen. Insofern ist der Begriff „Managementfunktion“ an dieser Stelle irreführend. „Managementunterstützungsfunktionen“ käme dem hier Gemeinten näher, ist jedoch als Begriff für den Alltagsgebrauch zu „sperrig“.

Schließlich gibt es die **Bedienfunktionen**, die „durch die Mensch-System Schnittstelle ermöglicht“ werden⁴. Damit ist gemeint: Die oben bereits erwähnten Bedieneinrichtungen (PC-Hardware + Software + Peripherie) bilden eine Mensch-System-Schnittstelle, die Bedienfunktionen ermöglicht, indem sie

³ ebda. Abschnitt 5.5.4.3 Betriebsdatenspeicherung

⁴ ebda. Abschnitt 5.5.5 Bedienfunktionen, 5.5.5.1 Allgemeines

- a) Daten/Informationen „zur weiteren Verwendung“ an den Bediener ausgibt – per Monitor, Drucker, akustischen und optischen Anzeigeeinrichtungen – bzw.
- b) Daten/Informationen/„Befehle“, die der Bediener eingibt, an andere Funktionen im System weiterleitet.

In DIN EN ISO 16484-3 sind als Bedienfunktionen ausschließlich solche des v. g. Typs a), also Ausgabefunktionen, erwähnt:

- Grafik/Anlagenbild
- Dynamische Einblendung
- Ereignis-Anweisungstext
- Fernmeldung

Wenn es in der diesem Bericht zugrundeliegenden Studie also um die Management- und Bedieneinrichtungen von Gebäudeautomationsystemen geht, dann geht es um eine *Mensch-System-Schnittstelle*. Diese Schnittstelle hat die Aufgabe, Informationen aus dem System dem Menschen zugänglich zu machen und – umgekehrt – Informationen, die vom Menschen kommen, dem System zugänglich zu machen (Bild 3). Folglich ist auch die Rolle des Menschen an dieser Stelle grundsätzlich als Funktion im o. g. Sinn darstellbar. Eingangsinformationen für diese Funktionen sind die Bilder und Zahlen auf dem Bildschirm. Ausgangsinformationen sind Entscheidungen („Befehle“), die der Mensch aus diesen Bildern und Zahlen mit Hilfe seiner Intelligenz, seiner Kreativität, seines Expertenwissens und seiner Erfahrung daraus abgeleitet hat.

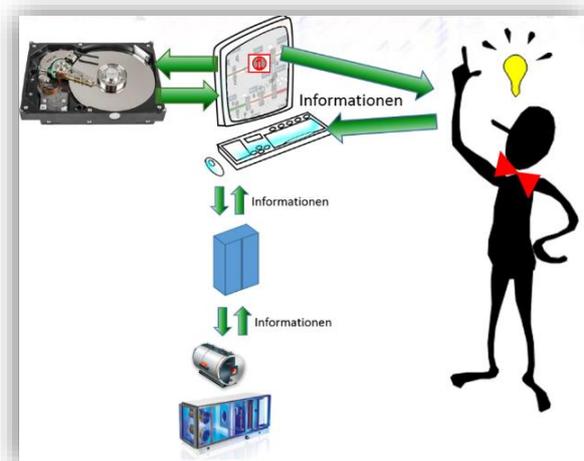


Bild 3: Die Mensch-System-Schnittstelle zwischen dem Gebäudeautomationssystem und einem Menschen in seiner Rolle als „Technischer Gebäudemanager“.

Potenziale von Management- und Bedieneinrichtungen resultieren also aus deren Leistungsmerkmalen im Zusammenspiel mit den Möglichkeiten und Fähigkeiten des Bedienpersonals vor diesen Einrichtungen.

Die im Rahmen des vorliegenden Vorhabens durchgeführte Umfrage hat u. a. gezeigt, dass es bei den Teilnehmern keine einheitliche Bezeichnung für die Tätigkeit der Menschen gibt, die GA-Funktionen mit Hilfe der Management- und Bedieneinrichtung umsetzen. Immer jedoch waren sie irgendwo in Prozesse bzw. Dienstleistungen eingebunden, die mit dem Betrieb und dem Management von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen über alle Gewerkegrenzen hinweg in Zusammenhang stehen. In der neueren Literatur und in den technischen Regelwerken wurde dafür der Begriff *Technisches Gebäudemanagement (TGM)* eingeführt⁵.

Es macht also Sinn, die GA-Funktionen an der Mensch-System-Schnittstelle des Gebäudeautomationsystems, die im Rahmen von TGM-Prozessen zum Einsatz kommen, als *TGM-Funktionen* zu bezeichnen (Bild 4).

⁵ Definition lt. DIN EN 15232-1:2017-12: Technisches Gebäudemanagement (TGM): über die Wechselbeziehungen zwischen den verschiedenen Disziplinen und Gewerken mit dem Betrieb und dem Management von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen in Zusammenhang stehenden Prozesse und Dienstleistungen



Bild 4: Ansatz zur Darstellung einer TGM-Funktion

Die Möglichkeiten des Bedienpersonals sind dabei nicht unabhängig von den Leistungsmerkmalen der Management- und Bedieneinrichtungen. In diesem Zusammenhang gibt es einen Aspekt, der am Ende auch die Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens maßgeblich beeinflusst hat: die Möglichkeit der Datenaufzeichnung. Der Vorteil von Speicherfunktionen im Rahmen von Konzepten des technischen Gebäudemanagements liegt darin, dass sich im Laufe der Zeit ein riesiger Erfahrungsschatz anhäuft, aus dem sich quasi ein Fingerabdruck des Zusammenspiels zwischen Gebäude und technischer Gebäudeausrüstung ableiten lässt. Wie ein Film lässt sich vor allem die Reaktion des Gebäudes auf die Zufuhr von Energie zurückspulen und analysieren.

Ohne Datenaufzeichnung gäbe es keine GA-Managementfunktionen und keine Unterstützung von TGM-Prozessen durch historische Daten. Technologischer Vorgänger der Management- und Bedieneinrichtung waren bis vor ca. 40 Jahren Schalter, Taster, Signalleuchten und analoge Anzeigergeräte in den Schaltschranktüren der Technikzentralen. An Orten, wo es nicht zu „technisch“ aussehen durfte, wurden Bedientafeln in Form von Mosaikfließbildern installiert (Bild 5).

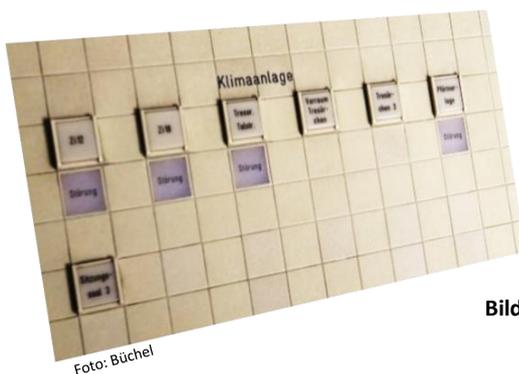


Bild 5: Ein ca. 40 Jahre altes Mosaikfließbild.

Bedientableaus und Mosaikfließbilder wurden von den Management- und Bedieneinrichtungen digitaler Gebäudeautomationssysteme abgelöst. Ausschließlich funktional gesehen, wäre dieser Schritt bei weitem nicht so spektakulär gewesen, wenn nicht im selben Paket auch die Möglichkeit zum Speichern von Messwerten und Zuständen auf Magnetplatten eingeführt worden wäre.

Zwar gab es auch im „analogen Zeitalter“ bereits Datenspeicher: Linienschreiber, Selbsthalteschaltungen für Meldungen und das Notizbuch des Betriebsmeisters. Bis auf das Notizbuch (!) war diese Technik teuer in Anschaffung und Betrieb, unflexibel und deswegen auch nur wenig verbreitet bzw. auf wenige, extrem wichtige Messgrößen beschränkt.

1.1.3 Zum Begriff „GLT“

An dieser Stelle erscheint es angebracht, kurz auf den Begriff *Gebäudeleittechnik* („GLT“) einzugehen, der seit ca. 40 Jahren in der Branche in unterschiedlichen Bedeutungen genutzt wird - sowohl als Synonym für ein komplettes Gebäudeautomationssystem als auch alternativ als Bezeichnung für die *Managementebene*, d. h. die Funktionsebene, auf der Management- und Bedieneinrichtungen zu Hause sind. Je nach Kontext kann dabei die Hardware der Management- und Bedieneinrichtung oder deren Funktionen oder auch beides gemeint sein. Beide Bedeutungen sind nicht durch Begriffsdefinitionen im aktuellen Regelwerk gestützt. *Gebäudeleittechnik* war zwar von 1988 bis 1993 der Titel damals neuer Blätter in der VDI-Richtlinienreihe 3814, wurde aber danach durch *Gebäudeautomation*

ersetzt. Ebenfalls im Jahr 1993 wurde Gebäudeautomation als Kostengruppe 480 in die DIN 276 aufgenommen. Seitdem gibt es dort in der Untergruppe 483 *Zentrale Einrichtungen* den Begriff *Leitstation*. Vor diesem Hintergrund hat sich der Begriff *Gebäudeleittechnik* im Sprachgebrauch selbst von Branchen-Insidern etabliert, wenn von Hardware- und Software für Management- und Bedieneinrichtungen die Rede ist. Ein Grund dafür mag auch sein, dass der Begriff *Gebäudeleittechnik* oder noch kürzer *GLT* sprachlich sehr viel „griffiger“ ist als *Management- und Bedieneinrichtungen eines Gebäudeautomationssystems*.

Im zuletzt genannten Sinne wird auch im vorliegenden Bericht an einigen Stellen das Akronym *GLT* verwendet.

1.2 Effizienz

Das deutsche Wort Effizienz hat denselben Wortstamm wie das englische Wort *efficiency*, das in der technischen/naturwissenschaftlichen Literatur mit *Wirkungsgrad* übersetzt wird. Sein Ursprung liegt in der Thermodynamik, wo die Arbeit, die eine Wärmekraftmaschine verrichtet, in Relation gesetzt wird zu der Wärmemenge, die die Maschine der Wärmequelle entzieht. In diesem und anderen ähnlichen Fällen ist der Wirkungsgrad eindeutig berechenbar als das Verhältnis von zwei Energiemengen:

$$e = \frac{Q_2}{Q_1} \quad (1)$$

e Wirkungsgrad (hier dimensionslos)

Q_2 von der Maschine geleistete Arbeit

Q_1 von der Maschine aufgenommene Wärmemenge

Dieses begriffliche Konzept lässt sich auf alle Prozesse übertragen, bei denen ein bestimmter Effekt nicht für sich alleine betrachtet werden soll, sondern im Zusammenhang mit dem Aufwand, der für die Erzielung dieses Effektes erforderlich ist oder war. Das gilt nicht nur für technische Prozesse, sondern auch für Prozesse auf anderen Gebieten, wenngleich andere Fachrichtungen andere Begriffe verwenden. So bezeichnet etwa der Begriff *Rendite* in der Finanzwirtschaft den „Ertrag einer Geldanlage, der innerhalb eines Jahres erzielt wird, in Bezug auf den Kapitaleinsatz des Anlegers“⁶. Ein weiteres Beispiel ist der Begriff *Produktivität* in der Betriebswirtschaftslehre: „*Produktivität* ist das Verhältnis von Output-Menge zu Input-Menge, gemessen z. B. als Quotient des Ertrages (bzw. der Leistung)“ und des dafür gemessenen Einsatzes an Produktionsfaktoren⁷. Es geht also immer wieder um das Verhältnis von Nutzen zu dem Aufwand, der zu diesem Nutzen führt. Ganz allgemein gilt somit die Gleichung

$$\text{Effizienz} = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}} \quad (2)$$

Solange sich *Nutzen* und *Aufwand* messen lassen, d. h. als Zahlenwert mit Einheit eindeutig darstellbar sind und eindeutig einander zuzuordnen sind, lässt sich eine Effizienz quantitativ angeben. In vielen Fällen jedoch lassen sich Nutzen oder Aufwand oder auch beide nur schwer oder überhaupt nicht beziffern. Gerade die für den vorliegenden Bericht zentralen Begriffe *Energieeffizienz* und *Betriebs-effizienz* im Zusammenhang mit Gebäuden sind Felder, wo Effizienz zwar „auf der Hand“ liegt, wo sich aber Beträge von Aufwand und/oder Nutzen im Zusammenhang mit Effizienzsteigerungsmaßnahmen oft kaum ermitteln lassen.

⁶ AutoScout24 GmbH: Rendite: Gewinnmessung bei der Geldanlage.
URL: <https://www.financescout24.de/wissen/ratgeber/rendite>. [Stand: Januar 2020]

⁷ Gabler Wirtschaftslexikon <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/produktivitaet-46151/version-269437> [Stand: Juni 2020]

1.2.1 Energieeffizienz

Das Thema *Energieeffizienz* ist in Europa seit dem Anfang dieses Jahrhunderts politisch „sehr hoch aufgehängt.“ Der für Deutschland geltende gesetzliche Rahmen für die Steigerung der Energieeffizienz ist das Energiedienstleistungsgesetz. Darin werden Unternehmen ab einer bestimmten Größe verpflichtet, regelmäßig ein Energieaudit durchzuführen, wenn sie nicht ein Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001:2018-12⁸ eingerichtet haben.⁹

Im Gebäudesektor war Energieeffizienz ein Thema bereits mehrere Jahre bevor sie auf dem Weg über die o. g. gesetzlichen Regelungen auf breiter Basis populär wurde. So wird in DIN EN ISO 16484-2 der Begriff Gebäudeautomation wie folgt definiert (Unterstreichung durch den Autor)¹⁰:

3.30

Gebäudeautomation

GA

Bezeichnung der Produkte, Software und technischen Dienstleistungen für die automatische Steuerung und Regelung, Überwachung und Optimierung, für das menschliche Eingreifen und das Management, mit deren Hilfe die Gebäudeausrüstung energieeffizient, wirtschaftlich und sicher betrieben werden kann.

Der Begriff Energieeffizienz impliziert bereits, dass es hier immer um die Effizienz von Energie geht, d. h. der Aufwand im Nenner des Bruchs von Gl. (2) ist eine Energiemenge, die an einer beliebigen Stelle eines Prozesses eine bestimmte Wirkung erzeugt. „Die Zusammenhänge von Energieeinsatz und Nutzenergieausbeute bilden die Grundlagen der Energieeffizienz.“¹¹

Beispiele für mögliche Anwendungen des Begriffs *Energieeffizienz* im Gebäudeumfeld werden im Folgenden dargestellt:

Beispiel 1: Energieeffizienz der Erzeugung von elektrischem Strom durch Verbrennung von fossilen Brennstoffen

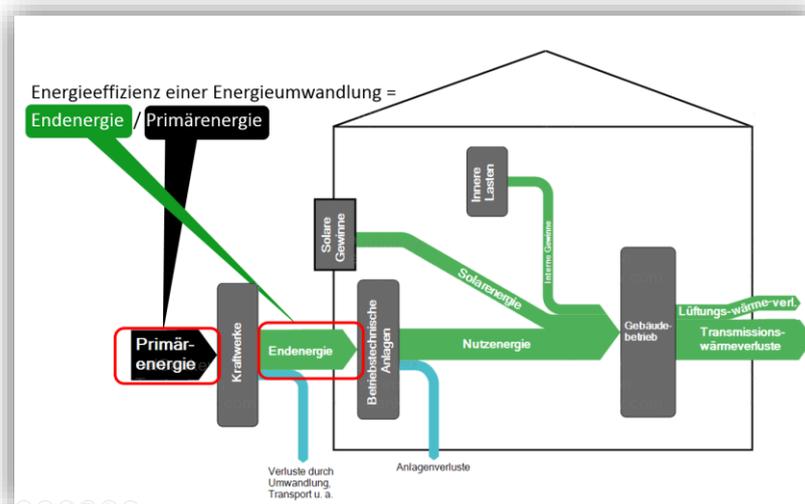


Bild 6: Beispiel für Energieeffizienz: Das Verhältnis „Endenergie / Primärenergie“ bei einem Kraftwerksprozess.

⁸ DIN EN ISO 50001:2018-12 Energiemanagementsysteme – Anforderung mit Anleitungen zur Anwendung.

⁹ Der Begriff Energiemanagementsystem findet auch Verwendung für marktübliche IT-Systeme, die helfen sollen, Einsparpotenziale zu erkennen, Hemmnisse abzubauen und die Energieeffizienz zu steigern. Um Verwechslungen zu vermeiden, sollte man stattdessen an dieser Stelle den Begriff *Energiecontrollingsystem* verwenden.

¹⁰ DIN EN ISO 16484:2004-10 Systeme der Gebäudeautomation (GA) – Teil 2: Hardware

¹¹ Manfred Weiß: Datenauswertung von Energiemanagementsystemen (2010) Publicis Publishing, Erlangen, ISBN 978-3-89578-347-0

Dieses Beispiel (Bild 6) kommt der in Gl. (1) erwähnten Bedeutung von *Effizienz* als *Wirkungsgrad* sehr nahe. Die Effizienz ist das Verhältnis von elektrischer Energie (Endenergie) zu Verbrennungswärme (Primärenergie). Während sich die elektrische Energie mit marktgängigen Geräten („Stromzähler“) sehr gut messen lässt, ist die kontinuierliche Messung des Energieinhalts eines Brennstoffes (Brennwert) eine anspruchsvolle messtechnische Aufgabe, die in Kraftwerken eine aufwändige Messtechnik erforderlich macht, dort jedoch beherrschbar ist.

In Beispiel 2 (Bild 7) ist der *Nutzen* die Nutzenergie, d. h. die Menge an Energie in Form von Wärme oder Kälte, die die Anlage dem Gebäude zur Verfügung stellt. Sie lässt sich bei RLT-Anlagen zwar relativ einfach errechnen aus Volumenströmen und Temperaturdifferenzen der in das Gebäude eingetragenen Luft, jedoch nur, wenn letztere als Messwerte in einem sinnvollen Zeittakt zur Verfügung stehen. Der *Aufwand* entspricht der Menge der dafür benötigten Endenergie, z. B. Strom, Fernwärme, und ist oftmals besser bekannt als der Nutzen.

In Beispiel 3 (Bild 8) wird *Energieeffizienz* durch die Brille eines Betreibers gesehen, der Energie dafür aufwendet, dass die Nutzer das Klima im Gebäude als behaglich empfinden (Bild 8). Für *Behaglichkeit* gibt es keine Messgröße. Behaglichkeit lässt sich entweder mit demoskopischen Methoden ermitteln oder analytisch bestimmen und interpretieren. Einzelheiten dazu enthält DIN EN ISO 7730¹². Im Nenner von Gl. (2) steht dort als *Aufwand* die Nutzenergie, d. h. die Menge an Energie in Form von Wärme oder Kälte, die die betriebstechnische(n) Anlage(n) dem Gebäude zur Verfügung stellt bzw. stellen.

Beispiel 2: Energieeffizienz einer raumlufttechnischen Anlage

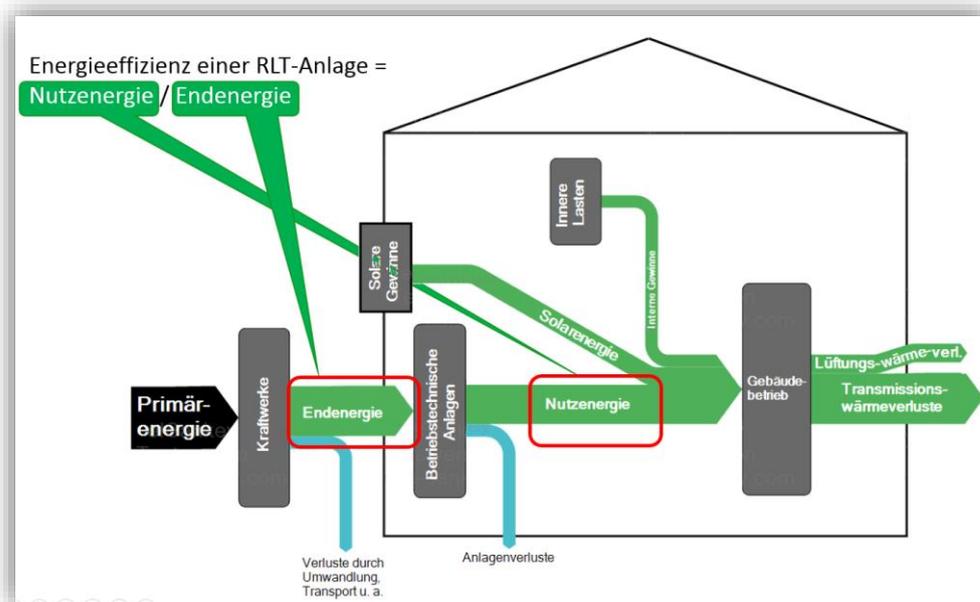


Bild 7: Beispiel für Energieeffizienz: Das Verhältnis „Nutzenergie / Endenergie“ bei einer betriebstechnischen Anlage, z. B. einer RLT-Anlage.

¹² DIN EN ISO 7730:2006-05: Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit, Beuth-Verlag, Berlin

Beispiel 3: Energieeffizienz einer Gebäudeklimatisierung

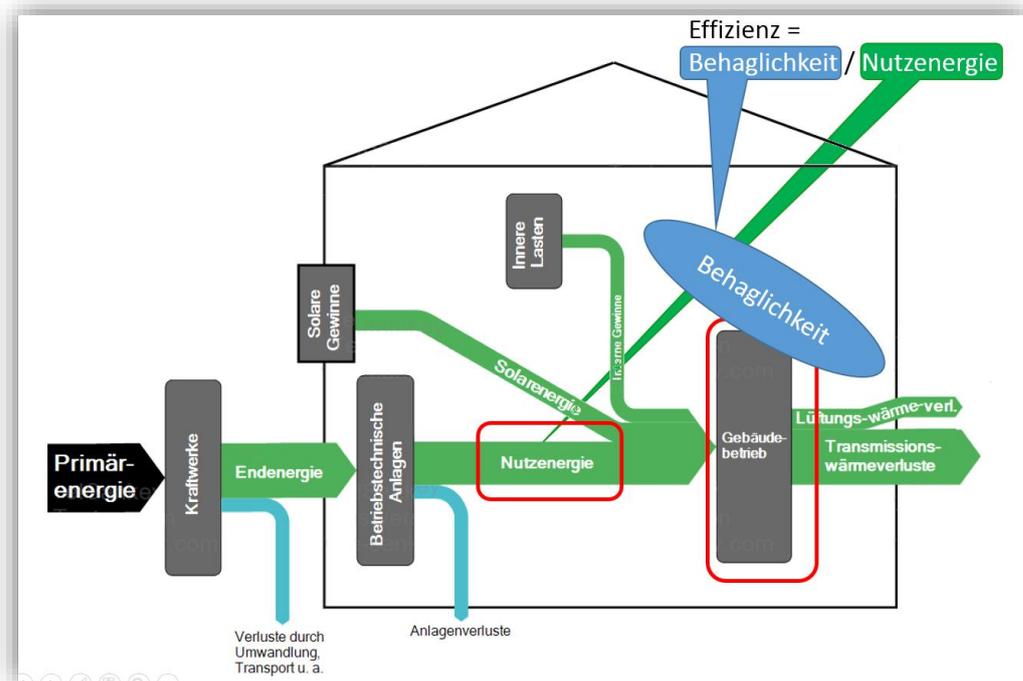


Bild 8: Beispiel für Energieeffizienz: Das Verhältnis „Behaglichkeit / Nutzenergie“ beim Betrieb eines Gebäudes.

Beispiel 3 zeigt, dass *Energieeffizienz* nicht zwingend ein Verhältnis von zwei Energiemengen sein muss. Zwar ist die Bezugsgröße – der Aufwand – immer eine Energiemenge, der im Zähler von Gl. (2) stehende Nutzen hingegen kann eine beliebige Größe sein, die im Zusammenhang mit dem Energieaufwand von Interesse ist.

Nicht zielführend sind nach Auffassung des Verfassers Anwendungen des Begriffs Energieeffizienz, die die durch Gl. (2) vorgegebene Betrachtungsweise „Nutzen/Aufwand“ verlassen. So ist etwa das Verhältnis

$$\text{Tatsächlich für den Betrieb genutzte Energie/theoretisch benötigte Energie}^{13}$$

keine Aussage über Energieeffizienz. Es besagt vielmehr, wie erfolgreich der Betreiber ist beim Einsparen von Energie gegenüber dem rechnerischen Ansatz (etwa aus der Heizlastberechnung), oder aber wie gut der rechnerische Ansatz die Realität widerspiegelt.

1.2.2 Definitionen von Energieeffizienz in der Literatur

➤ DIN EN ISO 50001:2018-12¹⁴

Verhältnis oder eine andere quantitative Beziehung zwischen einer erzielten Leistung bzw. einem Ertrag an Dienstleistungen, Gütern, Waren oder Energie und der eingesetzten Energie.

BEISPIEL: Effizienz einer Umwandlung; benötigte Energie/verbrauchte Energie.

Anmerkung 1 zum Begriff: Sowohl Einsatz als auch Ertrag sollten quantitativ und qualitativ klar festgelegt und messbar sein.

¹³ VDI 4602-1:2018-04: Energiemanagement | Grundlagen, Abschnitt 5.1.2, Beuth-Verlag, Berlin

¹⁴ DIN EN ISO 50001:2018-12: Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung, Abschnitt 3.5.3, Beuth-Verlag, Berlin

➤ **DIN EN 15232-1:2017-12**

Verhältnis oder andere quantitative Beziehung zwischen dem Ergebnis einer erzielten Leistung, bzw. einem Ertrag an Dienstleistungen, Gütern oder Energie und der eingesetzten Energie

BEISPIEL: Effizienz einer Umwandlung: erforderliche Energie/eingesetzte Energie; theoretisch/tatsächlich für den Betrieb genutzte Energie.

Anmerkung 1 zum Begriff: Sowohl Einsatz als auch Ertrag müssen quantitativ und qualitativ klar spezifiziert werden und messbar sein.

➤ **VDI 4602-1¹³**

Unter Energieeffizienz versteht man das Verhältnis oder eine andere quantitative Beziehung zwischen einer erzielten Leistung (z. B. einem Ertrag an Dienstleistungen, Gütern/Produkten oder Sekundärenergie) und der eingesetzten Energie. Anwendungsbeispiele hierfür sind:

- *Effizienz einer Energieumwandlung (Sekundärenergie/Primärenergie)*
- *nutzbare Energie/eingesetzte Endenergie*
- *tatsächlich für den Betrieb genutzte Energie/ theoretisch benötigte Energie*

Sowohl Einsatz, als auch Ertrag müssen quantitativ und qualitativ klar spezifiziert und messbar sein. Die Frage nach der Energieeffizienz hängt daher von der Betrachtungsweise und der Systemgrenze ab. Aussagen zur Energieeffizienz müssen hinsichtlich dieser Faktoren nachvollziehbar sein.

➤ **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)¹⁵**

Energieeffizienz ist das Maß für den Energieaufwand zur Erreichung eines festgelegten Nutzens.

➤ **Bundesministerium für Wirtschaft und Energie¹⁶**

Energieeffizienz ist das Verhältnis zwischen einer Dienstleistung oder einem anderen Nutzen (bspw. Bruttowertschöpfung oder Bruttoinlandsprodukt) zur eingesetzten Energie.

Kernaussagen:

- Bezugsgröße bei der Verhältnisbildung ist die *eingesetzte Energie*.
- Einsatz (= Aufwand) und Ertrag (= Nutzen) müssen klar spezifiziert und messbar sein.
- Der Begriff *Energieeffizienz* ist flexibel anwendbar, je nach Betrachtungsweise und Systemgrenze.

1.2.3 Betriebseffizienz

Bei der Beschreibung der Effizienz von betrieblichen Prozessen ist der Aufwand aus Gl. (2) in den meisten Fällen ein Personalaufwand, ausgedrückt in Arbeitsstunden. Gleichzeitig ist der Personalaufwand auch die Einflussgröße, durch deren Verringerung die Effizienz gesteigert werden kann. Der Nutzen ist typischerweise eine konkrete betriebliche Aufgabenstellung, die erledigt werden muss, deren Wert jedoch nicht immer leicht zu fassen ist. Bild 9 zeigt drei Beispiele.

Die Bedeutung des Begriffs *Betriebseffizienz* ist ähnlich derjenigen des Begriffes *Produktivität* (vgl. S. 15).

¹⁵ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU): Was bedeutet „Energieeffizienz“? URL: www.bmu.de/themen/klima-energie/energieeffizienz/was-bedeutet-energieeffizienz/#c9569 [Stand: Januar 2020]

¹⁶ Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Energieeffizienz in Zahlen | Entwicklungen und Trends in Deutschland 2019, Stand: August 2019

Beispiele:

Thema	Nutzen	Aufwand
Störungsbearbeitung	<p>Behebung der Störung</p> <p>Beitrag der GLT: Erkenntnisgewinn durch Pflege der Störungsstatistik, Schwachstellenanalyse.</p>	<p>Arbeitsstunden</p> <p>Beitrag der GLT: Verringerung des Zeit- und Personalaufwands durch</p> <ul style="list-style-type: none"> • frühzeitige Information über Einzelheiten, • Bereithaltung von Informationen aus der Vergangenheit, z. B. <ul style="list-style-type: none"> - benötigte Ersatzteile, - erforderliche Maßnahmen
Prüfungen	<p>Durchführung von wiederkehrenden Prüfungen</p> <p>Beitrag der GLT: Verbesserung der Qualität durch Automation der Prüfabläufe</p>	<p>Arbeitsstunden</p> <p>Beitrag der GLT: Verringerung des Zeitaufwandes für</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Vorbereitung, • die Dokumentation
Zählerverwaltung	<p>Erstellung einer Dokumentation</p> <p>Beitrag der GLT: Verbesserung der Qualität durch Automation</p>	<p>Arbeitsstunden</p> <p>Beitrag der GLT: Verringerung des Zeitaufwandes für</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Vorbereitung, • die Weitergabe von Daten, z. B. zur Abrechnung

Bild 9: Beispiele für die Beschreibung von Effizienz bei drei betrieblichen Prozessen

2 Ergebnisse der Befragungen

2.1 Online-Fragebogen

Das zentrale Element des hier beschriebenen Projektes war eine Online-Umfrage unter Betreibern großer GLT-Systeme im ersten Halbjahr 2018. Die Adressaten der Umfrage waren Teilnehmer der GLT-Anwendertagung 2017 in Ilmenau, von denen 75 Personen ihre Bereitschaft zur Teilnahme an der Umfrage erklärt hatten. Die GLT-Anwendertagung findet seit ca. 30 Jahren jährlich statt. Zielgruppe sind Mitarbeiter großer Institutionen, die verantwortlich (z. T. hauptverantwortlich) sind für den Betrieb umfangreicher Gebäudeautomationssysteme.

Die Teilnehmer wurden gebeten, durch das Ausfüllen eines Fragebogens die Managementebene eines konkreten Gebäudeautomationssystems für eine Liegenschaft/ein Gebäude aus ihrem Zuständigkeitsbereich zu beschreiben. Für den Fall, dass mehrere Gebäudeautomationssysteme mit jeweils einer eigenen Managementebene vorhanden sind, sollte ein typisches Beispiel ausgewählt werden.

Anhand einer Skizze (Bild 10) und einer kurzen verbalen Erläuterung wurde die Abgrenzung der Fragestellung erläutert: Der Fokus der Studie sollte allein auf den Funktionen liegen, die die Bedieneinrichtungen auf der Managementebene bereitstellen.

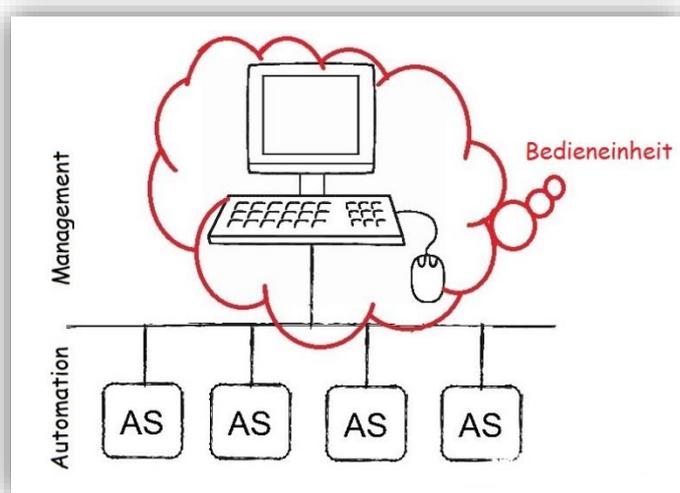


Bild 10: Skizze aus dem Fragebogen zur Eingrenzung des Gegenstands der Umfrage.

Die Anzahl der Rückläufer lag bei 48 (= 64 % der versendeten Fragebögen). Die Verteilung auf die Arten der Liegenschaft ist in Bild 11 dargestellt.

Vor dem Hintergrund, dass alle 75 angeschriebenen Personen ihre Bereitschaft zur Teilnahme erklärt hatten, ist eine Rücklaufquote von 64 % zufriedenstellend. Gleichwohl ist eine Zahl von 48 keine ausreichende statistische Basis, um daraus empirisch gesicherte Aussagen ableiten zu können. Insofern kann eine Gesamtsicht auf die Rückläufer allenfalls ein Schlaglicht auf den Umgang mit GLT in der Gruppe der befragten Personen/Institutionen werfen bzw. - je nach Verteilung der Antworten - Tendenzen erkennen lassen.

2.1.1 F1 Basisinformationen

In diesem Abschnitt des Fragebogens hatten die Teilnehmer Gelegenheit, einige Eckdaten zu ihrem System und seiner Umgebung festzuhalten.

F1.1 Art der Liegenschaft

? In welcher Art von Liegenschaft wird Ihr Gebäudeautomationssystem betrieben?

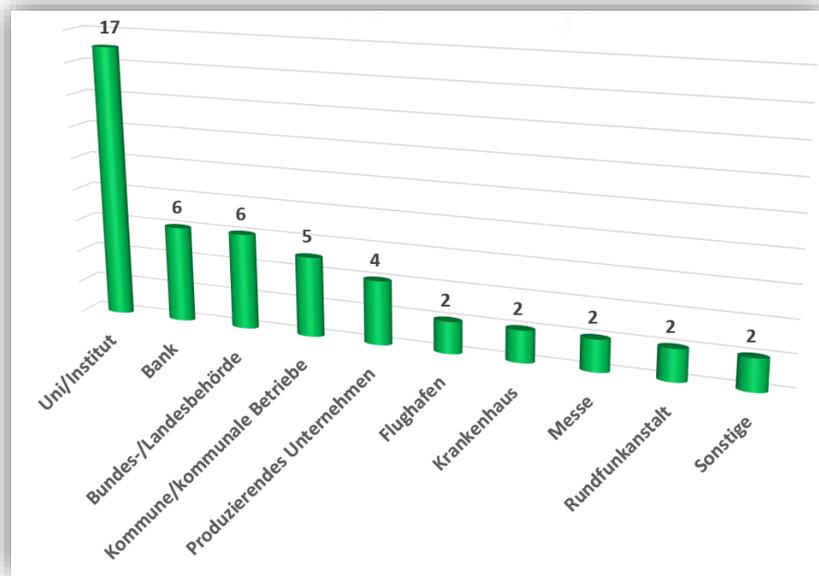


Bild 11: Zusammensetzung des Teilnehmerkreises der Umfrage nach Art der Liegenschaft

F1.2 Energiekosten der Liegenschaft

? Wie hoch sind ungefähr die jährlichen Kosten für Energie in Form von Strom, Wärme, Kälte usw. für den Betrieb dieser Liegenschaft?

8 Teilnehmer können die Frage nach der Höhe der jährlichen Kosten des Energieverbrauchs in Form von Strom, Wärme, Kälte usw. für den Betrieb ihrer Liegenschaft nicht beantworten. 19 Teilnehmer geben an, die Kosten zwar zu kennen, sie aber nicht nennen zu dürfen. Weitere 21 Teilnehmer nennen konkrete Zahlen (Bild 12). Die Summe der genannten Energiekosten beträgt **262,4 Mio €**.

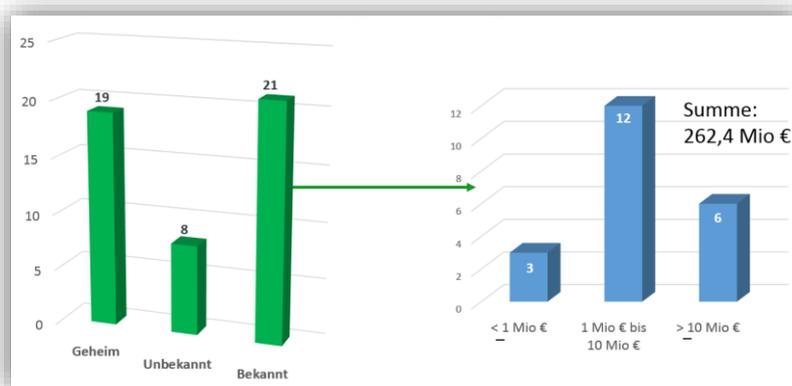


Bild 12: Angaben der Teilnehmer zur Frage nach den jährlichen Energiekosten.

F1.3+4 Eingesetzte Fabrikate und Produkte



Wer ist der Lizenzgeber der Software, die die Benutzeroberfläche auf der Bedieneinheit dieses Gebäudeautomationssystems bereitstellt?

- Wie lautet der Produktname dieser Software?

Bei der Frage nach dem Lizenzgeber für die Software der Benutzeroberfläche werden folgende Firmen und Produkte genannt:

Lizenzgeber	Anzahl	Produkt
Siemens	13	DESIGO INSIGHT (7)
		DESIGO CC (1)
		SICLIMAT X (3)
		VISONIK (2)
Johnson Controls	8	METASYS (3)
		M5i (4)
Wonderware ¹⁾	8	InTouch (7)
Honeywell	5	EBC (4)
Kieback & Peter	5	Neutrino (4)
Sauter	5	novaPro Open (5)
Hermos	2	FIS (2)
Delta Controls	2	enteliWEB (2)
Neuberger	2	Prograf (2)
Citect ¹⁾	1	Citect Anywhere
Automated Logic	1	WebCTRL
Elutions	1	ControlMaestro
General Electric	1	Proficy iFIX
TAC ¹⁾	1	Vista
WAGO	1	CoDeSys-VISU

¹⁾ Heute zur Schneider-Electric-Gruppe gehörend

F1.5 Herstellerbindung



Ist der Hersteller dieser Software gleichzeitig auch Hersteller der Automationsstationen Ihres Gebäudeautomationssystems?

16 Probanden betreiben ihr Gebäudeautomationssystem auf der Automationsebene und auf der Managementebene mit Produkten nur eines Herstellers. Der Rest hat sich für eine sog. „Multivendor“-Umgebung entschieden.

F1.6 Ausstattung der Managementebene



Betreiben Sie außer dem Gebäudeautomationssystem noch weitere Systeme, die Informationen aus den TGA-Anlagen verarbeiten?

15 Teilnehmer bestücken ihre Managementebene ausschließlich mit einer „klassischen“ GLT.

18 Teilnehmer besitzen daneben ein eigenes System für das Energiemanagement, 6 weitere ein eigenes System für das Anlagenmonitoring.

Getrennte Systeme sowohl für Anlagenmonitoring als auch für Energiemanagement finden sich bei 9 Teilnehmern (Bild 13).

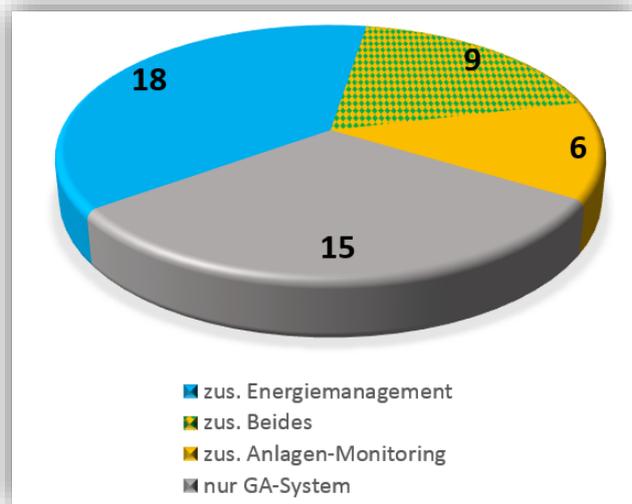


Bild 13: Verbreitung von eigenständigen Systemen für das Energiemanagement und das Anlagenmonitoring neben dem Gebäudeautomationsystem.

F1.7 Automationsbereiche



Welche Automationsbereiche umfasst Ihr Gebäudeautomationsystem?

Eine deutliche Mehrheit von 37 antwortenden Teilnehmern fasst sowohl Funktionen der Anlagenautomation als auch Funktionen der Raumautomation in einem Gebäudeautomations-System zusammen. Für lediglich 10 der Teilnehmer beschränkt sich die Gebäudeautomation auf die reine Anlagenautomation.

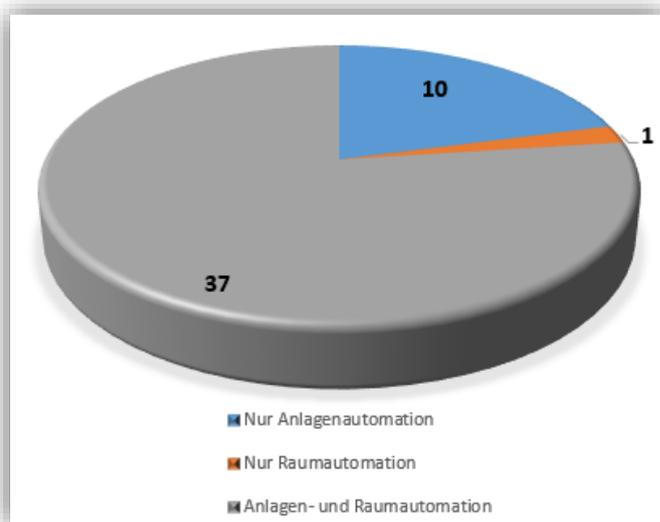


Bild 14: Die Einsatzbereiche der Gebäudeautomationsysteme bei den Probanden.

F1.8 Größe der Systeme



Wie viele Datenpunkte (E/A-Objekte, Items, ...) verwaltet dieses Gebäudeautomationssystem ungefähr?

Insgesamt betreuen die antwortenden Teilnehmer ca. **3,72 Mio Datenpunkte**. Die Häufigkeitsverteilung zeigt Bild 15.

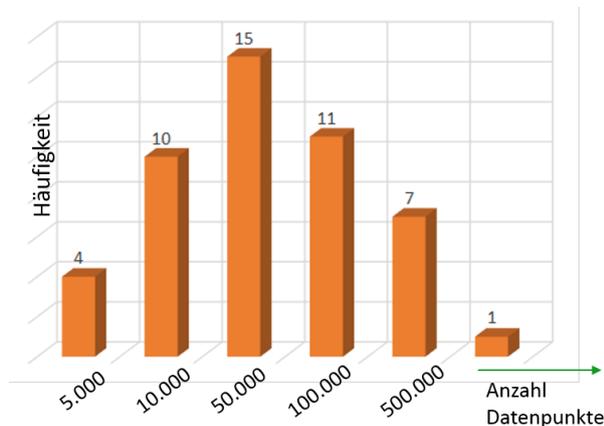


Bild 15: Häufigkeitsverteilung der Datenpunkte auf die Teilnehmer. Beispiel: 10 Teilnehmer melden jeweils zwischen 5.000 und 10.000 Datenpunkte.

2.1.2 F2 Organisation der Managementebene

In diesem Abschnitt des Fragebogens sollten die Teilnehmer Auskunft geben über die Art und Weise, wie in ihrem Unternehmen die Bedieneinheit in einen Arbeitsplatz integriert ist. Zur Auswahl standen 5 Varianten:

- Fester Arbeitsplatz:** Es gibt nur eine Bedieneinheit, und zwar in Form eines PCs am Arbeitsplatz eines Mitarbeiters, der (a) ausschließlich als Bedieneinheit oder (b) auch für andere Aufgaben verwendet wird.

In einigen Fällen waren an dieser Stelle die Antworten inkonsistent. So gaben z. B. einige Teilnehmer an, nur über eine Bedieneinheit zu verfügen, gleichzeitig aber von mehreren Bedieneinheiten auf das Gebäudeautomationssystem zugreifen zu können. Oder aber es wurde angegeben, dass bei einem festen Arbeitsplatz „dieser“ PC ausschließlich für das Bedienen des Gebäudeautomationssystems verwendet wird, obwohl eine Bedieneinheit als PC am Arbeitsplatz eines Mitarbeiters nicht angegeben war.
- „Verteilter“ Arbeitsplatz:** Es kann von mehreren stationären Bedieneinheiten im Gebäude/in der Liegenschaft auf das Gebäudeautomationssystem zugegriffen werden.
- Mobiler Arbeitsplatz:** Die Mitarbeiter sind mit mobilen Bedieneinheiten (Notebook-PC, Tablet, Smartphone) ausgerüstet und können von jedem Ort der Liegenschaft aus auf das Gebäudeautomationssystem zugreifen.
- Leitzentrale:** Die Bedieneinheit befindet sich in einem Raum, der rund um die Uhr besetzt ist, z. B. Sicherheitszentrale, Pförtner, und ggfls. zusätzlich gibt es dort einen Mitarbeiter, der ausschließlich für das Gebäudeautomationssystem zuständig ist.
- Übergeordnete Managementebene:** Die beschriebene Bedieneinheit ist integriert in eine übergeordnete Managementebene, in der Informationen aus mehreren untergeordneten Einzelsystemen zusammenlaufen. Dabei jedoch verfügt jedes Einzelsystem auch über eine eigene Managementebene (Bild 16).

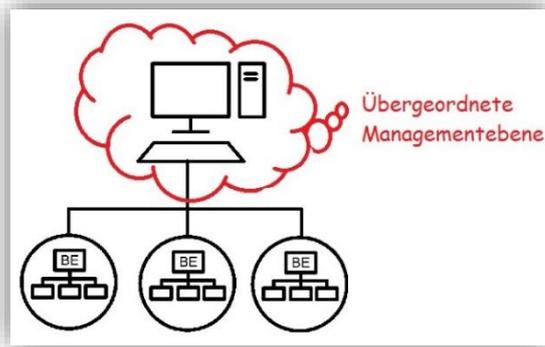


Bild 16: Skizze aus dem Fragebogen zur Erläuterung des Begriffs „Übergeordnete Managementebene“.

Die Antworten sind in Bild 17 zusammengefasst:

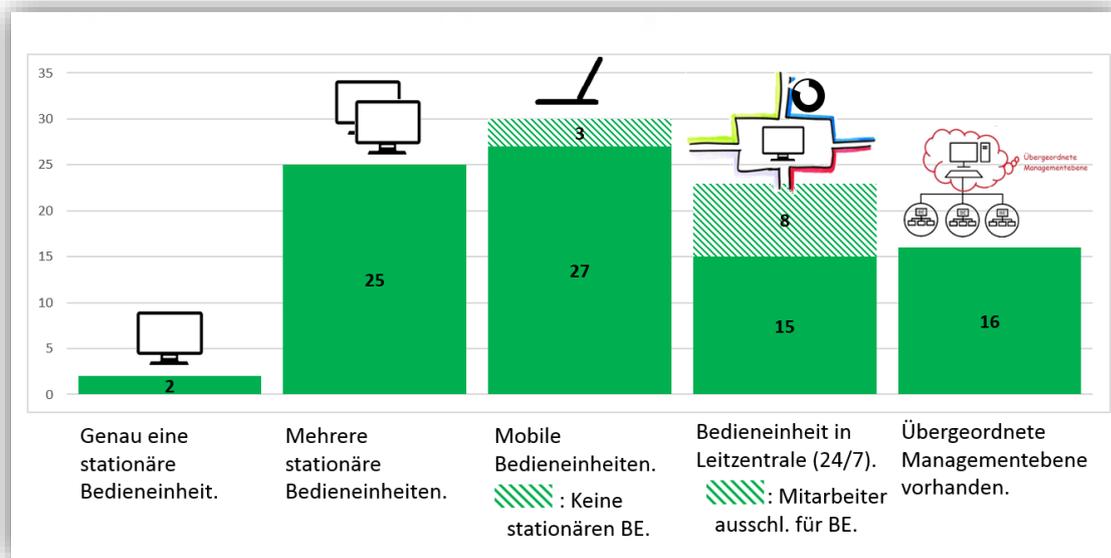


Bild 17: Ergebnisse der Befragung zur Organisation der Managementebene

Zwei Teilnehmer an der Befragung berichten, dass es in ihrer Liegenschaft nur jeweils eine Bedieneinheit gibt, und zwar in Form eines PCs am Arbeitsplatz eines Mitarbeiters. Bei einem davon ist dieser PC darüber hinaus so konfiguriert, dass auf ihm nur die Benutzeroberfläche der GLT bedient werden kann.

Mindestens 25 Teilnehmer haben in ihren Liegenschaften mehrere stationäre Bedieneinheiten installiert, so dass dezentral auf die Informationen zugegriffen werden kann.

In 30 Fällen wurden die Mitarbeiter mit mobilen Bedieneinheiten (Notebook-PCs, Tablet, Smartphone) ausgestattet, dabei drei Mal offenbar so konsequent, dass auf stationäre Arbeitsplätze ganz verzichtet wurde.

Bei knapp der Hälfte – 23 – der Teilnehmer verfügt die Liegenschaft über eine ständig besetzte Leitzentrale, zu der auch ein PC gehört, der nur der Benutzeroberfläche des Gebäudeautomations-Systems vorbehalten ist. In 8 Fällen davon gibt es einen Mitarbeiter, der von der Leitwarte aus ausschließlich das Gebäudeautomations-System betreut.

Bei den Rückläufern der Befragung gab es 16 Beispiele für eine Struktur mit einem hierarchisch aufgebauten Managementsystem: Mehrere räumlich verteilte Liegenschaften verfügen jeweils über eine eigene GLT, deren Informationen an eine zentrale, übergeordnete GLT in der Firmenzentrale, bei der vorgesetzten Behörde o. ä. weiter gegeben werden.

2.1.3 F3 Umgang mit aktuellen Informationen aus den Anlagen/Räumen

Die Bedieneinheiten eines Gebäudeautomationssystems sind im laufenden Anlagenbetrieb Informationsquellen über den aktuellen Zustand der Anlagen sowie Werkzeug für die Anlagenbediener, auf aktuelle Informationen zu reagieren. Dieser Abschnitt des Fragebogens sollte einen Eindruck geben, in welchem Umfang bestimmte Basisfunktionen der Bedieneinheiten genutzt werden.

F3.14 Aktuelle Informationen



Wie gehen Sie mit aktuellen Informationen um, wenn sie auf dem Bildschirm erscheinen?

Konkret abgefragt wurden folgende Arten von aktuellen Informationen:

- Störmeldungen
- Zählerstände
- Regelkreisgrößen
- Zeitschaltpläne

Den vorgegebenen Wortlaut der Antworten und das Ergebnis zeigt Bild 18.

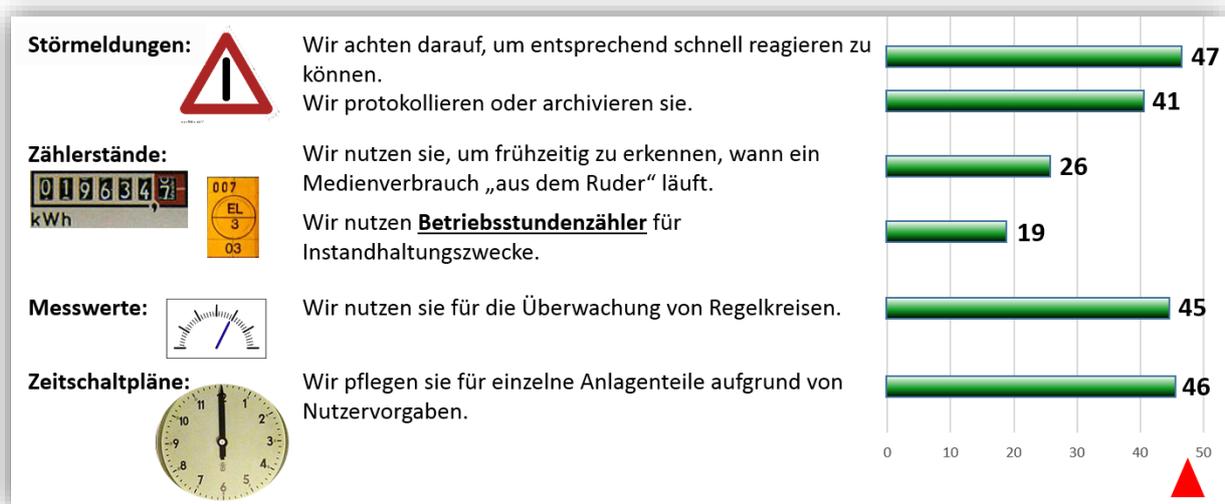


Bild 18: Reaktion der Teilnehmer auf vorgegebene Antworten zur Frage nach dem Umgang mit aktuellen Informationen

Beinahe alle Teilnehmer – 47 – benutzen die Störmeldefunktionen der GLT, um schnell reagieren zu können. Beinahe all diese Anwender – 42 – protokollieren bzw. archivieren diese Störmeldungen.

Bei fast 100 % liegt auch jeweils der Prozentsatz der Teilnehmer, die anhand der angezeigten Messwerte Rückschlüsse auf das aktuelle Verhalten von Regelkreisen ziehen wollen – 45 –, bzw. die Zeitschaltfunktionen aufgrund von Nutzervorgaben verwenden – 46 –.

In deutlich geringerem Maß werden aktuelle Zählerstände an der Bedienstation des Gebäudeautomationssystems dargestellt bzw. genutzt: Medienverbrauchszähler, um zu sehen, wann ein Wert „aus dem Ruder“ läuft, in 26 Fällen. Betriebsstundenzähler als Grundlage für Instandhaltungsentscheidungen werden 19-mal genannt.

2.1.4 F4 Speicherung von Informationen

Ein Leistungsmerkmal der Managementebene eines Gebäudeautomationssystems ist die Möglichkeit, Informationen in beinahe beliebigem Umfang aufzuzeichnen. Welche Informationen dafür im Einzelfall ausgewählt werden und wer an diesem Prozess beteiligt ist, sollte in diesem Teil des Fragebogens festgehalten werden.

F4.15 Typ der gespeicherten Informationen



Folgende Informationen aus unseren Anlagen werden zusammen mit einem Zeitstempel gespeichert...

Von der Möglichkeit, Störereignisse zu speichern, machen nahezu alle Teilnehmer Gebrauch. Weitere Informationstypen, die gespeichert werden, sind in Bild 19 zusammen mit der Anzahl der jeweiligen Nennungen zusammengestellt.

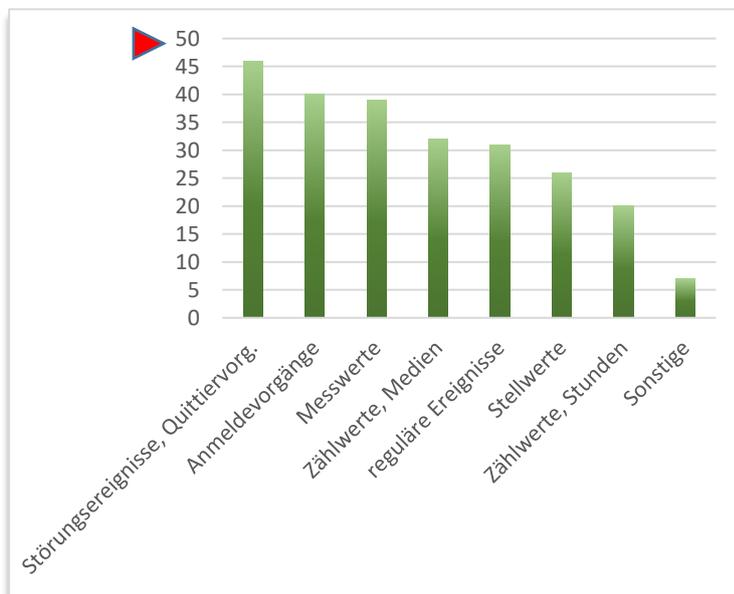


Bild 19: Art der gespeicherten Informationen

Die Rangfolge wird angeführt – wie erwähnt – von Informationen wie Störungsereignisse und Quittivorgänge. Mit deutlichem Abstand und stetig abnehmender Zahl von Nennungen folgen andere technische Informationen wie Messwerte, Medienverbräuche, reguläre Ereignisse (Wartungsmeldungen, manuelle Stelleingriffe usw.), vom System erzeugte Stelleingriffe und schließlich Betriebsstunden. Nicht überraschend ist die hohe Zahl von Nennungen bei den Anmeldevorgängen (Welcher Nutzer hat sich wann eingeloggt?), da dieses Merkmal bei vielen Systemen voreingestellt ist.

F4.16 Spezifikation und Umsetzung der Archivierungsfunktionen



Die Informationen, die aufgezeichnet werden sollen,...

- werden von unserem eigenen Personal je nach Bedarf konfiguriert.
- werden von uns zwar nach Bedarf festgelegt, jedoch durch den Errichter konfiguriert.
- werden von uns zwar nach Bedarf festgelegt, jedoch durch einen herstellerunabhängigen Dienstleister konfiguriert.
- wurden vom Planer während der Planungsphase festgelegt, vom Errichter so konfiguriert und seitdem nicht mehr verändert.

Das fortlaufende Speichern der Werte von Datenpunkten erfordert in einem ersten Schritt eine planerische Entscheidung. Im zweiten Schritt folgt eine Umsetzung durch einen mehr oder weniger aufwändigen Eingriff in die Systemkonfiguration. Vier der dabei möglichen Rollenverteilungen zwischen Errichter, Planer und eigenem Personal des Betreibers wurden im Fragebogen vorgegeben. Die Reaktion der Teilnehmer auf die Frage, welche davon im eigenen Hause üblich sind, ist in Bild 20 zusammengestellt:

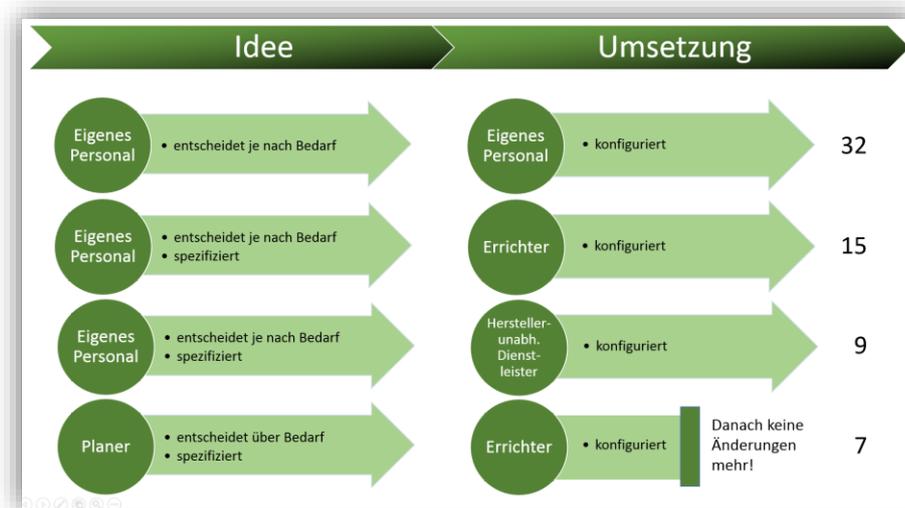


Bild 20: Umgang mit den Speicherfunktionen

Bei zwei Dritteln aller Teilnehmer entscheidet eigenes Personal, welche Daten archiviert werden, und setzt diese Entscheidung auch unmittelbar selbst um. Knapp ein Drittel der Befragten entscheidet zwar, beauftragt dann aber den Errichter, „den Datenpunkt auf Trend zu legen“. Die Alternative, die Umsetzung danach einem herstellerunabhängigen Dienstleister zu übertragen, wird von 9 Teilnehmern gewählt.

7 Teilnehmer arbeiten offenbar mit Systemen, die seit der Übergabe nicht mehr verändert wurden.

F4.17 Rechte am archivierten Datenmaterial

Die Rechte des Betreibers im Zusammenhang mit dem Zugriff auf die gespeicherten Informationen und mit deren Weitergabe sind in individuellen vertraglichen Vereinbarungen festgelegt. Um den Status Quo der Teilnehmer auf diesem Gebiet zu erfahren, sollten die Teilnehmer im Fragebogen mindestens eine der folgenden Optionen ankreuzen:

- Die gespeicherten Informationen dürfen wir aufgrund unserer Lizenzen uneingeschränkt und jederzeit selbst weiter verarbeiten.
- Die gespeicherten Informationen leiten wir zur weiteren Verarbeitung an einen externen und vom Hersteller unabhängigen Dienstleister weiter.
- Die gespeicherten Informationen werden vom Hersteller oder einem externen Dienstleister ausgewertet und in Form von Berichten bzw. Handlungsempfehlungen an uns zurückgegeben.

Alle Teilnehmer geben an, dass sie die aufgezeichneten Daten aufgrund ihrer Lizenzen uneingeschränkt selbst weiter verarbeiten dürfen. In 5 Fällen wertet der Hersteller oder ein externer Dienstleister die Daten aus und gibt die Schlussfolgerungen in Form von Berichten bzw. Handlungsempfehlungen an den Auftraggeber zurück. Ein Teilnehmer berichtet zusätzlich, dass die Verbrauchswerte mit dem System des Energiecontrollings geteilt und dort nach eigenen Vorgaben ausgewertet werden.

2.1.5 F5 Umgang mit den archivierten Informationen

Hintergrund dieses Abschnitts ist die Frage nach Zielen, Methoden und handelnden Personen beim Umgang mit den gespeicherten Informationen.

F5.18 Zeitliniendiagramme („Trendkurven“)



Wozu benutzen Sie Trendkurven?

Die Darstellung von Zeitliniendiagrammen (Ganglinien, Trendkurven - Bild 21) wird von den Teilnehmern für die in Bild 22 genannten Zwecke genutzt. 2 Teilnehmer geben an, über diese Diagrammform nicht zu verfügen.

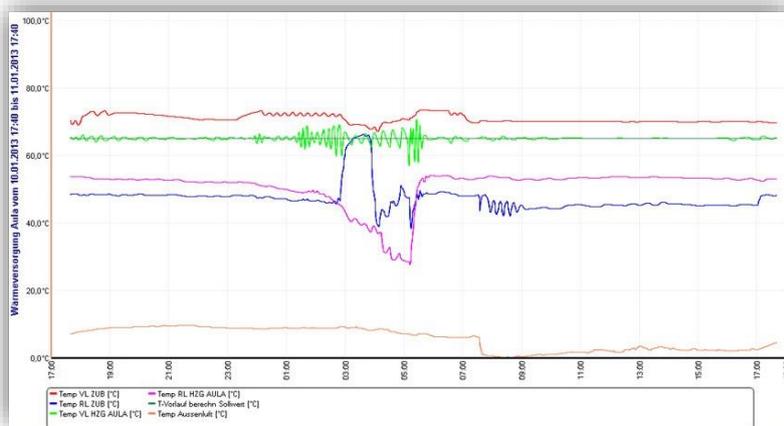


Bild 21: Beispiel für ein Zeitliniendiagramm mit Trendkurven

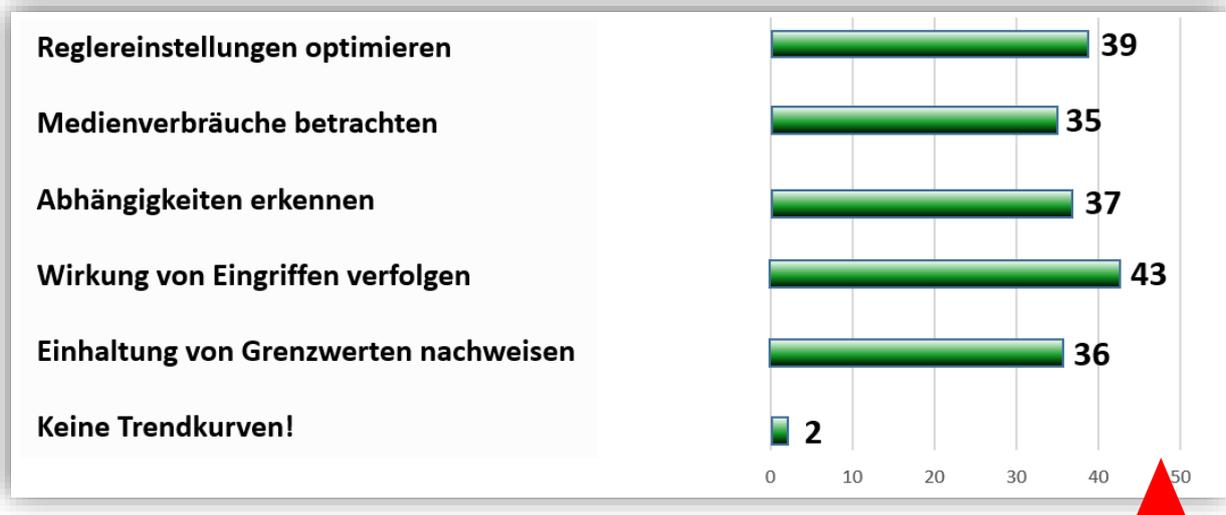


Bild 22: Verwendung von Trendkurven

F5.19 Andere Diagrammtypen



Erzeugt Ihre Bedieneinheit noch andere Diagrammtypen, z. B. Sankey-Diagramme, Streudiagramme, Kalenderdiagramme?

Zur Erläuterung enthielt der Fragebogen Beispiele für die in der Frage erwähnten Diagrammtypen (Bild 23).

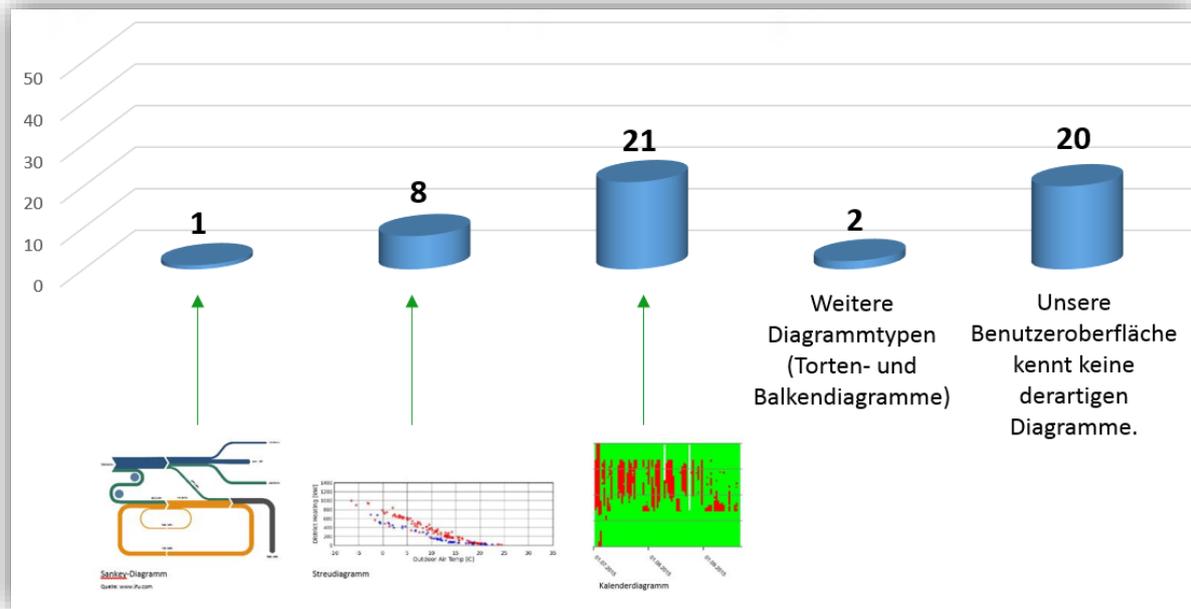


Bild 23: Häufigkeitsverteilung der in der Fragestellung erwähnten Diagrammtypen sowie von Torten- und Balkendiagrammen.

Für 20 Teilnehmer stellt deren Benutzeroberfläche keine anderen Diagrammtypen (außer Trendkurven) dar.

Kalenderdiagramme werden von 21 Teilnehmern genutzt. Noch weniger verbreitet sind offenbar Streudiagramme (8), Torten- und Balkendiagramme (2) sowie Sankey-Diagramme (1).

F5.20 Abgeleitete Größen

? Kann Ihre Bedieneinheit aus vorhandenen Informationen neue Informationen ermitteln?

An dieser Stelle wurde hinterfragt, wie flexibel im Einzelfall die Bedieneinheiten sind bzw. von den Betreibern genutzt werden, um aus aktuellen oder archivierten Messgrößen den Wert von daraus abgeleiteten Größen nutzerspezifisch zu berechnen. Das Ergebnis ist in Bild 24 zusammengefasst.

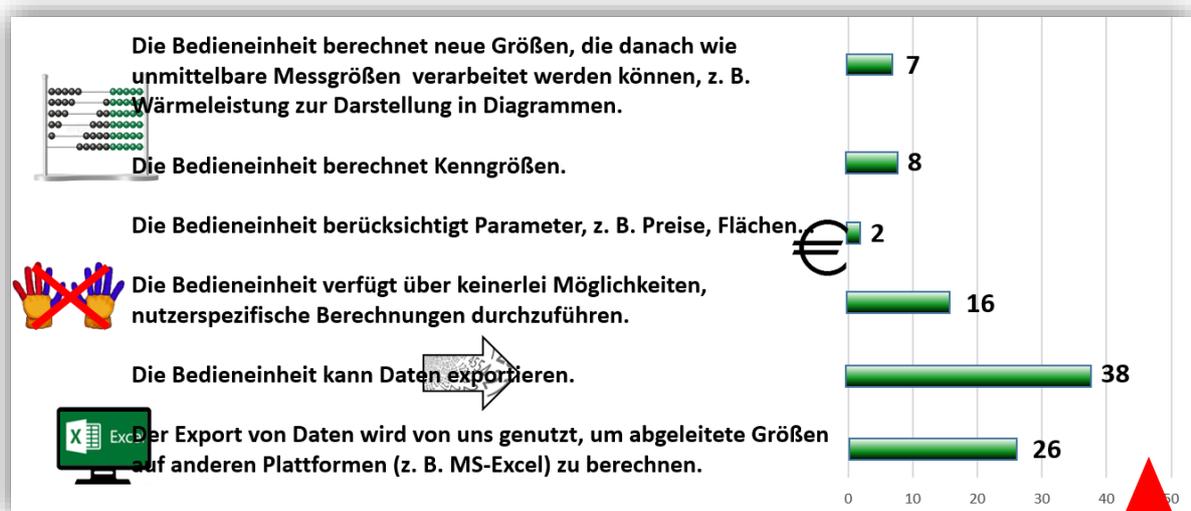


Bild 24: Nutzerspezifische Berechnung von abgeleiteten Größen

In 16 Fällen sind Berechnungen nicht möglich, weil die Bedieneinheiten keine nutzerspezifischen Rechenfunktionen zur Verfügung stellen. Immerhin jedoch berichten 38 Teilnehmer, dass ihre Bedieneinheit Daten exportieren kann, was in 26 Fällen dazu genutzt wird, um abgeleitete Größen auf anderen, externen Plattformen, z.B. Tabellenkalkulationsprogramme, zu berechnen.

Nur 7 Teilnehmer geben an, dass sie mit ihrer Bedienstation aus den vorhandenen Aufzeichnungen die Werte von neuen physikalischen Größen berechnen können, etwa um sie danach in weiteren Diagrammen darzustellen. 8 Teilnehmer ermitteln auf ihren Bedieneinheiten Kenngrößen. Bei 2 Systemen ist die Bedieneinheit in der Lage, auch externe Informationen mit den archivierten Daten zu verrechnen, wie z. B. Flächen und Preise für Medien, Dienstleistungen usw.

F5.21 Erstellen von Berichten



Fassen Sie aufgezeichnete Daten zu Berichten zusammen? Was geschieht mit diesen Berichten?

Das Erzeugen von Berichten stellt sich bei den hier befragten Teilnehmern als ein sehr seltenes bzw. sehr selten genutztes Merkmal von Bedieneinheiten heraus (Bild 25).

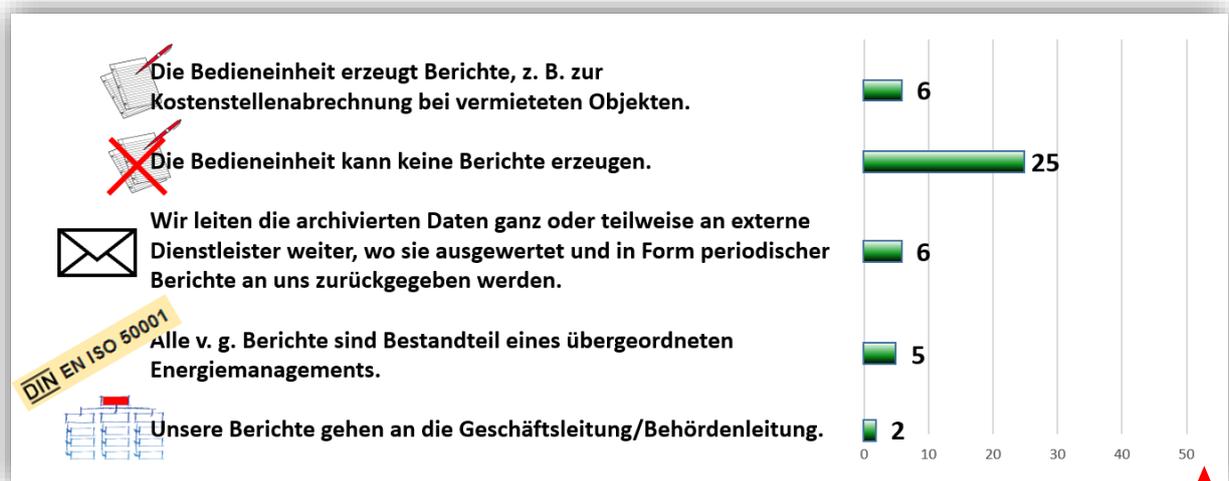


Bild 25: Nutzung der Bedienstation zur Erstellung von Berichten

Insgesamt 6-mal wird die Bedienstation benutzt, um Berichte zu erzeugen, etwa bei der Kostenstellenabrechnung an vermieteten Objekten. Bei 25 Teilnehmern ist die Erstellung von Berichten auf der Bedienstation nicht möglich.

6 Teilnehmer lassen ihre Betriebsdaten vom Hersteller oder externen Dienstleistern auswerten und erhalten sie in Form von Berichten bzw. Handlungsempfehlungen zurück. In zwei Fällen gehen diese Berichte an die Geschäfts-/Behördenleitung bzw. sind Bestandteil eines übergeordneten Energiemanagements (5-mal).

Die Einstellung vieler Teilnehmer zu den Reportingfunktionen einer Bedieneinheit wird aus den folgenden Zusatzkommentaren deutlich:

- Berichte mit diesen Inhalten erzeugen wir innerhalb des Energiecontrolling (tlw. automatisiert, tlw. manuell)
- Berichte sind für uns nicht von Interesse
- Berichte werden durch Energiemanager erstellt
- Berichte werden nicht genutzt
- Berichte werden nur gelegentlich erstellt

- Berichtsmöglichkeiten werden (bisher) nicht genutzt
- keine Berichte in Funktion
- MBE kann diese erstellen, wird jedoch nicht genutzt
- Weiterverarbeitung in CAFM
- werden im Energiemanagementtool (extra Programm) verarbeitet. Die Datenübergabe erfolgt automatisch via OPC.

F5.22 Offene Zusatzfrage



Wozu nutzen Sie die Bedieneinheit im Zusammenhang mit archivierten Daten sonst noch?

Die Resonanz auf diese Frage war sehr gering. Die 3 gegebenen Antworten waren folgende:

- „Anlagenoptimierung“
- „Die Daten dienen der Ermittlung von Einsparpotenzialen und als Basis für eine bedarfsgerechte Auslegung bei Neu- und Umplanungen von Anlagen und Komponenten.“
- „Kennzahlen allgemein“

F5.23 Kenntnisse im Umgang mit der Bedieneinheit



Wer konfiguriert die Bedieneinheit?

Das Konfigurieren der Bedieneinheiten im Hinblick auf bestimmte Leistungsmerkmale liegt – mit einer Ausnahme – mehrheitlich in Händen der Personen, deren Arbeitsplatz die Bedienstation auch ist. Auffällig ist dennoch der hohe Anteil von Fällen, bei denen die Mithilfe Dritter im Rahmen von Auftragsvergaben in Anspruch genommen wird. Einzelheiten zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1: Aufgaben und organisatorischer Hintergrund der Operateure an der Bedieneinheit. Bei den Zahlen handelt es sich um die absolute Anzahl der Nennungen, die Länge der farbigen Balken steht für den relativen Anteil der Nennungen an der Anzahl der Rückläufer (48).

Leistungsmerkmal	Mitarbeiter an der Bedienstation	Andere Mitarbeiter aus dem eigenen Haus	Dritte (z.B. Hersteller, Dienstleister)
Trendkurven	36	11	17
Andere Diagramme	17	9	13
Errechnen von abgeleiteten Größen	11	6	8
Ermitteln von Kenngrößen	14	6	6
Berichte	16	7	10
Kostenübersichten	4	8	3
Datenexport	29	10	12

Der Umgang mit Kosten des Gebäudes, Preisen für Energie und anderen nicht-technischen Größen ist offenbar nur für ganz Wenige ein Thema für die „GLT“.

2.1.6 F6 Effizienzeffekte jenseits des Energieeinsatzes

Dieser Abschnitt des Fragebogens betrifft die Anwendungsfelder von GLT, die Effizienzpotenziale im Bereich betrieblicher Prozesse bieten.



Welche Managementfunktionen nutzen Sie, um betriebliche Prozesse zu unterstützen?

Die Anzahl von Nennungen bei einigen vorgegebenen betrieblichen Prozessen zeigt Bild 26.

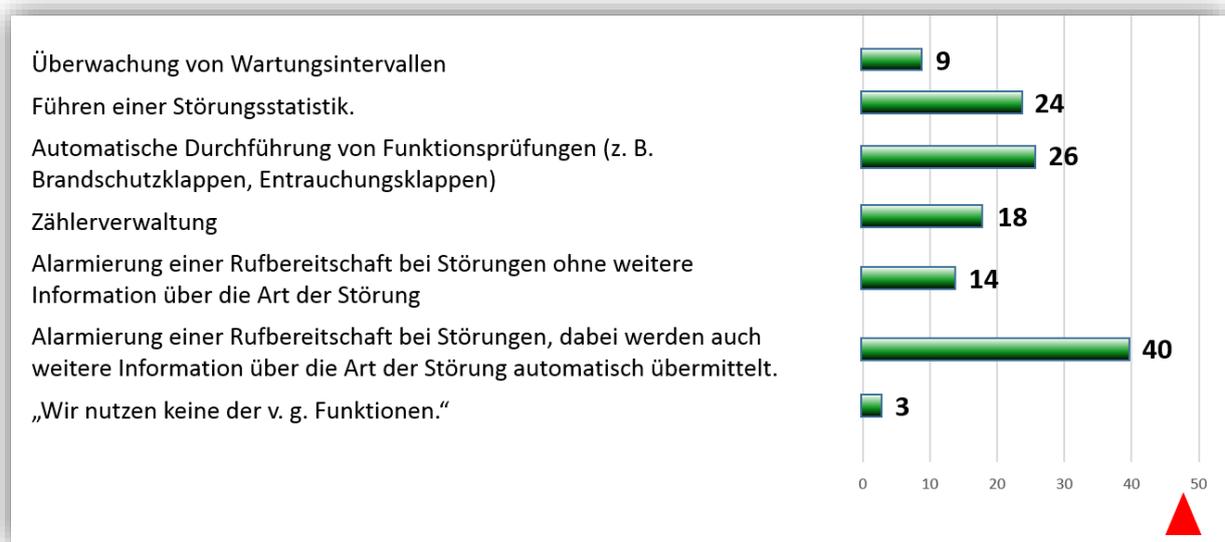


Bild 26: GLT zur Unterstützung betrieblicher Prozesse

Die Nutzung von „GLT“ bei der Effizienzsteigerung von Arbeitsprozessen erfolgt in den meisten Fällen – 40 – zur Alarmierung einer Rufbereitschaft bei Störungen, wobei nicht nur der Ruf selbst, sondern auch eine Information über die Störung mit übertragen wird. In 14 Fällen wird nur der Alarmruf übertragen.

26 Teilnehmer verwenden die „GLT“ für die automatische Durchführung von Funktionsprüfungen, etwa bei Brandschutz- oder Entrauchungsklappen.

24-mal wird „GLT“ zum Führen einer Störungsstatistik eingesetzt, 18-mal im Rahmen der Zählerverwaltung und 9-mal zur Überwachung von Wartungsintervallen.

2.1.7 F7 Persönliche Einschätzungen der Befragten

Dieser Abschnitt des Fragebogens sollte Hinweise über die subjektive Einstellung der Umfrageteilnehmer zu einigen Themen aus dem Umfeld ihrer GLT liefern.

Die Teilnehmer wurden aufgefordert, eine vorgegebene Feststellung aus ihrer Sicht mit 1 bis 5 Punkten zu bewerten (1 = negative Einstellung, 5 = positive Einstellung).

F7.25 Die subjektive Meinung der Teilnehmer zum Status Quo in Sachen Energieeffizienz durch GLT

„Wir nutzen schon heute unsere Bedieneinheit(en) ausgiebig und nachweisbar erfolgreich zur Steigerung der Energieeffizienz unserer Liegenschaft/en.“

Das Meinungsbild ist in Bild 27 dargestellt:

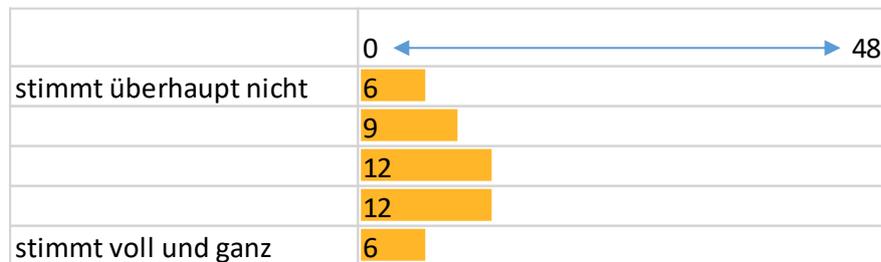


Bild 27: Das subjektive Meinungsbild der Teilnehmer zum Status Quo in Sachen Energieeffizienz durch GLT.

Die Mehrheit der Teilnehmer sieht sich also eher im Mittelfeld, wenn es um den Erfolg des Einsatzes der GLT zur Steigerung der Energieeffizienz geht.

Der anschließenden Bitte, konkrete Zahlen über Einsparungen bei den Energiekosten zu benennen, die sie durch Maßnahmen aufgrund der Informationen aus dem Gebäudeautomations-System ermittelt haben, kommen nur 7 Teilnehmer nach. 4 davon geben an, dass sie diese Zahlen geschätzt haben, 3 äußern sich nicht zur Qualität der Zahlen. Nur 1 Teilnehmer behauptet, dass er Einspareffekte belegen kann, darf jedoch – wie 10 weitere – keine Zahlen nennen. 30 Teilnehmer können zu konkreten Summen nichts sagen, weil es entsprechende Erhebungen in ihren Häusern nicht gibt.

Die erwähnten Angaben der 7 Teilnehmer sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Angaben von 7 Teilnehmern zu den Einsparungen aufgrund von Informationen aus dem Gebäudeautomationssystem
Sortierkriterium: Absolute Höhe der genannten Beträge.
Spalte „Pers. Einschätzung“: Subjektive Meinung des Teilnehmers zur Titelfrage; Skala s. Bild 27.

Pers. Einschätzung (Skala s. o.)	Energiekosten p.a.	Einsparungen p.a.		Rang relativ	Qualität d. Kostenangabe
Negativ [1]	64.000.000,00 €	1.500.000,00 €	2,3%	4	?
Positiv [5]	5.500.000,00 €	950.000,00 €	17,3%	2	Anm. 1)
neutral bis positiv [4]	36.000.000,00 €	500.000,00 €	1,4%	6	geschätzt
neutral bis positiv [4]	4.500.000,00 €	230.000,00 €	5,1%	3	geschätzt
neutral bis positiv [4]	650.000,00 €	150.000,00 €	23,1%	1	Anm. 2)
Positiv [5]	5.300.000,00 €	100.000,00 €	1,9%	5	geschätzt
neutral bis negativ [2]	1.400.000,00 €	10.000,00 €	0,7%	7	geschätzt

1) "Vergleich von Verbrauchsmessungen und spezifischen Energiekosten."

2) "Ergebnisse der Datenaufzeichnungen dienen zur Optimierung technischer Massnahmen, die ebenfalls zu Einsparungen führten."

F7.26 Die subjektive Meinung zum Stellenwert von Energieeffizienz beim Betrieb der eigenen Liegenschaft(en)

Die Teilnehmer wurden aufgefordert, die folgende Feststellung um ihre qualitative Einschätzung zu ergänzen:

„Der Stellenwert von Energieeffizienz beim Betrieb unserer Liegenschaft(en) ist ...“

Anfangs- und Endpunkt der 5-Punkte-Skala waren mit „eher gering“ (= 1) bzw. „eher hoch“ (= 5) vorgegeben. Das Ergebnis ist in Bild 28 dargestellt:



Bild 28: Das subjektive Meinungsbild der Teilnehmer zum Stellenwert von Energieeffizienz beim Betrieb ihrer Liegenschaft.

Die meisten der Befragten empfinden also eine Rückendeckung durch ihre Organisation, wenn es um Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz geht.

F7.27 Die subjektive Meinung zum Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement auf die Energieeffizienz der eigenen Liegenschaft(en)

Während die vorhergehende Frage sich mit dem Stellenwert von Energieeffizienz ganz allgemein befasste, sollten die Teilnehmer nun bewerten, inwieweit der Zusammenhang zwischen Gebäudeautomation und Gebäudemanagement einerseits und Energieeffizienz andererseits sich in ihrer Organisation herumgesprochen hat. Der unfertige Satz:

„Der Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement auf die Energieeffizienz unserer Liegenschaft(en) ist ...“

sollte durch Vergabe von 1 bis 5 Punkten (1 = „eher zweifelhaft.“, 5 = „allen Beteiligten klar“) vollendet werden.

Das Ergebnis ist in Bild 29 dargestellt:

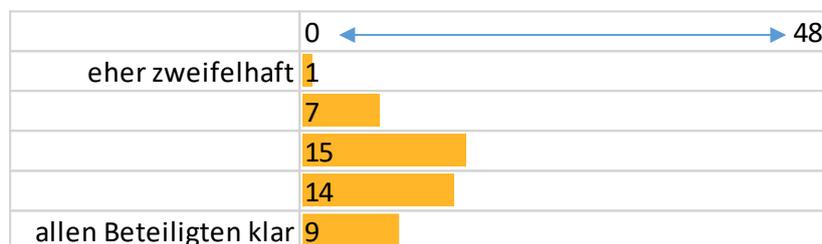


Bild 29: Das subjektive Meinungsbild der Teilnehmer über die Akzeptanz des Zusammenhangs zwischen Gebäudeautomation und Energieeffizienz beim Betrieb ihrer Liegenschaft.

Mit ihren Antworten bekennt sich die Mehrzahl der Teilnehmer zu einer neutralen bis leicht positiven Sichtweise zu diesem Thema. Von einer 100 %-Verbreitung in den Organisationen scheint man jedoch noch weit entfernt.

F7.28 Erfahrungen mit Gebäudeautomation und Energieeffizienz

Die Teilnehmer wurden gebeten, die folgende Feststellung durch Vergabe von 1 bis 5 Punkten zu vervollständigen (1 = „wenig erfolgreich.“, 5 = „sehr erfolgreich.“):

„Anstrengungen in der Vergangenheit, durch Maßnahmen bzw. Investitionen auf der Managementebene unseres Gebäudeautomationsystems die Energieeffizienz zu erhöhen, waren ...“

Das Ergebnis ist in Bild 30 dargestellt:

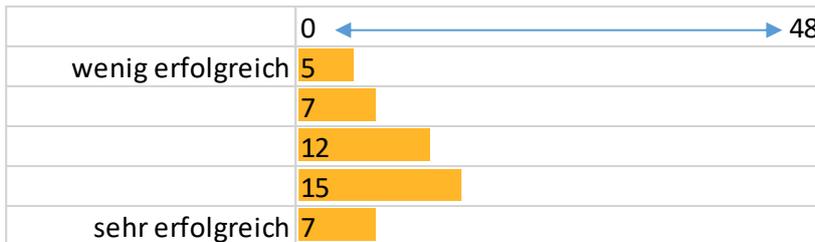


Bild 30: Das subjektive Meinungsbild der Teilnehmer über bisherige Erfolge von Maßnahmen auf der Managementebene zur Erhöhung der Energieeffizienz.

Im Ergebnis halten die meisten Teilnehmer derartige Maßnahmen als erfolgreich mit deutlicher Tendenz in Richtung „sehr erfolgreich“. Für eine „Spitzennote“ scheinen die meisten jedoch keinen Anlass zu sehen.

F7.29 Erfahrungen mit Gebäudeautomation und Effizienz der Arbeitsabläufe

Die Teilnehmer wurden gebeten, die folgende Feststellung aus ihrer Sicht mit 1 bis 5 Punkten zu bewerten (1 = „Stimme nicht zu.“, 5 = „Stimmt voll und ganz.“):

„Wir sehen in den Managementfunktionen von Gebäudeautomationsystemen auch Potenzial zur Steigerung der Effizienz unserer Arbeitsabläufe.“

Das Ergebnis ist in Bild 31 dargestellt.

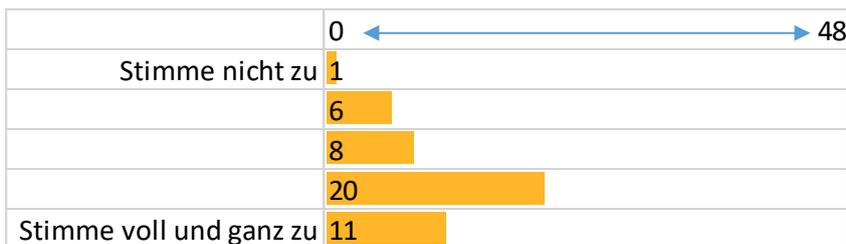


Bild 31: Das subjektive Meinungsbild der Teilnehmer über das Potential von Maßnahmen auf der Managementebene zur Steigerung der Effizienz interner Arbeitsabläufe.

Auch hier äußern sich die Teilnehmer verhalten positiv. Die Zahl derer, die dem Gedanken einer Steigerung der Effizienz interner Arbeitsabläufe durch Managementfunktionen „voll und ganz zustimmen“ können, liegt mit 11 bzw. 23 % jedoch immer noch sehr niedrig.

F7.30 Nachweisbare Erfolge bei der Effizienz von Arbeitsabläufen

Bei dieser Frage hatten die Teilnehmer Gelegenheit, realisierte Erfolge bei der Steigerung der Effizienz von Arbeitsabläufen zu benennen. Sie wurden aufgefordert, die folgende Feststellung aus ihrer Sicht mit 1 bis 5 Punkten zu bewerten (1 = „Stimme nicht zu!“, 5 = „In erheblichem Umfang!“):

„Es ist uns bereits gelungen, mit Hilfe von Managementfunktionen die Effizienz von Arbeitsabläufen zu steigern.“

Das Ergebnis ist im folgenden Diagramm dargestellt:

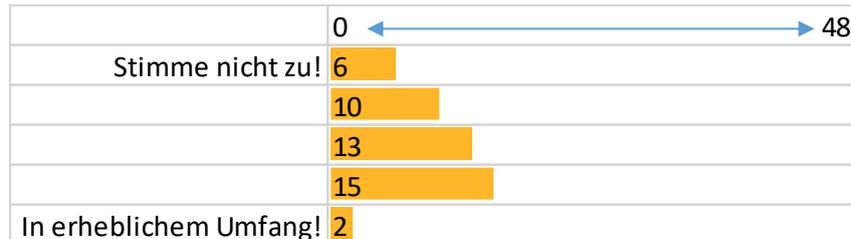


Bild 32: Das subjektive Meinungsbild der Teilnehmer über realisierte Erfolge von Maßnahmen auf der Managementebene zur Steigerung der Effizienz interner Arbeitsabläufe.

Wie bei den vorhergehenden Punkten scheint hier noch erheblich mehr „Luft nach oben“ zu existieren.

2.1.8 F8 Fragen und Antworten zum personellen Umfeld der Mitarbeiter im Bereich GLT

In diesem Abschnitt des Fragebogens geht es um das Tätigkeitsprofil und die Berufsqualifikation der Mitarbeiter in den Teams/Abteilungen für Gebäudeautomation. Dabei wurde nach zwei Klassen von GLT-Betreibern differenziert: Solche, die ausschließlich Drittfirmen mit der Instandhaltung, Weiterentwicklung und Pflege des Gebäudeautomationssystems beauftragen, und solche, die eigenes Personal für die Gebäudeautomation beschäftigen.

F8.31 Das personelle Umfeld bei externen Mitarbeitern

Insgesamt 11 Teilnehmer – darunter ein Privatunternehmen – betreiben ihre Liegenschaften mit Hilfe externer Dienstleistungsunternehmen. Sie erklären:

„Wir beschäftigen gar kein eigenes Personal für die Gebäudeautomation. Instandhaltung, Weiterentwicklung und Pflege des Gebäudeautomations-Systems sind extern vergeben. Die Bedieneinheit wird als Informationsquelle alleine vom Instandhaltungspersonal der TGA-Anlagen genutzt. Es beherrscht grundlegende Bedienfunktionen wie Quittieren von Störmeldungen, Navigation durch die Bilder usw...“

Sie wurden gebeten, max. drei Beispiele für die Berufsqualifikation dieses externen Instandhaltungspersonals zu geben. Dieser Bitte wurde nur in sehr geringem Umfang entsprochen.

Genannt wurden:

- 3 Personen mit Techniker-Abschluss, davon eine als Elektroniker,
- 5 Personen mit Meisterabschluss, davon drei als Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik, zwei als Elektroniker,
- 6 Personen mit abgeschlossener Lehre, davon zwei als Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik, zwei als Elektroniker, eine fachfremd.
- 2 Personen mit einem anderen Abschluss,
- 1 angeleitete Person,

- 4 Personen mit nicht genanntem Abschluss, davon zwei als Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik, zwei als Elektroniker.

Zusammenfassend lässt sich sagen: Die Teilnehmer, die entsprechende Angaben gemacht haben, beauftragen als externe Dienstleister insbesondere Personen mit einer handwerklichen Ausbildung, wobei sich Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik sowie Elektroniker in etwa die Waage halten.

F8.32 Das personelle Umfeld bei eigenen Mitarbeitern

37 Teilnehmer beschäftigen eigenes Personal für die Gebäudeautomation. Hinterfragt wurden Tätigkeit und beruflicher Hintergrund von max. 6 beispielhaft auszuwählenden Mitarbeitern aus dem Gebäudeautomations-Team.

Der überwiegende Teil dieser Mitarbeiter (101) bringt eine Ausbildung aus dem Bereich Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik mit (Bild 33).

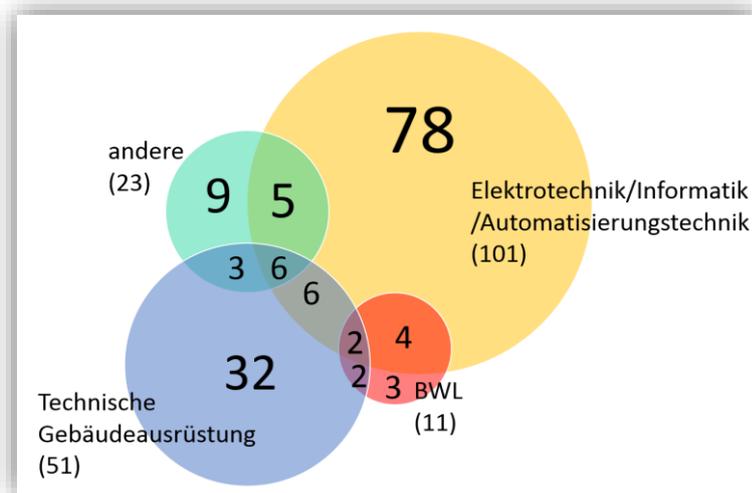


Bild 33: Fachlicher Hintergrund der Mitarbeiter

Etwa halb so groß (51) ist die Zahl derer, die eine Ausbildung in einer der übrigen TGA-Sparten absolviert haben. 14 davon haben einen Ausbildungshintergrund auf beiden Gebieten. Über BWL-Kenntnisse, die sie in einer Ausbildung erworben haben, verfügen insgesamt 11 Personen.

Wie die Art der Ausbildung sich auf die genannten Mitarbeiter verteilt, zeigt Bild 34.

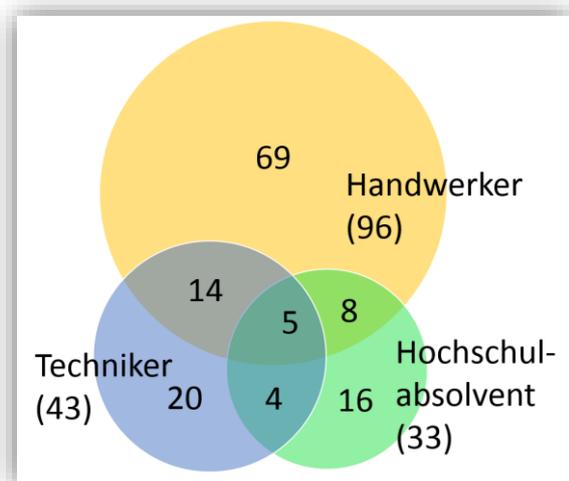


Bild 34: Ausbildungsabschluss der Mitarbeiter

96 Personen verfügen über Handwerker Ausbildung, 27 davon haben einen weiterführenden Abschluss als Techniker oder/und Hochschulabsolvent.

Im Kontext dieses Vorhabens ist die Frage von Bedeutung, ob ein Zusammenhang erkennbar ist zwischen dem beruflichen Hintergrund (Fachrichtung, Art des Abschlusses) und den Aufgaben der jeweiligen Person bei der Arbeit mit der Management- und Bedieneinrichtung. Deshalb wurden drei Zugriffsberechtigungen zum System vorgegeben, wie sie in der Praxis üblich sind:

- a) Mitarbeiter, die Zugriff haben auf alle Funktionsebenen der Bedieneinheit. Dazu gehören auch Funktionen, die kritisch sind für das Verhalten des Gesamtsystems. Sie können damit z. B. Kommunikationsverbindungen verändern, Konfigurationen und Parameter von Automationsprogrammen (Regler, Steuerungssequenzen usw.) modifizieren bzw. neu erstellen, die Messbereiche oder das dynamische Verhalten von Sensoren in der Feldebene parametrieren usw. Je nach Fabrikat des Systems können sie eigene Applikationsprogramme schreiben und ausführen. Sie haben i. d. R. Zugriff auf den Systemserver und die dort gespeicherten Daten.

Bild 35 zeigt den fachlichen Hintergrund und Ausbildungsabschluss der Mitarbeiter, die über die umfassendsten Zugriffsrechte verfügen.

	Elektrotechnik, Informatik, Automatisierungstechnik	Beide	Andere TGA-Sparte	Andere Fachrichtung
Personen, insgesamt	50	12	11	12
	62		35	
Davon 2. Ausbildung BWL	4	2	1	
Hochschulabsolvent	12 	4 	4 	3
Techniker	15 	2 	1 	2
Handwerker (Geselle/Meister)	19 	1 	6 	2

Bild 35: Fachlicher Hintergrund und Ausbildungsabschluss der Mitarbeiter, die über unbeschränkte Zugriffsrechte für das System verfügen.

Der Schwerpunkt liegt hier klar erkennbar bei Angehörigen der Fachrichtungen Elektrotechnik/ Informatik/Automatisierungstechnik. Nicht zuletzt unterschiedliche Personalkosten dürften der Grund für die erkennbaren Unterschiede in den drei Gruppenstärken sein.

- b) Mitarbeiter, die über „mittlere“ Zugriffsrechte zum System verfügen, z. B. um Sollwerte zu verändern, Zeitschaltpunkte einzustellen usw. Ihnen wird damit keine Verantwortung für das Gebäudeautomationssystem als solches übertragen, sondern ihre Zuständigkeit konzentriert sich auf das Beobachten und ggfs. Eingreifen in den anlagentechnischen Prozess.

Bild 36 zeigt den fachlichen Hintergrund und Ausbildungsabschluss der Mitarbeiter, die über „mittlere“ Zugriffsrechte verfügen.

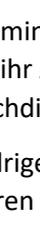
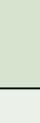
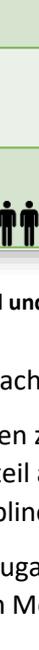
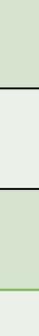
	Elektrotechnik, Informatik, Automatisierungstechnik	Beide	Andere TGA-Sparte	Andere Fachrichtung
Personen, insgesamt	36 	1 	20 	9 
Davon 2. Ausbildung BWL	0	0	1	
Hochschulabsolvent	0	1 	2 	1 
Techniker	8 	0	4 	0
Handwerker (Geselle/Meister)	21 	0	11 	7 

Bild 36: Fachlicher Hintergrund und Ausbildungsabschluss der Mitarbeiter, die über „mittlere“ Zugriffsrechte für das System verfügen.

Ein Vergleich mit Bild 35 macht deutlich:

Auf dieser Ebene dominieren zwar immer noch die Menschen mit elektro-/informationstechnischer Ausbildung, ihr Anteil an der gesamten Gruppe hat sich jedoch deutlich erkennbar zugunsten anderer Fachdisziplinen verschoben.

- c) Mitarbeiter mit niedriger Zugangsberechtigung, z. B. nur zum Anwählen und Beobachten von Bedienbildern, Quittieren von Meldungen usw., darüber hinaus jedoch ohne weitere Eingriffsmöglichkeiten (Bild 37).

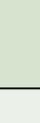
	Elektrotechnik, Informatik, Automatisierungstechnik	Beide	Andere TGA-Sparte	Andere Fachrichtung
Personen, insgesamt	1 	0	4 	2 
Davon 2. Ausbildung BWL	0	0	0	
Hochschulabsolvent	0	0	1 	0
Techniker	1 	0	0	0
Handwerker (Geselle/Meister)	0	0	2 	0

Bild 37: Fachlicher Hintergrund und Ausbildungsabschluss der Mitarbeiter, die über niedrige Zugriffsrechte für das System verfügen.

Dieser Gruppe gehören nur noch sehr wenige Mitarbeiter an. Eine Konzentration auf eine bestimmte fachliche Ausrichtung ist nicht erkennbar.

Bei der Frage nach dem aktuellen Tätigkeitsprofil waren 3 Kategorien vorgegeben:

- Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit;
- Instandhaltung, Weiterentwicklung, Pflege des Gebäudeautomationssystems;
- Auswerten, Analyse von erfassten Daten aus dem Gebäudeautomationssystem.

Die Verteilung von insgesamt 162 Mitarbeitern auf diese drei Tätigkeitsfelder zeigt Bild 38.

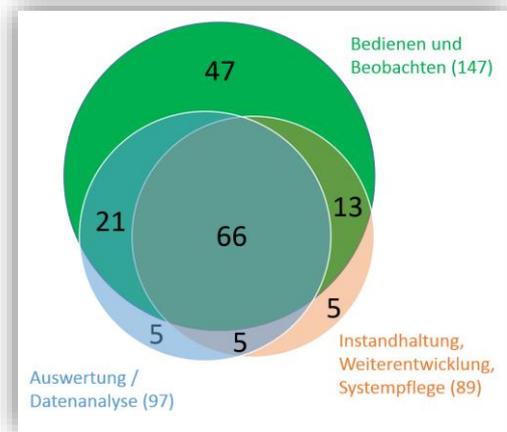


Bild 38: Venn-Diagramm aus den Angaben zur Tätigkeit von insgesamt 162 Mitarbeitern der befragten Institutionen

In diesem Zusammenhang wurde über insgesamt 112 Mitarbeiter berichtet, dass sie noch weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation wahrnehmen.

F8.33 Anreizprogramme, Verbesserungswesen

Bild 39 zeigt, wie viele der teilnehmenden Institutionen ihre Mitarbeiter belohnen für Vorschläge zur Energieeinsparung (5) oder zur Verbesserung von Arbeitsabläufen (6) oder zu beidem (9).

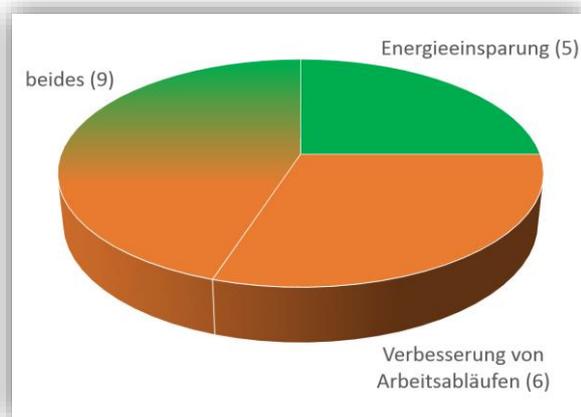


Bild 39: Übersicht über die Rückmeldungen zum Thema *Anreizprogramme, Verbesserungswesen*.

2.1.9 Schlaglichter aus den Einzelergebnissen

Im Folgenden eine „schlaglichtartige“ Zusammenstellung von Feststellungen aus den in Abschnitt 2 vorgestellten Einzelergebnissen. Diese Feststellungen vermitteln unmittelbar einen Eindruck über den Umgang von Teilnehmern einer Fachtagung über GLT mit GLT. Ihre Übertragbarkeit auf die Gesamtheit aller Teilnehmer oder sogar darüber hinaus ist nicht erwiesen. Man darf daher nicht erwarten, dass die Ergebnisse der Umfrage ein statistisch abgesichertes Bild ergeben. Andererseits gibt es aber auch keinen Grund für die Annahme, dass außerhalb des Probandenkreises die Dinge erheblich anders laufen oder anders gesehen werden.

- Bedieneinrichtungen sind in den Anlagen der Teilnehmer offenbar reichlich vorhanden.
- Bedieneinrichtungen sind überwiegend ein Werkzeug für den operativen Anlagenbetrieb. Diese Schlussfolgerung ergibt sich aus folgenden Befunden:
 - Den Zahlen nach stehen die Funktion „Störungsmeldung“, „Anzeigen“ und „Zeitschalten“ im Vordergrund.
 - Auch das Archivieren bezieht sich bei den meisten Teilnehmern auf Störungsmeldungen, gefolgt von den Anmeldevorgängen. Das Speichern von Stellwerten und von Betriebsstunden ist wenig verbreitet.
 - Trendkurven sind relativ populär.
 - Funktionen zur Unterstützung betrieblicher Prozesse, die mit Überwachung, Verwaltung, Routineprüfungen zu tun haben, werden relativ intensiv genutzt.
 - Das Personal, das mit den Bedieneinrichtungen arbeitet, hat zum größten Teil eine Handwerker- bzw. Technikerausbildung.
- Bedieneinrichtungen werden in deutlich geringerem Umfang im Rahmen von strategischen Projekten zur Minimierung des Energieeinsatzes genutzt. Diese Schlussfolgerung ergibt sich aus folgenden Befunden:
 - Trotz umfangreicher Ausstattung mit Bedieneinheiten des Gebäudeautomationssystems haben sich etwa zwei Drittel der Teilnehmer mit weiteren Systemen für Aufgaben des Energiemanagements bzw. des Anlagenmonitorings ausgerüstet.
 - Das Arbeiten mit archivierten Daten erfolgt – wenn überhaupt – nur in wenigen Fällen auf der Bedienstation, sondern stattdessen auf externen Systemen.
 - Erstellen von Berichten ist nur in ganz seltenen Fällen ein Thema für „GLT“.
 - Diagrammformen mit Übersichtscharakter (Sankey-Diagramme, Kalenderdiagramme) werden kaum genutzt.
 - Personen, die über eine Ausbildung mit kaufmännisch/betriebswirtschaftlicher Komponente verfügen, sind in den Teams/Abteilungen für Gebäudeautomation so gut wie nicht vertreten.
- Die Pflege der Benutzeroberfläche der Bedieneinheit erfolgt häufig – und je nach Aufgabenstellung sogar ausschließlich – durch externe Dienstleister oder die Errichter.
- Von den 5 Optionen zum Stellenwert von Energieeffizienz wird „eher hoch“ am häufigsten (15-mal) gewählt. Je negativer die vorgegebene Antwortvariante ist, umso weniger Teilnehmer machen von dieser Variante Gebrauch.

Offenbar jedoch färbt dieser Stellenwert von Energieeffizienz nicht auf den Stellenwert von Gebäudeautomation/Gebäudemanagement ab. Die Mehrzahl der Teilnehmer sieht den Zusammenhang zwischen beiden Themen eher neutral. Man kann nicht sagen, dass der Einfluss von Gebäudeautomation/Gebäudemanagement auf Energieeffizienz ähnlich populär ist wie das Thema Energieeffizienz alleine. Letzteres mag auch damit zusammenhängen, dass Erfahrungen der Teilnehmer mit Maßnahmen auf der Managementebene von Gebäudeautomationssystemen zur Erhöhung der Energieeffizienz augenscheinlich nicht immer von Erfolg gekrönt waren. Die erzielten Erfolge lagen mehrheitlich im Mittelfeld zwischen „wenig“ und „sehr“ erfolgreich (mit Tendenz in Richtung „sehr“). Die höchste Bewertung wurde ebenso oft abgegeben wie die zweitschlechteste.

- Ähnlich wie vor ist die Einschätzung im Bereich „Effizienz von Arbeitsabläufen“. Längst nicht alle Teilnehmer, nicht einmal die Mehrheit, können die Aussage voll und ganz unterstützen, dass Managementfunktionen von Gebäudeautomationssystemen auch in diesem Bereich das Potenzial der Effizienzsteigerung bieten. Von „erheblichen“ Erfolgen in diesem Bereich berichten lediglich 2 Teilnehmer. Die Mehrheit bleibt zurückhaltender.
- Der Wert 69 % für den Anteil der Mitarbeiter, die noch weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation wahrnehmen, erscheint signifikant hoch.

2.2 Ortsbesichtigungen/Interviews

Während des Berichtszeitraums wurden im Rahmen von 7 Ortsbesichtigungen Interviews mit ausgewählten Adressaten der Umfrage geführt. Hauptkriterium für die Auswahl war dabei die Nennung einer konkret realisierten Einsparung bzw. die erklärte Bereitschaft, darüber im Interview reden zu wollen.

2.2.1 Protokolle

Interview Nr. 1

Typ der Liegenschaft	Universität	
Interviewpartner	Dipl.-Ing. Versorgungstechnik, Abteilungsleiter Gebäudeautomation	
Anzahl Mitarbeiter für „GLT“	6 Mitarbeiter insgesamt für Automations- und Managementebene. Aufgabe: Beobachtung von Systemereignissen. Verantwortung für die Bereitstellung von Informationen aus den Anlagen, nicht für deren Bewertung.	
Weitere Mitarbeiter	7 Mitarbeiter „MSR“	
Automationsbereich	Bisher beinahe ausschließlich Anlagenautomation; Raumautomation nur in neuen Gebäuden	
Energiekosten 2017	18,7 Mio € (65 % Strom, 28 % Fernwärme, 7 % Wasser)	
Einsparungen durch Gebäudeautomation:	Zahlen dazu gibt es nicht, weil es bis dato keine entsprechenden Untersuchungen gibt. Ein "Reduzierter Betrieb" der Anlagen in der Zeit zwischen Weihnachten und Neujahr wurde bisher mehrfach erfolgreich praktiziert, gilt aber nicht als Erfolg der Gebäudeautomation.	
Systemtopologie	<p>Dezentral. Kommunikation über LAN (Ethernet). Zentrale Leitwarte mit 3 MBE (OPC) + 2 MBE (BACnet). Weitere 6 MBE (OPC) + 1 MBE (BACnet) in Gebäuden verteilt.</p> <p>Energiemanagementsystem (OPC) mit eigenem Server. Zentrale Datenbankserver. In der Automationsebene eigene Automationsstationen ausschließlich für Störungsmeldungen aus den Gewerken.</p> <p>Erfassung von Zählwerten nutzt zwar dasselbe (physikalische) Netzwerk, jedoch mit eigenen Protokollen und nur für die Verbindung zwischen Zählern und Energiemanagement-System: LON-Segment vorwiegend für Stromzähler. M-BUS – Segment vorwiegend für Wärmemengenzähler.</p> <p>Auf der Managementebene (noch) andere Fabrikate als auf der Automationsebene.</p> <p>Mobile MBE kommen zum Einsatz.</p> <p>ca. 120.000 Datenpunkte</p>	
Personelle Besetzung der Bedieneinheiten	<p>Die Management- und Bedieneinrichtungen in der zentralen Leitwarte der Liegenschaft bilden eine „übergeordnete Managementebene“. Dort lässt sich nur eine Untermenge aller Informationen einsehen und bedienen. Die Leitzentrale ist 24/7 besetzt, tagsüber mit 3 Personen, nachts mit 1 Person. Es ist <u>nicht</u> vorgesehen, dass sich eine davon ausschließlich um die Gebäudeautomation kümmert.</p> <p>Die Leitzentrale ist besetzt mit Insgesamt 8 Mitarbeitern (Meister, Techniker). Leitwarte gehört organisatorisch zur Abteilung „Gebäudebetrieb“ (s. o).</p> <p>Die 7 verteilten Bedieneinheiten sind in Räumen installiert, die nur bei Bedarf vom jeweiligen Anlagenbetreuer genutzt werden. In diesen Räumen ist auch die jeweils relevante Dokumentation untergebracht.</p> <p>Die Mitarbeiter sind mit mobilen Bedieneinheiten (Notebook-PC, Tablet, Smartphone) ausgerüstet und können von jedem Ort der Liegenschaft aus auf das Gebäudeautomationssystem zugreifen.</p>	

Umgang mit aktuellen Informationen	<p>Bei Eintreffen einer Störungsmeldung stellt das Personal in der Leitwarte manuell Tickets aus, die täglich gesammelt an die Fachabteilung (Instandhaltung) gehen. Störungsmeldungen werden auf Datenträger archiviert.</p> <p>Ist- und Sollwerte von Regelkreisen werden beobachtet, um zu sehen, ob die Regler ordnungsgemäß arbeiten.</p> <p>Zeitschaltpläne werden von der Leitzentrale aus bedient. Das dortige Personal handelt dabei jedoch ausschließlich auf Anweisung.</p>
Archivierung von Informationen	<ul style="list-style-type: none"> • Messwerte, z. B. Temperaturen; Zählwerte von Medienverbrauchsmengen (für externes Energie-Management-System) • Zählwerte von Betriebsstunden (für externes Energie-Management-System) • Stellwerte, die automatisch erzeugt werden, • Reguläre Ereignisse, z. B. Wartungsmeldungen, manuelle Stelleingriffe,... • Störungsereignisse, Quittivorgänge • Anmeldevorgänge von Bedienern • Systemereignisse als Teil der Gewerkmeldungen <p>Zu speichernde Informationen werden von eigenem Personal je nach Bedarf konfiguriert.</p> <p>Die gespeicherten Informationen dürfen aufgrund vorhandener Lizenzen uneingeschränkt und jederzeit selbst weiter verarbeitet werden.</p>
Nutzung von Trendkurven	<p>Um den Verlauf bestimmter Medienverbräuche während eines vorgegebenen Zeitraums zu sehen,</p> <ul style="list-style-type: none"> • um Abhängigkeiten zwischen einzelnen Größen zu sehen, • um die Wirkung von Eingriffen zu erkennen bzw. zu verfolgen, • um die Einhaltung von Grenzwerten nachzuweisen. <p>Die Optimierung von Reglereinstellungen wäre nur in wenigen Fällen möglich, da man meistens keinen Zugang zu den Regelparametern in den DDC-Programmen der Automationsebene hat. Im Übrigen fehlen die personellen Kapazitäten.</p>
Nutzung anderer Diagrammtypen	<p>Außer Trendkurven werden an den Bedieneinheiten keine systemeigenen Diagrammtypen genutzt. Eigene Diagrammtypen hat der Interview-Partner auf Basis von exportierten Daten außerhalb des Systems erstellt. Dabei Verwendung von Open-Source-Software.</p>
Berechnen von abgeleiteten Größen	<p>Aus den gespeicherten Informationen errechnet die Bedieneinheit neue Größen, die sie danach wieder als Diagramm darstellt. Es gibt eine Vielzahl von Algorithmen, die im Laufe der Jahre entstanden sind. Diese Programme sind allerdings nicht fehlerfrei und sind auch nicht dokumentiert. Es gibt derzeit nur noch einen Know-How-Träger.</p>
Exportmöglichkeiten	<p>...sind grundsätzlich vorhanden und werden auch genutzt. Der Export ist allerdings sehr umständlich, da die Daten auf dem Server in Binär-Dateien abgelegt sind.</p>
Berichte	<p>Berichte können die vorhandenen Bedieneinheiten nicht erzeugen. Ein jährlicher Energiebericht wird im Nachbardezernat „Kaufmännisches Gebäudemanagement“ erstellt. Dort gibt es eine Organisationseinheit „Energie-Management“. Der Autor hat eine kaufmännische Ausbildung. Lt. Tätigkeitsbeschreibung soll er „Ideen für Energiesparmaßnahmen entwickeln“.</p> <p>Der Bericht entsteht mit Hilfe einer im Laufe der Jahre gewachsenen Excel-Vorlage, die sich der Zähler-Daten aus der Datenbank des Energiemanagement-Systems bedient.</p>
Konfigurierung der Bedieneinheiten	<p>Die Konfigurierung der Bedieneinheiten für alle ihnen zugeordneten Aufgaben erfolgt grundsätzlich durch Mitarbeiter aus dem Team des Interviewpartners, d. h. nicht durch die unmittelbaren Bediener.</p> <p>Bei Neubauprojekten werden die Detailbilder durch den Errichter aufgrund von groben Vorgaben des Auftraggebers erstellt. Die Integration in die übergeordnete GLT der Leitzentrale – bei BACnet-Projekten i. d. R. mit Hilfe von EDE-Dateien der Errichter – erfolgt mit eigenem Personal.</p>

Nutzung der Bedieneinheiten für Funktionen zur Steigerung der Effizienz von Arbeitsprozessen	<ul style="list-style-type: none"> • Automatische Durchführung von Funktionsprüfungen (z. B. Brandschutzklappen, Entrauchungskklappen) • Alarmierung einer Rufbereitschaft bei Störungen ohne weitere Information über die Art der Störung • Alarmierung einer Rufbereitschaft bei Störungen, dabei werden auch weitere Information über die Art der Störung automatisch übermittelt.
Persönliche Einschätzungen des Interviewpartners	<ul style="list-style-type: none"> • Er ist nicht der Meinung, dass schon heute die Bedieneinheiten ausgiebig und nachweisbar erfolgreich zur Steigerung der Energieeffizienz der betreffenden Liegenschaft genutzt werden. • Er hält den Stellenwert von Energieeffizienz beim Betrieb der Liegenschaft für mittel bis gering. • Er glaubt, dass eine dezidierte Meinung über den Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemangement auf die Energieeffizienz der Liegenschaft bei den Entscheidungsträgern nicht vorhanden ist. • Er findet, dass Anstrengungen in der Vergangenheit, durch Maßnahmen bzw. Investitionen auf der Managementebene des Gebäudeautomationssystems die Energieeffizienz zu erhöhen, erfolgreich waren. • Er stimmt der Aussage voll zu, dass in den Managementfunktionen von Gebäudeautomationssystemen auch Potenzial zur Steigerung der Effizienz interner Arbeitsabläufe steckt. • Er glaubt, dass es bereits gelungen sei, mit Hilfe von Managementfunktionen die Effizienz von Arbeitsabläufen zu steigern.
Qualifikationen	<p>Mitarbeiter 1 (Abteilungsleiter Gebäudeautomation):</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Instandhaltung, Weiterentwicklung, Pflege des Gebäudeautomationssystems Auswerten, Analysieren von erfassten Daten aus dem Gebäudeautomationssystem Weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation.</p> <p>Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik</p> <p>Berufsabschluss: Techniker, danach Hochschulabschluss</p> <p>Alle Zugangsrechte zum Gebäudeautomations-System</p> <hr/> <p>Mitarbeiter 2, Mitarbeiter 3:</p> <p>Wie Mitarbeiter 1, jedoch ohne Hochschulabschluss</p> <hr/> <p>Mitarbeiter 4:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation.</p> <p>Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik</p> <p>Berufsabschluss: Techniker</p> <p>Zugangsberechtigung: Sollwerte verändern, Zeitschaltpunkte einstellen u. ä.</p> <hr/> <p>Mitarbeiter 5, Mitarbeiter 6:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit</p> <p>Fachrichtung: Anderes TGA-Gewerk</p> <p>Berufsabschluss: Techniker</p> <p>Zugangsberechtigung: Sollwerte verändern, Zeitschaltpunkte einstellen u. ä.</p>
Anreizprogramme für Mitarbeiter	<p>„Anreizprogramme“ im Personalbereich für Vorschläge zur Steigerung der Energieeffizienz oder zur Verbesserung der Effizienz von Arbeitsabläufen gibt es nicht.</p>

Anstehende Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz	1.
	Situation: RLT-Gerät auf dem Dach eines Gebäudes montiert. Keine Einhausung. Keine Dämmung. Ca. 200 m Luftleitung mit Wärmedämmung $d = 100$ mm.
	GLT-Bezug: GA zeigt zwischen Anfang der Luftleitung und Eintritt ins Gebäude $\Delta\theta = 4$ K.
Maßnahmen: Eigentümer soll angesprochen werden wg. Einhausung (Dämmung) von Leitung und Anlage.	
Status: In Arbeit	
2.	
Situation: Verdacht eines zu frühen Heizbeginns bei einer kompletten Gebäudereihe.	
GLT-Bezug: Aufzeichnungen des Gebäudeautomations-Systems über Vorlauftemperaturen und Laufzeiten von Ventilatoren.	
Maßnahmen: Implementierung der Funktion „Gleitendes Schalten“ zur Optimierung der Schaltzeiten von Beginn und Ende der Nachtabenkung.	
Status: Bisher nur „angedacht“.	
3.	
Situation: Lüftung von Laboren. Derzeit werden 9 – 12 Luftwechsel/Stunde gefahren. Das gesetzliche Minimum liegt angeblich beim 7-fachen Luftwechsel/Stunde. Bisher keine Nachtabenkung.	
GLT-Bezug: Zeitschaltprogramme	
Maßnahmen: Reduzierung des Volumenstroms außerhalb der offiziellen Laborzeiten (Mo-Fr 07:00 bis 22 h). Einheitliche Benutzerschnittstelle.	
Status: Als Feldversuch bisher in einem Gebäude umgesetzt. Ergebnisse werden kurzfristig erwartet.	

Interview Nr. 2

<p>Typ der Liegenschaft</p>	<p>Medienhaus</p>	
<p>Interview-partner</p>	<p>Dipl.-Ing. Elektrotechnik, Fachrichtung Automatisierung, Abteilungsleiter</p>	
<p>Anzahl Mitarbeiter für „GLT“</p>	<p>Das GA-Team am Hauptstandort besteht aus 6 Mitarbeitern, die im 2-Schicht-Betrieb arbeiten: 1 Elektromeister, 1 Techniker (Fachr. Elektrotechnik), 4 MSR-Techniker.</p>	
<p>Weitere Mitarbeiter</p>	<p>An jedem der 2 Außenstandorte gibt es 3 Mitarbeiter (1 Elektromeister, 2 Techniker/Fachr. Elektrotechnik). Gewerke spezifisches Fachpersonal, z. B. für Heizung, Lüftung, Sanitär gibt es nicht. Zwei weitere MSR-Techniker arbeiten standortübergreifend.</p>	
<p>Automationsbereich</p>	<p>Anlagenautomation; Raumautomation nur für technische Betriebsräume</p>	
<p>Energiekosten 2017</p>	<p>5,5 Mio €</p>	
<p>Einsparungen durch Gebäudeautomation:</p>	<p>ca. 950.000 € p. a. gegenüber 2014, errechnet durch Vergleich von Verbrauchsmessungen bei Zugrundelegung spezifischer Einheitspreise.</p>	
<p>System-topologie</p>	<p>Klassische hierarchische Struktur, homogenes System: Feldebene: Anbindung von Zählern über N2-Bus, Modbus und BACnet. Managementebene: Datenarchivierung per SQL-Server. Umfang: ca. 100.000 Datenpunkte Energiemanagementsystem mit eigener Datenbank. Bedienung und Visualisierung per Web-Client (MS Internet Explorer) . Zählwerte für das Energiemanagementsystem teilweise aus dem SQL-Server des Gebäudeautomationssystems, teilweise aus einem eigenen Zählernetzwerk (Modbus). Abgrenzung zwischen Gebäudeautomationssystem und Energiemanagementsystem:</p> <ul style="list-style-type: none"> • GLT wird genutzt, um technische Zusammenhänge zu untersuchen, d. h. für Aufgaben des Monitorings und für Stelleingriffe, aber auch im Zusammenhang mit der Anpassung der gebäudetechnischen Anlagen an neue Randbedingungen am Markt. • Betriebswirtschaftliche Angelegenheiten laufen über das Energiemanagementsystem. 	
<p>Personelle Besetzung der Bedieneinheiten</p>	<p>Es gibt keine 24/7-Leitwarte. Grundsätzliche „Öffnungszeiten“ der Leitwarte von 07:00 Uhr bis 22:00 Uhr, aber auch in dieser Zeit ist eine ständige Besetzung nicht vorgesehen. Es kann von mehreren in der Liegenschaft verteilten stationären Bedieneinheiten auf das Gebäudeautomationssystem zugegriffen werden. Diese Bedieneinheiten sind PCs, die keine andere Aufgabe als die der Leitstation besitzen. Darüber hinaus sind die Mitarbeiter mit mobilen Bedieneinheiten (Notebook-PCs) ausgerüstet. Sie können von jedem Ort in der Liegenschaft aus auf das Gebäudeautomationssystem zugreifen. Anlagenbetreuung, Wartung und Störungsbeseitigung sind an externe Firmen vergeben. Die Mitarbeiter mit Meisterausbildung sind in der Lage, zu erkennen, ob die Anzeigen in den Bildern plausibel sind.</p>	

Umgang mit aktuellen Informationen	<p>Das Bedienungspersonal achtet auf Störmeldungen, um entsprechend schnell reagieren zu können. Störmeldungen werden protokolliert und archiviert.</p> <p>Die vom System erfassten Zählerstände werden genutzt, um rechtzeitig zu erkennen, wenn ein Medienverbrauch Auffälligkeiten zeigt.</p> <p>Ein Blick auf die Ist- und die Sollwerte von Reglern wird zur Beurteilung der Regelqualität genutzt.</p> <p>Ist- und Sollwerte von Regelkreisen werden beobachtet, um zu sehen, ob die Regler ordnungsgemäß arbeiten.</p> <p>Man pflegt die Zeitschaltpläne für einzelne Anlagen und Anlagenteile anhand von aktuellen Informationen, die die jeweiligen Nutzer dieser Einrichtungen beibringen.</p> <p>Auch aktuelle Informationen werden teilweise an andere Abteilungen weitergegeben, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zählerstände an die für Energiecontrolling zuständige Abteilung, • Statusinformationen an Nutzersubsysteme (z. B. Hauptschalträume für die Kernbereiche des Unternehmens, Hauptschalträume Rechenzentrum usw.) <p>An einem Außenstandort wird Lastmanagement im Rahmen der Kälteerzeugung betrieben. Bei drohenden Stromspitzen kommen Eisspeicher zum Einsatz.</p>
Archivierung von Informationen	<ul style="list-style-type: none"> • Zählwerte von Medienverbrauchsmengen • Reguläre Ereignisse, z. B. Wartungsmeldungen, manuelle Stelleingriffe,... • Störungsereignisse, Quittivorgänge • Anmeldevorgänge von Bedienern • Anlagensystemmeldungen (On-/Offline, Status- und Störmeldungen von internen Komponenten wie Trendserver usw.) <p>Zu speichernde Informationen werden von eigenem Personal zwar nach Bedarf festgelegt, im Rahmen von Projekten und größeren Maßnahmen jedoch durch den Errichter konfiguriert. Grund: Verfügbarkeit von Ressourcen, Gewährleistung.</p> <p>Die gespeicherten Informationen dürfen aufgrund vorhandener Lizenzen uneingeschränkt und jederzeit selbst weiter verarbeitet werden.</p> <p>Verbrauchswerte werden mit dem Energiemanagementsystem geteilt und dort von zwei Mitarbeitern nach eigenen Vorgaben ausgewertet.</p>
Nutzung von Trendkurven	<ul style="list-style-type: none"> • Um Reglereinstellungen zu optimieren, • um den Verlauf bestimmter Medienverbräuche während eines vorgegebenen Zeitraums zu sehen, • um Abhängigkeiten zwischen einzelnen Größen zu sehen, • um die Wirkung von Eingriffen zu erkennen bzw. zu verfolgen.
Nutzung anderer Diagrammtypen	<p>Außer Trendkurven kann die Bedieneinheit noch Linien-, Flächen- und Balkendiagramme erzeugen. Insbesondere Kalender-, Streu- und Sankeydiagramme gibt es auf der Bedienstation <u>nicht</u>.</p>
Berechnen von abgeleiteten Größen	<p>Die Bedieneinheit stellt keine Rechenfunktionen für Prozessvariablen zur Verfügung.</p>
Exportmöglichkeiten	<p>Um abgeleitete Größen zu ermitteln, exportiert man die Daten und leitet sie weiter zur Abt. Energiecontrolling.</p>
Berichte	<p>Berichte können die vorhandenen Bedieneinheiten nicht erzeugen. Die Erzeugung von Berichten erfolgt teilweise automatisch, aber auch manuell, in der Abteilung „Energiecontrolling“. Deren Berichte sind Bestandteile eines übergeordneten Energiemanagements und gehen an die Geschäftsleitung.</p>
Weitere Verwendung archivierter Daten	<p>Die Daten dienen der Ermittlung von Einsparpotenzialen und als Basis für eine bedarfsgerechte Auslegung bei Neu- und Umplanungen von Anlagen und Komponenten.</p>

Konfigurierung der Bedieneinheiten	<p>Die Konfigurierung der Bedieneinheiten für die Darstellung von Trendkurven erfolgt durch das eigene Personal, das an der Bedieneinheit arbeitet.</p> <p>Das Konfigurieren und Starten eines Datenexports erfolgt durch Personal, das an der Bedieneinheit arbeitet, und durch andere Mitarbeiter aus dem eigenen Hause.</p> <p>Ein Mitarbeiter, der „gerne programmiert“, hat mehrere kleine Anwendungen entwickelt. Beispiel: Die Möglichkeit, Anweisungen für den Arbeitsschutz aufzurufen.</p>
Nutzung der Bedieneinheiten für Funktionen zur Steigerung der Effizienz von Arbeitsprozessen	<ul style="list-style-type: none"> • Führen einer Störungsstatistik. • Alarmierung einer Rufbereitschaft bei Störungen, dabei werden auch weitere Information über die Art der Störung automatisch übermittelt. <p>Erklärtes Ziel ist die Ermittlung von Anlagenschwachstellen und damit verbundenem Mehraufwand.</p>
Persönliche Einschätzungen des Interviewpartners	<ul style="list-style-type: none"> • Er ist zu 100 % der Meinung, dass schon heute die Bedieneinheiten ausgiebig und nachweisbar erfolgreich zur Steigerung der Energieeffizienz der betreffenden Liegenschaft genutzt werden. • Er hält den Stellenwert von Energieeffizienz beim Betrieb der Liegenschaft für eher hoch. • Er äußert sich neutral zum Verbreitungsgrad einer dezidierten Meinung über den Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement auf die Energieeffizienz der Liegenschaft bei den Menschen im Unternehmen. • Er findet, dass Anstrengungen in der Vergangenheit, durch Maßnahmen bzw. Investitionen auf der Managementebene des Gebäudeautomationssystems die Energieeffizienz zu erhöhen, erfolgreich waren. • Er äußert sich neutral zu der Frage, ob in den Managementfunktionen von Gebäudeautomationssystemen auch Potenzial zur Steigerung der Effizienz interner Arbeitsabläufe steckt. • Er glaubt eher nicht, dass es bereits gelungen sei, mit Hilfe von Managementfunktionen die Effizienz von Arbeitsabläufen zu steigern.
Qualifikationen	<p>Mitarbeiter 1:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Instandhaltung, Weiterentwicklung, Pflege des Gebäudeautomationssystems Auswerten, Analysieren von erfassten Daten aus dem Gebäudeautomationssystem Weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation.</p> <p>Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik</p> <p>Berufsabschluss: Techniker</p> <p>Alle Zugangsrechte zum Gebäudeautomations-System</p> <hr/> <p>Mitarbeiter 2, Mitarbeiter 3:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Instandhaltung, Weiterentwicklung, Pflege des Gebäudeautomationssystems</p> <p>Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik</p> <p>Berufsabschluss: Handwerker</p> <p>Alle Zugangsrechte zum Gebäudeautomations-System</p> <hr/> <p>Mitarbeiter 4:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation.</p> <p>Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik</p> <p>Berufsabschluss: Handwerker</p> <p>Zugangsberechtigung: Sollwerte verändern, Zeitschaltpunkte einstellen u. ä.</p>

Anreizprogramme für Mitarbeiter	Es gibt im Hause ein „Ideenmanagement“. Ideen aus dem eigenen Arbeitsbereich werden dabei jedoch nicht berücksichtigt.
---------------------------------	--

Durchgeführte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz	<p>Situation: Der Wärmebedarf wurde aus Fernwärme, der Kältebedarf aus einer Absorptions-KM befriedigt. Strom wurde aus dem öffentlichen Netz bezogen. Nur für Notfälle gab es eine Ersatzstromversorgung. Eine Nachnutzung von Energie fand nicht statt. Es wurden neue Verbraucher, d. h. ein noch höherer Energiebedarf avisiert.</p> <p>GLT-Bezug: Man konnte auf grundlegende Informationen aus der bestehenden GLT zurückgreifen: Lastgänge, Energieströme, Temperaturverläufe.</p> <p>Maßnahmen: Einsatz von Wärmepumpen zur Kühlung von Geräträumen und Bereitstellung der Mindestlast auf der Wärmeseite. Aufgrund der vorhandenen Daten wurde bei einer Mindestvorlauftemperatur von 60 °C ein Einspareffekt von 2/3 auf der Fernwärmeseite prognostiziert und realisiert.</p> <p>Der so entstehende höhere Strombedarf wurde durch BHKWs gedeckt. Diese wurden für Mindestlast ausgelegt, so dass ein Dauerbetrieb gewährleistet war.</p> <p>Status: Fertiggestellt und seit ca. 2 Jahren in Betrieb.</p>
	<p>2.</p> <p>Situation: Übergangsbetrieb während Umbaumaßnahmen für das o. g. Konzept.</p> <p>GLT-Bezug: Werkzeug zur Sicherstellung des Anlagenbetriebs während der Umbauphase.</p> <p>Maßnahmen: Ständige Eingriffe in das bestehende System durch eigenes Personal sowie Ergänzung durch neue Software-Module, ausgeführt vom Hersteller.</p>

Interview Nr. 3

<p>Typ der Liegenschaft</p>	<p>Universität</p>	
<p>Interview-partner</p>	<p>Dipl.-Ing. Maschinenbau, Referatsleiter</p>	
<p>Anzahl Mitarbeiter für „GLT“</p>	<p>Ein Mitarbeiter pflegt die GLT ohne Zuarbeit des Herstellers. Der Mitarbeiter ist staatlich geprüfter Elektrotechniker. Eine Fremdvergabe dieser Leistungen erfolgt nur, wenn die eigene Kapazität nicht ausreicht.</p>	
<p>Weitere Mitarbeiter</p>	<p>Das Referat verfügt über eine derzeit unbesetzte Stelle mit dem Titel „Energie-Manager“. Die frühere Inhaberin der Stelle hat gemeinsam mit den Nutzern bestimmte Prozessgrößen anhand der Trendkurven ausgewertet im Hinblick auf die Einhaltung von Grenzwerten. Alle 3 Monate wurden die Ergebnisse im Rahmen von Team-Sitzungen vorgestellt und diskutiert. Die Stelle war über Jahre vakant. Eine neue Stelle wurde erfolgreich beantragt mit der Begründung, dass der künftige Inhaber sich selbst finanzieren wird.</p>	
<p>Automationsbereich</p>	<p>Anlagenautomation; Raumautomation. Teilweise sind auch Signale von Einbruchmeldeanlagen aufgeschaltet. Hier soll künftig eine Trennung erfolgen, „um die GLT nicht mit Informationen zu überfrachten!“</p>	
<p>Energiekosten 2017</p>	<p>ca. 5,3 Mio €</p>	
<p>Einsparungen durch Gebäudeautomation:</p>	<p>Geschätzt ca. 100.000 € p. a. bzw. 2 % p. a. Zur Frage nach der Qualität der Schätzung: Es wurden Energiesparwettbewerbe durchgeführt und die Ergebnisse anschließend online gestellt. Die Energieverbräuche im Jahr des Wettbewerbs und im Jahr davor wurden gemessen und witterungsbereinigt. Dabei wurde die Erfahrung gemacht, dass der Einspareffekt nur ein Jahr hält.</p>	
<p>Systemtopologie</p>	<p>Die Gebäudeautomation in den Gebäuden läuft autark. Die GLT-Software läuft im Rechenzentrum der Universität in einer virtuellen Umgebung. Derzeit findet auf der Automationsebene die Migration eines vorhandenen (homogenen) Systems auf ein BACnet-basiertes System desselben Herstellers statt. In diesem Zusammenhang erfolgt auch eine Migration der Management- und Bedieneinrichtungen. Im Bereich Raumautomation kommen BACnet-Produkte zum Einsatz neben Geräten anderer Hersteller, die über die Protokolle KNX und LON kommunizieren. Die Aufschaltung auf die BACnet-GLT erfolgt per nativem Treiber (LON) bzw. Gateway (KNX). Max. 8 M-Bus-Zähler sind auf eine Automationsstation aufgeschaltet. Es gibt <u>kein</u> eigenes M-Bus Netzwerk. Neben der GLT gibt es ein Softwaremodul „Energiemanagement“, das allerdings – obwohl vom selben Hersteller – eine separate Hardware-Plattform in Form eines Windows-PCs benötigt. Dort wird eine eigene SQL-Datenbank installiert und per OPC-Schnittstelle mit Daten aus der GLT versorgt. Dieses System wurde bislang erfolgreich im Mittelspannungsbereich eingesetzt. Der Versuch, eine CAFM-Software für das Flächenmanagement in das Gebäudeautomationssystem zu integrieren, wurde aufgegeben.</p>	

<p>Personelle Besetzung der Bedieneinheiten</p>	<p>Die Hochschule unterhält eine Betriebszentrale, die an 24 h/d besetzt ist und zusammen mit anderen Systemen (z. B. Einbruchmeldeanlage) die GLT permanent im Blick hat. Weitere Zuständigkeiten dieser Zentrale:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuhrparkverwaltung • Materialausgaben • Schlüsselverwaltung • Ticketmanagement • BMA • Türschließenanlage • Aufzüge • Einsatz von Fachleuten während der Arbeitszeit. • Alarmierung von Führungspersonen nachts, die sich dann per VPN aufschalten. <p>Die Mitarbeiter der Betriebszentrale hatten üblicherweise zu Anfang keine einschlägigen Fachkenntnisse, werden jedoch für ihre Aufgaben qualifiziert.</p> <p>Im Übrigen nutzen die Meister für die Gewerke Elektro, Heizung, Lüftung und Sanitär aus dem Referat Tablets, um die Benutzeroberfläche der GLT zu sehen. Teilweise gibt es noch stationäre Rechner in den GLT-Zentralen.</p>
<p>Umgang mit aktuellen Informationen</p>	<p>Morgens erfolgt als erstes ein Blick auf die Störmeldeliste.</p> <p>Im Übrigen achtet das Bedienungspersonal auf Störmeldungen, um entsprechend schnell reagieren zu können. Störmeldungen werden protokolliert und archiviert.</p> <p>Die vom System erfassten Zählerstände werden genutzt, um rechtzeitig zu erkennen, wenn ein Medienverbrauch Auffälligkeiten zeigt.</p> <p>Alle (!) Zählermodule, die die Anlagen zur Verfügung stellen, sind aufgeschaltet. Ganz wichtig in diesem Zusammenhang sind die Kältemaschinen.</p> <p>Ist- und Sollwerte von Regelkreisen werden beobachtet, um zu sehen, ob die Regler ordnungsgemäß arbeiten.</p> <p>Man pflegt die Zeitschaltpläne für einzelne Anlagen und Anlagenteile anhand von aktuellen Informationen, die die jeweiligen Nutzer dieser Einrichtungen beibringen. Einmal pro Woche pflegt ein Mitarbeiter der Betriebszentrale die Belegungspläne großer Hörsäle in die Zeitschaltprogramme ein.</p>
<p>Archivierung von Informationen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Messwerte, z. B. Temperaturen • Zählwerte von Medienverbrauchsmengen. Verbrauchsmessungen werden als <u>Indikator</u> für Störungen gesehen, nicht als Ersatz für Störmeldungen. • Zählwerte von Betriebsstunden • Stellwerte, die automatisch erzeugt werden, • Reguläre Ereignisse, z. B. Wartungsmeldungen, manuelle Stelleingriffe,... • Störungsereignisse, Quittivorgänge • Anmeldevorgänge von Bedienern <p>Zu speichernde Informationen werden von eigenem Personal je nach Bedarf konfiguriert. Bisher wurde kein externer Dienstleister mit derartigen Leistungen beauftragt.</p> <p>Die gespeicherten Informationen dürfen aufgrund vorhandener Lizenzen uneingeschränkt und jederzeit selbst weiter verarbeitet werden.</p>
<p>Nutzung von Trendkurven</p>	<p>Trendkurven sind für den Teilnehmer „wichtigstes Werkzeug der GLT“. Sie werden hier genutzt,</p> <ul style="list-style-type: none"> • um Reglereinstellungen zu optimieren, • um den Verlauf bestimmter Medienverbräuche während eines vorgegebenen Zeitraums zu sehen, • um Abhängigkeiten zwischen einzelnen Größen zu sehen, • um die Wirkung von Eingriffen zu erkennen bzw. zu verfolgen, • um die Einhaltung von Grenzwerten nachzuweisen. <p>Dieses Werkzeug kommt jedoch meistens erst dann zum Einsatz, wenn es Nutzerbeschwerden gibt, „um gegenhalten zu können“.</p> <p>Die vorhandene Lizenz erfasst das Erstellen von 10.000 Trendkurven.</p>

Nutzung anderer Diagrammtypen	Außer Trendkurven gibt es keine weiteren Diagrammtypen. Insbesondere Kalender-, Streu- und Sankeydiagramme gibt es auf der Bedienstation <u>nicht</u> .
Abgeleitete Größen	Die Berechnung virtueller Datenpunkte auf der Bedienstation ist möglich.
Exportmöglichkeiten	Um abgeleitete Größen zu ermitteln, exportiert man die Daten und leitet sie weiter zur Abt. Energiecontrolling. Dort gibt es eine SQL-Datenbank und eine „Energiemanagement“-Software auf „Windows“. Einzelheiten s. o. unter „Systemtopologie“.
Berichte	Berichte können die vorhandenen Bedieneinheiten nicht erzeugen. Die Erzeugung von Berichten erfolgt in der Abteilung „Energiecontrolling“. Dorthin werden die Daten aus der GLT per OPC-Schnittstelle übermittelt.
Konfigurierung der Bedieneinheiten	Die Konfigurierung der Bedieneinheiten für die Darstellung von Trendkurven erfolgt durch das eigene Personal, das an der Bedieneinheit arbeitet. Das Konfigurieren und Starten eines Datenexports erfolgt durch andere Mitarbeiter aus dem eigenen Hause. Bisher wurde kein externer Dienstleister mit der Wahrnehmung von Aufgaben des Referats beauftragt.
Nutzung der Bedieneinheiten für Funktionen zur Steigerung der Effizienz von Arbeitsprozessen	<ul style="list-style-type: none"> • Überwachung von Wartungsintervallen • Führen einer Störungsstatistik. • Automatische Durchführung von Funktionsprüfungen (z. B. Brandschutzklappen, Entrauchungsklappen) • Alarmierung einer Rufbereitschaft bei Störungen, dabei werden auch weitere Information über die Art der Störung automatisch übermittelt. • Gebäude werden außerhalb der Nutzungszeit ferngesteuert abgeschlossen.
Persönliche Einschätzungen des Interviewpartners	<ul style="list-style-type: none"> • Er ist zu 100 % der Meinung, dass schon heute die Bedieneinheiten ausgiebig und nachweisbar erfolgreich zur Steigerung der Energieeffizienz der betreffenden Liegenschaft genutzt werden. • Er sieht den Stellenwert von Energieeffizienz beim Betrieb der Liegenschaft im neutralen Bereich. Für ihn ist Energieeffizienz zwar wichtig, aber das Funktionieren des Betriebs steht im Vordergrund. Für den Nutzer des Gebäudes sind die Betriebskosten irrelevant. Das Betriebspersonal vor Ort neigt dazu, den Weg des geringsten Widerstands zu wählen. • Seine Auffassung zur Meinung der Beteiligten über den Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement auf die Energieeffizienz der Liegenschaft ist „verhalten“ positiv. • Er findet, dass Anstrengungen in der Vergangenheit, durch Maßnahmen bzw. Investitionen auf der Managementebene des Gebäudeautomationssystems die Energieeffizienz zu erhöhen, <u>sehr</u> erfolgreich waren. • Er äußert sich neutral zu der Frage, ob in den Managementfunktionen von Gebäudeautomationssystemen auch Potenzial zur Steigerung der Effizienz interner Arbeitsabläufe steckt. Begründung: Vieles läuft außerhalb des GLT-Systems. Viele Prozesse können nicht vom System abgebildet werden. • Er antwortet auch neutral auf die Frage, ob es bereits gelungen sei, mit Hilfe von Managementfunktionen die Effizienz von Arbeitsabläufen zu steigern.
Qualifikationen	<p>Mitarbeiter 1:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Instandhaltung, Weiterentwicklung, Pflege des Gebäudeautomationssystems Auswerten, Analysieren von erfassten Daten aus dem Gebäudeautomationssystem <u>Keine</u> weiteren Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation.</p> <p>Fachrichtung: TGA-Fachrichtung <u>außerhalb</u> von Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik</p> <p>Berufsabschluss: Handwerker (Geselle/Meister)</p> <p>Zugangsrechte zum Gebäudeautomations-System: Sollwerte verändern, Zeitschaltpunkte einstellen u. ä.</p>

	<p>Mitarbeiter 2:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Instandhaltung, Weiterentwicklung, Pflege des Gebäudeautomationssystems Auswerten, Analysieren von erfassten Daten aus dem Gebäudeautomationssystem Weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation.</p> <p>Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik und ein weiteres TGA-Fach</p> <p>Berufsabschluss: Techniker</p> <p>Alle Zugangsrechte zum Gebäudeautomations-System</p>
	<p>Mitarbeiter 3:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Auswerten, Analysieren von erfassten Daten aus dem Gebäudeautomationssystem Weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation.</p> <p>Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik ein weiteres TGA-Fach Kaufmann/BWL</p> <p>Berufsabschluss: Hochschule</p> <p>Alle Zugangsrechte zum Gebäudeautomations-System</p>
	<p>Mitarbeiter 4:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit</p> <p>Berufsabschluss: Handwerker (Geselle/Meister)</p> <p>Zugangsrechte zum Gebäudeautomations-System: Sollwerte verändern, Zeitschaltpunkte einstellen u. ä.</p>
	<p>Mitarbeiter 5:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit</p> <p>Berufsabschluss: Handwerker (Geselle/Meister)</p> <p>Zugangsrechte zum Gebäudeautomations-System: nur beobachten.</p> <p>Diese Mitarbeiter kennen die technologischen Prozesse in den Anlagen (noch) nicht, unterstützen jedoch qualifiziertere Nutzer, um so in das Thema „GLT“ hinein zu wachsen.</p>
Anreizprogramme für Mitarbeiter	Es gibt keine Anreizprogramme.

Durchgeführte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz	<p>Es werden keine konkreten Maßnahmen genannt, sondern grundsätzliche Erfahrungen zur Rolle von GLT im Rahmen von Maßnahmen zur Steigerung von Effizienz erläutert:</p> <p>Die meisten Energiesparmaßnahmen wurden zwar auf der Automationsebene umgesetzt, ausgelöst wurden sie jedoch durch Beobachtungen und Auswertungen auf der Managementebene.</p> <p>Bei vorgesehenen Effizienzmaßnahmen wird die Wirtschaftlichkeit vorher geprüft und danach verifiziert. Dies ist u. a. Voraussetzung für die Freigabe der erforderlichen Mittel durch das zuständige Ministerium.</p> <p>Bei der Einführung von neuen Software-Produkten hat man die Erfahrung gemacht, dass der dafür zunächst erforderliche Personalbedarf häufig unterschätzt wird.</p>
---	---

Interview Nr. 4

<p>Typ der Liegenschaft</p>	<p>Städtische Gebäude</p>	
<p>Interview-partner</p>	<p>a) Dipl.-Ing. Maschinenbau, Abteilungsleiter b) Dipl.-Physiker c) Energieanlagenelektroniker + Gas-/Wasserinstallateur</p>	
<p>Weitere Mitarbeiter</p>	<p>s. unten</p>	
<p>Automationsbereich</p>	<p>Anlagenautomation; Raumautomation</p>	
<p>Energiekosten 2017</p>	<p>36 Mio € (Strom, Wärme, Kälte u. a.)</p>	
<p>Einsparungen durch Gebäudeautomation:</p>	<p>ca. 500.000 € p. a. (geschätzt)</p>	
<p>Systemtopologie</p>	<p>Die Systemtopologie hängt ab von der jeweiligen „Gebäudekategorie“. Lt. „Lastenheft Gebäudeautomation“, das die Stadt gemeinsam mit einem externen Ingenieurbüro entwickelt hat, gibt es vier Gebäudekategorien: Jede davon unterliegt – unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und der Nutzerfreundlichkeit – unterschiedlichen technischen Anforderungen an die Gebäudeautomation. In <u>allen</u> Kategorien jedoch fordert die Stadt eine automatische Online-Verbrauchserfassung im 15 min-Takt auf Basis dezentraler Datenlogger vor Ort, einer Netzwerkinfrastruktur und einer zentralen Datenbank.</p> <p>Kategorie 1 (Einzelgebäude mit geringer Komplexität ohne Hausverwalter, z. B. Kindertagesstätten, Einzelturnhallen): Kein Gebäudeautomationssystem Beispiel: Eine Kindertagesstätte mit einer einfachen Kesselregelung, die nicht in ein Netzwerk eingebunden ist. Die Online-Verbrauchserfassung dient „nebenher“ als Indikator für den Zustand der Anlage.</p> <p>Kategorie 2 (Liegenschaften und große Gebäude mit geringer technischer Komplexität und geringen Anforderungen an globale Funktionen mit Hausverwalter, z. B. einfache Grundschule): Kein Gebäudeautomationssystem</p> <p>Kategorie 3 (Liegenschaften und große Gebäude mit hoher technischer Komplexität und hohen Anforderungen an globale Funktionen, mit Hausverwalter, z. B. weiterführende Schule mit Mensa und Turnhalle / Mehrfunktionengebäude): Gebäudeautomationssystem, ggfs. nach vorheriger Klärung mit Management- und Bedieneinrichtung</p> <p>Kategorie 4 (Bauvorhaben mit speziellen technischen Anforderungen und individuellem Betreiberkonzept): Gebäudeautomationssystem gemäß individueller GA-Planung, i.d.R. mit Management- und Bedieneinrichtung</p> <p>Management- und Bedieneinrichtungen sind überwiegend Produkte eines „neutralen“ Herstellers¹⁷. Die Automationseinrichtungen stammen von anderen Herstellern.</p>	

¹⁷ Hersteller einer Management- und Bedieneinrichtung ohne eigene Produkte im Bereich Automationseinrichtungen

	<p>Es existieren Energiemanagementsysteme und Monitoringsysteme unterschiedlicher Fabrikate, tlw. auch als Eigenbau.</p> <p>In Gebäuden/Liegenschaften mit einem „klassischen“ Gebäudeautomationssystem kann von mehreren stationären Bedieneinheiten auf das Gebäudeautomationssystem zugegriffen werden. Darüber gibt es eine übergeordnete Managementebene.</p>
Personelle Besetzung der Bedieneinheiten	<p>Oftmals ist gar kein Betriebspersonal vor Ort.</p> <p>In Gebäuden der Kategorie 1, die oftmals von freien Trägern bewirtschaftet werden, gibt es typischerweise einen Ansprechpartner „für alles“. Dabei kann es sich um einen Mitarbeiter in einem geringfügigen Beschäftigungsverhältnis handeln.</p> <p>In Schulen sog. „Schulhausverwalter“, d. h. Personen mit einer beliebigen abgeschlossenen Berufsausbildung, die häufig auch die Funktion eines Energiebeauftragten wahrnehmen. Ihre Aufgabe besteht u. a. darin, Zeitpläne für ihr Gebäude zu pflegen und die Zeitschaltprogramme entsprechend einzustellen.</p> <p>Bei Anlagen der Kategorie 3, typischerweise in Schulzentren, gibt es in der Regel zwei Personen vor Ort, die sich mit „der GLT“ auskennen.</p> <p>Bei Anlagen der Kategorie 4, typischerweise Theater, Museen u. ä. gibt es qualifiziertes Personal vor Ort, das der Fachabteilung „Objektmanagement“ angehört.</p>
Umgang mit aktuellen Informationen	<p>Das Bedienungspersonal achtet auf Störmeldungen, um entsprechend schnell reagieren zu können. Störmeldungen werden protokolliert und archiviert.</p> <p>Die vom System erfassten Zählerstände werden genutzt, um rechtzeitig zu erkennen, wenn ein Medienverbrauch Auffälligkeiten zeigt.</p> <p>Ist- und Sollwerte von Regelkreisen werden beobachtet, um zu sehen, ob die Regler ordnungsgemäß arbeiten.</p> <p>Man pflegt die Zeitschaltpläne für einzelne Anlagen und Anlagenteile anhand von aktuellen Informationen, die die jeweiligen Nutzer dieser Einrichtungen beibringen.</p>
Archivierung von Informationen	<ul style="list-style-type: none"> • Messwerte, z. B. Temperaturen • Stellwerte, die automatisch erzeugt werden • Reguläre Ereignisse, z. B. Wartungsmeldungen, manuelle Stelleingriffe,... • Störungsereignisse, Quittiervorgänge • Anmeldevorgänge von Bedienern <p>Zu speichernde Informationen werden von eigenem Personal zwar nach Bedarf festgelegt, im Rahmen von Projekten und größeren Maßnahmen jedoch durch den Errichter oder auch herstellerunabhängige Dienstleister konfiguriert.</p> <p>Die gespeicherten Informationen dürfen aufgrund vorhandener Lizenzen uneingeschränkt und jederzeit selbst weiter verarbeitet werden.</p>
Nutzung von Trendkurven	<ul style="list-style-type: none"> • Um Reglereinstellungen zu optimieren, • um den Verlauf bestimmter Medienverbräuche während eines vorgegebenen Zeitraums zu sehen, • um Abhängigkeiten zwischen einzelnen Größen zu sehen, • um die Wirkung von Eingriffen zu erkennen bzw. zu verfolgen.
Nutzung anderer Diagrammtypen	Außer Trendkurven kann die Bedieneinheit noch Kalenderdiagramme erzeugen.
Berechnen von abgeleiteten Größen	Die Bedieneinheit stellt keine Rechenfunktionen für Prozessvariablen zur Verfügung.
Exportmöglichkeiten	Um abgeleitete Größen zu ermitteln, exportiert man die Daten.
Berichte	Berichte können die vorhandenen Bedieneinheiten nicht erzeugen.

Weitere Verwendung archivierter Daten	Verbrauchsdaten und damit verbundene Kosten werden im Internet veröffentlicht.
Konfigurierung der Bedieneinheiten	Die Konfigurierung der Bedieneinheiten erfolgt ausschließlich durch Drittfirmen. Dies gilt für die Darstellung von Trendkurven, für die anderen Diagramme und für den Export von Daten.
Nutzung der Bedieneinheiten für Funktionen zur Steigerung der Effizienz von Arbeitsprozessen	<ul style="list-style-type: none"> • Bei Störungen alarmiert das System eine Rufbereitschaft, dabei werden auch weitere Information über die Art der Störung automatisch übermittelt.
Persönliche Einschätzungen des Interviewpartners	<ul style="list-style-type: none"> • Er ist deutlich der Meinung, dass schon heute die Bedieneinheiten ausgiebig und nachweisbar erfolgreich zur Steigerung der Energieeffizienz der betreffenden Liegenschaft genutzt werden. • Er hält den Stellenwert von Energieeffizienz beim Betrieb der Liegenschaft für eher hoch. • Er äußert sich positiv zum Verbreitungsgrad einer dezidierten Meinung über den Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement auf die Energieeffizienz der Liegenschaft bei den Menschen im Unternehmen. • Er findet, dass Anstrengungen in der Vergangenheit, durch Maßnahmen bzw. Investitionen auf der Managementebene des Gebäudeautomationssystems die Energieeffizienz zu erhöhen, nur mäßig erfolgreich waren. • Er äußert sich skeptisch zu der Frage, ob in den Managementfunktionen von Gebäudeautomationssystemen auch Potenzial zur Steigerung der Effizienz interner Arbeitsabläufe steckt. • Andererseits berichtet er, dass es in relativ hohem Umfang bereits gelungen sei, mit Hilfe von Managementfunktionen die Effizienz von Arbeitsabläufen zu steigern.
Qualifikationen	<p>Man beschäftigt kein eigenes Personal für die Gebäudeautomation, sondern vergibt Aufgaben wie Instandhaltung, Weiterentwicklung und Pflege des Gebäudeautomationssystems an Hersteller bzw. externe Dienstleister.</p> <p>Die Bedieneinheit wird als Informationsquelle alleine vom Instandhaltungspersonal der TGA-Anlagen genutzt. Es beherrscht grundlegende Bedienfunktionen wie Quittieren von Störmeldungen, Navigation durch die Bilder usw....</p> <p>2 Beispiele für die Berufsqualifikation dieses Instandhaltungspersonals:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik (keine Angabe zum Ausbildungsabschluss) 2. Elektroniker (keine Angabe zum Ausbildungsabschluss)
Anreizprogramme für Mitarbeiter	Es gibt eine Erfolgsbeteiligung für Energie- und Wassereinsparungen bei Nutzung und Betrieb von Liegenschaften, die zu 50 % an die Nutzer der Liegenschaft zur allgemeinen Verwendung geht, wobei ggfs. ein benannter Energiebeauftragter wiederum die Hälfte erhält. Weitere 50 % fließen in den Stadthaushalt und stehen wieder für investive Maßnahmen zur Verfügung.

<p>Durchgeführte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz</p>	<p>Die Abteilung „Energiemanagement“ innerhalb der Bauverwaltung hat die Aufgabe, die Strom-, Heizenergie- und Wasserkosten für die ca. 1.000 städtisch genutzten Liegenschaften mit insgesamt 2.500 Gebäuden zu minimieren. Dafür werden drei Instrumente genutzt:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Energiecontrolling <p>Sammlung und Auswertung der Energieverbrauchswerte und zeitnahe Weiterleitung an die Nutzer und Betreiber der Gebäude. Einsparpotenzial: ca. 5 %, Kosten/Nutzen-Verhältnis: 1/5 bis 1/10</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Betriebsoptimierung <p>Einsparpotenzial: ca. 15 %, Kosten/Nutzen-Verhältnis 1/3 bis 1/5</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. investive Maßnahmen <p>Einsparpotenzial: ca. 30 %, Kosten/Nutzen-Verhältnis 1/1 bis 1/2</p>
<p>Energiecontrolling (Teilweise sinngemäß, teilweise wörtlich zitiert aus den „Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2019“ der Stadt.)</p>	<p>Das Energiecontrolling basiert auf</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. einer systematisch Auswertung der EVU-Jahresabrechnungen für Strom, Heizung und Wasser, 2. manuellen monatlichen Ablesungen von Zählerständen vor Ort, 3. einer automatischen Verbrauchserfassung (AVE). <p>Methode 3 (AVE) ist in der Zwischenzeit zur tragenden Säule des Energiecontrollings geworden. Eine manuelle Zählwerterfassung findet nur noch in Ausnahmefällen statt.</p> <p>Bei jedem stadt-eigenen Bauvorhaben ist ein Verbrauchszählerkonzept für Strom, Heizenergie, Wasser und Warmwasser zu entwickeln und in der Planung umzusetzen. Wenn bei einem abgeschlossenen Gebäude die Nettogrundfläche größer als 500 m² beträgt ist für jeden Nutzer je ein Verbrauchszähler für die o.g. Medien einzubauen. Alle Verbrauchszähler (EVU-Verrechnungszähler und Unterzähler) sind mit potenzialfreien Impulsausgängen (und evtl. M-Bus) zur zentralen Erfassung auszustatten.</p> <p>Für alle Strom-, Heizenergie- und Wasserverbraucher (Gebäude, Gebäudeteile, Geräte), die Jahreskosten von mehr als 2.500 € erwarten lassen sind Unterzähler zu setzen. Insbesondere sind der Kaltwasserzulauf und die Wärmemenge für zentrale Warmwasserbereitungsanlagen zu zählen.</p> <p>Bei Liegenschaften mit Jahreskosten für Energie und Wasser über 15.000 € (und grundsätzlich bei Schachtwasserzählern) sind alle Verbrauchszähler auf einen Datenlogger (für die automatische Verbrauchserfassung) und/oder auf die GLT aufzuschalten.</p>

Interview Nr. 5

<p>Typ der Liegenschaft</p>	<p>Universität</p>	
<p>Interview-partner</p>	<p>Dipl.-Ing. (FH), Technische Informatik, Gruppenleiter</p>	
<p>Anzahl Mitarbeiter für „GLT“</p>	<p>10 Personen, die das System pflegen. Sie arbeiten im 2-Schicht-Betrieb zwischen 06:00 Uhr und 22:00 Uhr, einer davon jeweils in der Leitzentrale. Außerhalb dieser Zeiten gehen Störmeldungen aus dem System per Mail an einen externen Sicherheitsdienst. Dieser gibt sie telefonisch an den GLT-Mitarbeiter weiter, der gerade Rufbereitschaft hat. Das Personal der Gruppe „Gebäudeautomation“ kann von zu Hause aus auf das System zugreifen, fährt aber zur Störungsbeseitigung erforderlichenfalls auch vor Ort.</p>	
<p>Automationsbereich</p>	<p>Anlagenautomation; Raumautomation.</p>	
<p>Energiekosten 2017</p>	<p>Die Kosten sind unbekannt.</p>	
<p>Einsparungen durch Gebäudeautomation:</p>	<p>Unbekannt.</p>	
<p>System-topologie</p>	<p>Auf den Management- und Bedieneinrichtungen laufen Softwareprodukte verschiedener, auch „neutraler“¹⁸ Hersteller. Bei den Systemen eines „Vollsortiment“-Herstellers ist die Migration auf die aktuelle MBE-Generation gerade im Gange. Viele ältere Geräte kommunizieren derzeit noch über einen SDLC-Ring. Im Zuge der erwähnten Migration soll an dieser Stelle BACnet in Verbindung mit aktuellen Automationsstationen eingeführt werden.</p> <p>Es gibt zwei Bedienplätze in der Leitzentrale und darüber hinaus Einzelbedienplätze in mehreren Unterzentralen. Dabei handelt es sich um PCs, die ausschließlich für die Benutzeroberfläche des Gebäudeautomationssystems genutzt werden.</p> <p>Für die Raumautomation kommen Produkte diverser Hersteller zum Einsatz. Die Geräte kommunizieren über LON.</p> <p>Insgesamt verfügt das System über ca. 90.000 Datenpunkte.</p> <p>Zusätzlich ist noch ein Energiemanagementsystem installiert. Es verwendet Daten aus dem Gebäudeautomationssystem, ist jedoch im Übrigen autark.</p> <p>Für Zähler gibt es ein eigenes Netzwerk auf Basis des M-Bus-Protokolls. Grund für die Wahl des M-Bus-Protokolls war die Tatsache, dass dieses auch bei den Abrechnungszählern der EVU zum Einsatz kommt.</p>	
<p>Personelle Besetzung der Bedieneinheiten</p>	<p>2-Schicht-Betrieb (06:00 Uhr bis 22:00 Uhr), danach Rufbereitschaft.</p>	

¹⁸ Hersteller einer Management- und Bedieneinrichtung ohne eigene Produkte im Bereich Automations-einrichtungen

Umgang mit aktuellen Informationen	<p>Das Bedienungspersonal achtet auf Störmeldungen, um entsprechend schnell reagieren zu können. Störmeldungen werden archiviert.</p> <p>Ist- und Sollwerte von Regelkreisen werden beobachtet, um zu sehen, ob die Regler ordnungsgemäß arbeiten.</p> <p>Man pflegt die Zeitschaltpläne für einzelne Anlagen und Anlagenteile anhand von aktuellen Informationen, die die jeweiligen Nutzer dieser Einrichtungen beibringen.</p>
Archivierung von Informationen	<ul style="list-style-type: none"> • Messwerte, z. B. Temperaturen • Zählwerte von Medienverbrauchsmengen. • Zählwerte von Betriebsstunden • Reguläre Ereignisse, z. B. Wartungsmeldungen, manuelle Stelleingriffe,... • Störungsereignisse, Quittiervorgänge • Anmeldevorgänge von Bedienern <p>Zu speichernde Informationen werden von eigenem Personal je nach Bedarf konfiguriert.</p> <p>Die gespeicherten Informationen dürfen aufgrund vorhandener Lizenzen uneingeschränkt und jederzeit selbst weiter verarbeitet werden.</p>
Nutzung von Trendkurven	<p>Trendkurven sind für den Teilnehmer „wichtigstes Werkzeug der GLT“. Sie werden hier genutzt,</p> <ul style="list-style-type: none"> • um Reglereinstellungen zu optimieren, • um den Verlauf bestimmter Medienverbräuche während eines vorgegebenen Zeitraums zu sehen, • um die Wirkung von Eingriffen zu erkennen bzw. zu verfolgen, • um die Einhaltung von Grenzwerten nachzuweisen.
Nutzung anderer Diagrammtypen	<p>Außer Trendkurven gibt es keine weiteren Diagrammtypen. Insbesondere Kalender-, Streu- und Sankeydiagramme gibt es auf der Bedienstation <u>nicht</u>.</p>
Abgeleitete Größen	<p>Aus den gespeicherten Informationen errechnet die Bedieneinheit neue Größen, die sie danach wieder als Diagramm darstellt, z. B. die Wärmeleistung, abgeleitet aus Vor- und Rücklauftemperatur und dem Volumenstrom.</p>
Exportmöglichkeiten	<p>Die Bedieneinheiten können zwar Daten exportieren, um diese auf anderen Plattformen zur Weiterverarbeitung zu nutzen. Davon wird jedoch eher selten Gebrauch gemacht.</p>
Berichte	<p>Die Bedieneinheiten erzeugen Berichte, die Bestandteil eines übergeordneten Energiemanagements sind.</p>
Konfigurierung der Bedieneinheiten	<p>Die Konfigurierung der Bedieneinheiten für</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Darstellung von Trendkurven, • das Berechnen von abgeleiteten Größen, • das Ermitteln von Kenngrößen, • das Erzeugen von Berichten und Kostenübersichten, • das Exportieren von Daten <p>erfolgt durch das eigene Personal, das an der Bedieneinheit arbeitet.</p>
Nutzung der Bedieneinheiten für Funktionen zur Steigerung der Effizienz von Arbeitsprozessen	<p>Das Gebäudeautomationssystem wird genutzt, um bei Störungen eine Rufbereitschaft zu alarmieren. Dabei werden auch weitere Information über die Art der Störung automatisch übermittelt.</p>

<p>Persönliche Einschätzungen des Interviewpartners</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Er ist zu 100 % der Meinung, dass schon heute die Bedieneinheiten ausgiebig und nachweisbar erfolgreich zur Steigerung der Energieeffizienz der betreffenden Liegenschaft genutzt werden. • Er sieht den Stellenwert von Energieeffizienz beim Betrieb der Liegenschaft zwischen „neutral“ bis „eher hoch“. • Seine Auffassung zur Meinung der Beteiligten über den Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement auf die Energieeffizienz der Liegenschaft liegt zwischen neutral und negativ. • Er findet, dass Anstrengungen in der Vergangenheit, durch Maßnahmen bzw. Investitionen auf der Managementebene des Gebäudeautomationssystems die Energieeffizienz zu erhöhen, doch schon erfolgreich waren. • Er ist voll und ganz der Meinung, dass in den Managementfunktionen von Gebäudeautomationssystemen auch Potenzial zur Steigerung der Effizienz interner Arbeitsabläufe steckt. • Er antwortet „verhalten“ positiv auf die Frage, ob es bereits gelungen sei, mit Hilfe von Managementfunktionen die Effizienz von Arbeitsabläufen zu steigern
<p>Qualifikationen</p>	<p>Mitarbeiter 1:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Instandhaltung, Weiterentwicklung, Pflege des Gebäudeautomationssystems Auswerten, Analysieren von erfassten Daten aus dem Gebäudeautomationssystem Weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation.</p> <p>Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik und eine weitere Fachrichtung außerhalb der TGA</p> <p>Berufsabschluss: staatlich geprüfter Techniker</p> <p>Zugangsrechte zu allen Ebenen der Bedieneinheit</p> <hr/> <p>Mitarbeiter 2:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Instandhaltung, Weiterentwicklung, Pflege des Gebäudeautomationssystems Auswerten, Analysieren von erfassten Daten aus dem Gebäudeautomationssystem Weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation.</p> <p>Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik</p> <p>Berufsabschluss: Handwerker (Geselle/Meister)</p> <p>Zugangsrechte zu allen Ebenen der Bedieneinheit.</p> <hr/> <p>Mitarbeiter 3:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Instandhaltung, Weiterentwicklung, Pflege des Gebäudeautomationssystems Auswerten, Analysieren von erfassten Daten aus dem Gebäudeautomationssystem Weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation.</p> <p>Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik</p> <p>Zugangsrechte zum Gebäudeautomations-System: Sollwerte verändern, Zeitschaltpunkte einstellen u. ä.</p> <hr/> <p>Mitarbeiter 4:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Instandhaltung, Weiterentwicklung, Pflege des Gebäudeautomationssystems Auswerten, Analysieren von erfassten Daten aus dem Gebäudeautomationssystem</p> <p>Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik</p> <p>Zugangsrechte zum Gebäudeautomations-System: Sollwerte verändern, Zeitschaltpunkte einstellen u. ä.</p>

	<p>Mitarbeiter 5:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Auswerten, Analysieren von erfassten Daten aus dem Gebäudeautomationssystem</p> <p>Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik</p> <p>Zugangsrechte zum Gebäudeautomations-System: Sollwerte verändern, Zeitschaltpunkte einstellen u. ä.</p>
	<p>Mitarbeiter 6:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Auswerten, Analysieren von erfassten Daten aus dem Gebäudeautomationssystem</p> <p>Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik</p> <p>Zugangsrechte zum Gebäudeautomations-System: Sollwerte verändern, Zeitschaltpunkte einstellen u. ä.</p>
Anreizprogramme für Mitarbeiter	Es gibt ein Anreizprogramm zur Verbesserung der Effizienz von Arbeitsabläufen.

Durchgeführte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz / Weitere Aussagen	<p>In der Energiezentrale speisen drei Kältemaschinen in einen Ring (1 Absorber, 2 Kolbenverdichter). Der Wirkungsgrad wird auf der Automationsebene berechnet aus der gemessenen Kälteleistung und der gemessenen Einspeisung von Fernwärmeleistung. Je nach Wirkungsgrad – nur der Absorptions-KM - wird eine rote, grüne oder gelbe LED im GLT-Bild angesteuert.</p> <p>Die Wärmeseite der Energiezentrale wird nur per Trendkurven überwacht.</p>
	<p>Für große Räume (Hörsäle) gibt es ein Zeitschaltprogramm f. d. Beheizung. Das Programm ist nur von der Leitwarte aus bedienbar. Der Stundenplan für die Hörsäle steht im Intranet zur Verfügung.</p>
	<p>Gleitendes Schalten hat sich nicht bewährt.</p> <p>Algorithmen zur Darstellung des aktuellen energetischen Status eines ganzen Gebäudes in Form einer Ampel haben sich nicht bewährt.</p>

Interview Nr. 6

Typ der Liegenschaft	Flughafen
Interview-partner	Dipl.-Ing. (FH), Versorgungstechnik
Hierarchische Einbindung	Fachfunktion Gebäudeautomation: Sprecher der Arbeitsgruppe Gebäudeautomation
Automationsbereich	Anlagenautomation; Raumautomation.
Energiekosten 2017	64 Mio. €
Einsparungen durch Gebäudeautomation:	1,5 Mio € p.a.
Systemtopologie	GLT-Software: „Neutraler“ Hersteller ¹⁹ mit kundenspezifischen Erweiterungen auf mehr als 20 Bedienstationen auf dem Betriebsgelände, davon 4 in der Leitzentrale. Monitoring-Software: Separates System (Hard- und Software) Die Server stehen im Rechenzentrum, nicht mehr – wie früher – in der Leitwarte.
Personelle Besetzung der Bedieneinheiten	Die Leitzentrale ist rund um die Uhr besetzt. Immer ist ein Mitarbeiter anwesend, der ausschließlich für das Gebäudeautomationssystem zuständig ist.
Umgang mit aktuellen Informationen	Das Bedienungspersonal achtet auf Störmeldungen, um entsprechend schnell reagieren zu können. Störmeldungen werden auf einem Drucker protokolliert oder auf Datenträger archiviert. Ist- und Sollwerte von Regelkreisen werden beobachtet, um zu sehen, ob die Regler ordnungsgemäß arbeiten. Man pflegt die Zeitschaltpläne für einzelne Anlagen und Anlagenteile anhand von aktuellen Informationen, die die jeweiligen Nutzer dieser Einrichtungen beibringen. Man erkennt, ob an den Anlagen Wartungen oder Änderungen vorgenommen werden.
Archivierung von Informationen	<ul style="list-style-type: none"> • Messwerte, z. B. Temperaturen • Stellwerte, die automatisch erzeugt werden. • Reguläre Ereignisse, z. B. Wartungsmeldungen, manuelle Stelleingriffe,... • Störungsereignisse, Quittiervorgänge • Anmeldevorgänge von Bedienern <p>Zu speichernde Informationen werden von eigenem Personal je nach Bedarf konfiguriert.</p> <p>Die gespeicherten Informationen dürfen aufgrund vorhandener Lizenzen uneingeschränkt und jederzeit selbst weiter verarbeitet werden.</p>
Nutzung von Trendkurven	Trendkurven sind für den Teilnehmer „wichtigstes Werkzeug der GLT“. Sie werden hier genutzt, <ul style="list-style-type: none"> • um Reglereinstellungen zu optimieren, • Abhängigkeiten zwischen einzelnen Größen zu sehen, • um die Wirkung von Eingriffen zu erkennen bzw. zu verfolgen, • um die Einhaltung von Grenzwerten nachzuweisen.

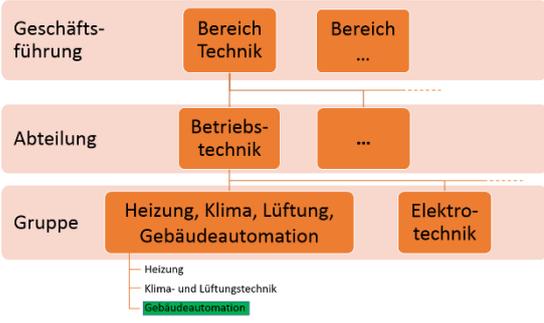
¹⁹ Hersteller einer Management- und Bedieneinrichtung ohne eigene Produkte im Bereich Automationseinrichtungen

Nutzung anderer Diagrammtypen	Außer Trendkurven werden noch Kalenderdiagramme genutzt
Abgeleitete Größen	Die Bedieneinheiten stellen keine Rechenfunktionen zur Verfügung.
Exportmöglichkeiten	Die Bedieneinheiten können Daten exportieren, um diese auf anderen Plattformen zur Weiterverarbeitung zu nutzen.
Berichte	Die Bedieneinheiten erzeugen Berichte, z. B. zur Kostenstellenabrechnung bei vermieteten Objekten. Die Berichte gehen an die Geschäftsleitung.
Konfigurierung der Bedieneinheiten	Die Konfigurierung der Bedieneinheiten für die Darstellung von Trendkurven erfolgt durch das eigene Personal, das an der Bedieneinheit arbeitet, durch andere Mitarbeiter aus dem eigenen Hause und durch Dritte (Hersteller, Dienstleister). Die Konfigurierung der Bedieneinheiten für die Darstellung anderer Diagramme, d. h. Kalenderdiagramme, erfolgt durch das eigene Personal, das an der Bedieneinheit arbeitet und durch andere Mitarbeiter aus dem eigenen Hause. Die Konfigurierung der Bedieneinheiten für die Erstellung von Berichten und für das Exportieren von Daten erfolgt durch das eigene Personal, das an der Bedieneinheit arbeitet.
Nutzung der Bedieneinheiten für Funktionen zur Steigerung der Effizienz von Arbeitsprozessen	Die Bedieneinheiten des Gebäudeautomationssystems werden genutzt... <ul style="list-style-type: none"> • zum Führen einer Störungsstatistik, • für die automatische Durchführung von Funktionsprüfungen, z. B. von Brandschutzklappen oder Entrauchungsklappen, • um bei Störungen eine Rufbereitschaft zu alarmieren. Dabei werden auch weitere Information über die Art der Störung automatisch übermittelt. • um „Kundenwünsche“ zum Thema Behaglichkeit zu befriedigen.
Persönliche Einschätzungen des Interviewpartners	<ul style="list-style-type: none"> • Er ist überhaupt nicht der Meinung, dass schon heute die Bedieneinheiten ausgiebig und nachweisbar erfolgreich zur Steigerung der Energieeffizienz der betreffenden Liegenschaft genutzt werden. • Er hält den Stellenwert von Energieeffizienz beim Betrieb der Liegenschaft für „eher hoch“. • Seine Auffassung zur Meinung der Beteiligten über den Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement auf die Energieeffizienz der Liegenschaft liegt in der Mitte zwischen „ist eher zweifelhaft“ bis „ist allen Beteiligten klar“. • Seine Meinung über Anstrengungen in der Vergangenheit, durch Maßnahmen bzw. Investitionen auf der Managementebene des Gebäudeautomationssystems die Energieeffizienz zu erhöhen, liegt zwischen „neutral“ und „wenig erfolgreich“. • Er äußert sich eher zurückhaltend zu der These, dass in den Managementfunktionen von Gebäudeautomationssystemen auch Potenzial zur Steigerung der Effizienz interner Arbeitsabläufe steckt. • Er antwortet „verhalten“ positiv auf die Frage, ob es bereits gelungen sei, mit Hilfe von Managementfunktionen die Effizienz von Arbeitsabläufen zu steigern.
Qualifikationen	Mitarbeiter 1: Tätigkeit: Instandhaltung, Weiterentwicklung, Pflege des Gebäudeautomationssystems Weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation. Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik Berufsabschluss: Hochschule Zugangsrechte zu allen Ebenen der Bedieneinheit.

	<p>Mitarbeiter 2: Tätigkeit: Instandhaltung, Weiterentwicklung, Pflege des Gebäudeautomationssystems Weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation. Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik Berufsabschluss: Techniker Zugangsrechte zu allen Ebenen der Bedieneinheit.</p> <p>Mitarbeiter 3: Tätigkeit: Auswerten, Analysieren von gespeicherten Daten aus dem Gebäudeautomationssystem </p>
	<p>Weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik Berufsabschluss: Techniker Zugangsrechte: Nur beobachten.</p>
	<p>Mitarbeiter 4: Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik Berufsabschluss: Handwerker (Geselle/Meister) Zugangsrechte zum Gebäudeautomations-System: Sollwerte verändern, Zeitschaltpunkte einstellen u. ä.</p>
	<p>Mitarbeiter 5: Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik Berufsabschluss: Handwerker (Geselle/Meister) Zugangsrechte zum Gebäudeautomations-System: Sollwerte verändern, Zeitschaltpunkte einstellen u. ä.</p>
	<p>Mitarbeiter 6: Tätigkeit: Auswerten, Analysieren von gespeicherten Daten aus dem Gebäudeautomationssystem Weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation Fachrichtung: Anderes TGA-Gewerk Berufsabschluss: Hochschulabschluss Zugangsrechte: Nur beobachten.</p>
Anreizprogramme für Mitarbeiter	Es gibt Anreizprogramme für Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz und für Maßnahmen zur Verbesserung der Effizienz von Arbeitsabläufen.

Durchgeführte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz / Weitere Aussagen	Verbesserung der Energieeffizienz bei der Klimatisierung von Gebäuden durch Einbindung von Wetterprognosen.
--	---

Interview Nr. 7

Typ der Liegenschaft	Messe	
Interview-partner	Dipl.-Ing. Elektrotechnik, Arbeitsgruppe Heizung, Klima, Lüftung, Gebäudeautomation	
Anzahl Mitarbeiter für „GLT“	2	
Weitere Mitarbeiter	Seitens eines InHouse-Dienstleisters sind ständig 2 bis 4 Personen auf dem Gelände. Aufgabe: Störungsbeseitigung, kleinere Änderungen, Instandhaltung der DDC-Hardware und -Software, jedoch nicht der Feldgeräte. Zu ihren Aufgaben gehört auch nicht die Auswertung von Daten oder die Erstellung von Berichten.	
Automationsbereich	Anlagenautomation; Raumautomation	
Energiekosten 2017	5,7 Mio € (Strom, Gas)	
Einsparungen durch Gebäudeautomation:	Keine Angaben; es gibt jedoch (intern) eine belegbare Zahl.	
Systemtopologie	<p>Es sind zwei Systemfabrikate im Einsatz. Beide Systeme sind homogen und nutzen getrennte Server. Teil der Softwareumgebung der MBE eines der beiden Hersteller ist ein eigenes Plugin, das Daten in eine SQL-Datenbank überträgt. Reporting Services von Microsoft erstellen daraus interaktive oder vorgefertigte Berichte.</p> <p>Es kann von mehreren stationären Bedieneinheiten in der Liegenschaft auf das Gebäudeautomations-system zugegriffen werden. Die Mitarbeiter sind darüber hinaus mit mobilen Bedieneinheiten (Notebook-PC, Tablet, Smartphone) ausgerüstet und können von jedem Ort der Liegenschaft aus auf das Gebäudeautomationssystem zugreifen.</p>	
Personelle Besetzung der Bedieneinheiten	<p>Eine Bedieneinheit befindet sich in der Sicherheitszentrale, die permanent mit 2 Personen besetzt ist. Eine davon ist ausschließlich für das Gebäudeautomations-system zuständig. Zu ihren Aufgaben gehören die zentrale Störungsannahme sowie die Pflege von Zeitschaltprogrammen.</p> <p>Im Übrigen sind die Bedienbilder tägliches Arbeitsmittel für 15 Mitarbeiter.</p>	
Umgang mit aktuellen Informationen	<p>Das Bedienungspersonal achtet auf Störmeldungen, um entsprechend schnell reagieren zu können. Störmeldungen werden protokolliert und archiviert.</p> <p>Die vom System erfassten Zählerstände werden genutzt, um rechtzeitig zu erkennen, wenn ein Medienverbrauch Auffälligkeiten zeigt.</p> <p>Ist- und Sollwerte von Regelkreisen werden beobachtet, um zu sehen, ob die Regler ordnungsgemäß arbeiten.</p> <p>Man pflegt die Zeitschaltpläne für einzelne Anlagen und Anlagenteile anhand von aktuellen Informationen, die die jeweiligen Nutzer dieser Einrichtungen beibringen.</p>	
Archivierung von Informationen	<ul style="list-style-type: none"> • Messwerte, z. B. Temperaturen • Zählwerte von Medienverbrauchsmengen (Zählerkonzept im Aufbau) • Stellwerte, die automatisch erzeugt werden • Reguläre Ereignisse, z. B. Wartungsmeldungen, manuelle Stelleingriffe,... • Störungsereignisse, Quittiervorgänge • Anmeldevorgänge von Bedienern • Systemereignisse 	

	<p>Bei abgenommenen Anlagen werden zu speichernde Informationen von eigenem Personal nach Bedarf festgelegt.</p> <p>Auch bei Neubauprojekten werden die zu speichernden Informationen von eigenem Personal nach Bedarf festgelegt. Daraus jedoch entsteht ein Lastenheft, das durch den Errichter umgesetzt wird.</p> <p>Die gespeicherten Informationen dürfen aufgrund vorhandener Lizenzen uneingeschränkt und jederzeit selbst weiter verarbeitet werden.</p> <p>Der Zugriff auf die gespeicherten Ereignis- und Alarmlisten erfolgt per ODBC. Die dazu erforderlichen Skripte schreibt der Interviewpartner selbst.</p>
Nutzung von Trendkurven	<ul style="list-style-type: none"> • Um Reglereinstellungen zu optimieren, • um den Verlauf bestimmter Medienverbräuche während eines vorgegebenen Zeitraums zu sehen, • um Abhängigkeiten zwischen einzelnen Größen zu sehen, • um die Wirkung von Eingriffen zu erkennen bzw. zu verfolgen, • die Einhaltung von Grenzwerten nachzuweisen.
Nutzung anderer Diagrammtypen	Außer Trendkurven kann die Bedieneinheit noch Kalenderdiagramme, Streudiagramme, Balkendiagramme und Tortendiagramme erzeugen.
Berechnen von abgeleiteten Größen	Es werden Daten von der Bedieneinheit zu andern Programmen exportiert, um sie dort weiter zu nutzen, z. B. in Tabellenkalkulationsprogrammen zur Berechnung abgeleiteter Größen.
Berichte	Archivierte Daten werden - zumindest teilweise - an externe Dienstleister weitergeleitet, wo sie dann ausgewertet und in Form periodischer Berichte zurückgegeben werden. Die Berichte sind Bestandteil eines übergeordneten Energiemanagements.
Weitere Verwendung archivierter Daten	<p>Die Bedieneinheit wird auch genutzt, um eine mögliche Häufung von Ereignissen anzuzeigen.</p> <p>Im Zusammenhang mit der Darstellung von Trendkurven kommt auch „Open Source“-Software zum Einsatz.</p>
Konfigurierung der Bedieneinheiten	<p>Die Konfigurierung der Bedieneinheiten erfolgt je nach Aufgabenstellung entweder durch den Mitarbeiter an der Bedienstation selbst (MB), durch andere Mitarbeiter aus dem eigenen Hause (MH) oder durch einen externen Dienstleister (DL):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bedienbilder „Fabrikat A“: MH • Bedienbilder „Fabrikat B“: DL • Trendkurven konfigurieren: MB / MH / DL • andere Diagramme konfigurieren: MH / DL • abgeleitete Größen errechnen: MH • Berichte konfigurieren: MB / MH • Daten exportieren: MB / MH / DL
Nutzung der Bedieneinheiten für Funktionen zur Steigerung der Effizienz von Arbeitsprozessen	<ul style="list-style-type: none"> • Bei Störungen alarmiert das System eine Rufbereitschaft, dabei werden auch weitere Information über die Art der Störung automatisch übermittelt. • Die Bedieneinheit wird genutzt zur Zählerverwaltung.
Persönliche Einschätzungen des Interviewpartners	<ul style="list-style-type: none"> • Er ist deutlich der Meinung, dass schon heute die Bedieneinheiten ausgiebig und nachweisbar der betreffenden Liegenschaft erfolgreich zur Steigerung der Energieeffizienz genutzt werden. • Er hält den Stellenwert von Energieeffizienz beim Betrieb der Liegenschaft für eher hoch. • Er äußert sich positiv zum Verbreitungsgrad einer dezidierten Meinung über den Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement auf die Energieeffizienz der Liegenschaft bei den Menschen im Unternehmen. • Er findet, dass Anstrengungen in der Vergangenheit, durch Maßnahmen bzw. Investitionen auf der Managementebene des Gebäudeautomationssystems die Energieeffizienz zu erhöhen, sehr erfolgreich waren.

	<ul style="list-style-type: none"> • Er äußert sich voll zustimmend zu der Frage, ob in den Managementfunktionen von Gebäudeautomationssystemen auch Potenzial zur Steigerung der Effizienz interner Arbeitsabläufe steckt. • Er ist der Meinung, dass es in relativ hohem Umfang bereits gelungen sei, mit Hilfe von Managementfunktionen die Effizienz von Arbeitsabläufen zu steigern.
Qualifikationen	<p>Mitarbeiter 1:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Instandhaltung, Weiterentwicklung, Pflege des Gebäudeautomationssystems Auswerten, Analysieren von erfassten Daten aus dem Gebäudeautomationssystem Weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation.</p> <p>Fachrichtung: Elektrotechnik</p> <p>Berufsabschluss: Handwerker (Geselle) + Hochschule</p> <p>Zugangsrechte zu allen Ebenen der Bedieneinheit.</p>
	<p>Mitarbeiter 2:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit Instandhaltung, Weiterentwicklung, Pflege des Gebäudeautomationssystems Auswerten, Analysieren von erfassten Daten aus dem Gebäudeautomationssystem Weitere Aufgaben außerhalb der Gebäudeautomation.</p> <p>Fachrichtung: Elektrotechnik/Informatik/Automatisierungstechnik + Kaufmann/BWL</p> <p>Berufsabschluss: Abgeschlossene Handwerkerausbildung (Geselle/Meister)</p> <p>Zugangsrechte zu allen Ebenen der Bedieneinheit.</p>
	<p>Mitarbeiter 3:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit</p> <p>Berufsabschluss: Abgeschlossene Handwerkerausbildung (Geselle/Meister)</p> <p>Zugangsrechte zum Gebäudeautomations-System: Sollwerte verändern, Zeitschaltpunkte einstellen u. ä.</p>
	<p>Mitarbeiter 4:</p> <p>Tätigkeit: Bedienen und Beobachten der Bedieneinheit</p> <p>Berufsabschluss: Abgeschlossene Handwerkerausbildung (Geselle/Meister)</p> <p>Zugangsrechte zum Gebäudeautomations-System: Sollwerte verändern, Zeitschaltpunkte einstellen u. ä.</p>
Anreizprogramme für Mitarbeiter	Anreizprogramme gibt es nicht.

Durchgeführte Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz	<p>Ein spezielles Bedienbild ordnet Gruppen von Hallen ein gemeinsames Zeitschema für die Vorgabe von Temperatursollwerten zu. Dabei sind folgende Nutzungsphasen definiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hallen sind nicht belegt (Frostschutzbetrieb) • Aufbau tage • letzte 4 Aufbau tage • Letzter Aufbau tag • Messebetrieb
Durchgeführte Maßnahmen zur Verbesserung der Betriebseffizienz	<p>Aufgrund der zwei unterschiedlichen Systeme gibt es zwei unterschiedliche Bedienoberflächen. Dies betrifft auch die Störmeldungen. Aus diesem Grund wurde von eigenem Personal ein Software-Werkzeug programmiert, das zyklisch die Ereignisspeicher beider Systeme abfragt und evtl. vorgefundene neue Meldungen auf <u>einem</u> Monitor darstellt.</p>

2.2.2 Schlussfolgerungen aus den Interviews

Schlussfolgerungen im Sinne von statistisch gesicherten Aussagen sind allein aufgrund der zu geringen Menge von Probanden nicht möglich. Gleichwohl erhält man ein Stimmungsbild aus den Befragungen, wenn man die Kernaussagen der Interviewpartner miteinander vergleicht:

Für alle gilt:

- Sie verwenden ihr Gebäudeautomationssystem zur Anlagenautomation und zur Raumautomation.
- Sie nutzen aktuelle Informationen aus ihren Bedieneinheiten für die Überwachung von Regelkreisen sowie Trendkurven für die Optimierung von Reglereinstellungen.
- Sie speichern reguläre Ereignisse, Störungereignisse und Anmeldevorgänge.
- Sie verfügen über die Möglichkeit, Daten zu exportieren.
- Ihre Lizenzen erlauben die uneingeschränkte Nutzung der aufgezeichneten Daten.
- Sie nutzen ihre Bedieneinheiten zur Aktivierung der Rufbereitschaft.

Nicht einmütig sind die Antworten in folgenden Punkten, weil mindestens drei, höchstens aber vier von ihnen erklären:

- Zähler sind integraler Bestandteil ihres Gebäudeautomationssystems.
- Betriebsstundenzähler werden für Instandhaltungszwecke genutzt.
- Die zentrale Leitstelle ihrer Einrichtung ist mit einem Mitarbeiter aus dem Bereich Gebäudeautomation besetzt.
- Auch Systemereignisse werden gespeichert.
- Ihnen stehen ausschließlich Trendkurven als grafische Hilfsmittel zur Verfügung.
- Die Bedieneinheiten werden genutzt im Rahmen von automatischen Funktionsprüfungen.
- Die Bedieneinheiten werden genutzt im Rahmen von Störungsstatistiken.
- Bei der Frage danach, wie weit verbreitet im Unternehmen die Einstellung ist, dass Gebäudeautomation und Gebäudemanagement die Energieeffizienz ihrer Liegenschaft beeinflussen, positionieren sie sich in der Mitte einer Skala zwischen „eher zweifelhaft“ und „allen Beteiligten klar“.
- Sie sind voll und ganz der Meinung, dass die Managementfunktionen von Gebäudeautomationssystemen auch Potenzial zur Steigerung der Effizienz der Arbeitsabläufe beinhalten.
- Im GA-Team gibt es Mitarbeiter mit Hochschulabschluss.
- Das Unternehmen fördert über Anreizprogramme Vorschläge von Mitarbeitern zur Energieeinsparung.

In den Gesprächen wurde deutlich, dass die Entscheidung für die Errichtung einer Management- und Bedieneinheit im Zusammenhang mit einem Gebäudeautomationssystem durchaus unterschiedliche Hintergründe haben kann:

- Alltagswerkzeug, das beim Betrieb einer größeren Liegenschaft „nun einmal dazu gehört“, um das zuverlässige Funktionieren der Technischen Gebäudeausrüstung überwachen zu können.
- Alltagswerkzeug, das die Basis für eine rechtssichere Abrechnung von Energiekosten für viele und sehr häufig wechselnde Mieter liefern muss.
- Alltagswerkzeug, das aufgrund seiner Aufzeichnungen auch in der Lage sein muss, Entscheidungen im Fall häufig vorkommender Erweiterungsmaßnahmen zu unterstützen.

3 Funktionen des technischen Gebäudemanagements mit Effizienzpotenzial

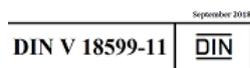
Effizienzpotenziale von Management- und Bedieneinrichtungen in Gebäudeautomationssystemen resultieren aus den *Funktionen*, die diese Einrichtungen zur Verfügung stellen, wenn sie denn im Rahmen von Management-Prozessen entsprechend angewendet werden. Im Hinblick auf Funktionen, die dafür in Frage kommen, sind vor allem drei technische Regeln relevant:



VDI/GEFMA 3810-5:2018-01 | Betreiben von Gebäuden und Instandhalten von gebäudetechnischen Anlagen – Gebäudeautomation



DIN EN 15232-1:2017-12: Energieeffizienz von Gebäuden – Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement



DIN V 18599-11:2018-09 „Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 11: Gebäudeautomation“

VDI/GEFMA 3810-5 benennt u. a. eine Reihe von GM²⁰-Prozessen, die durch GA-Funktionen unterstützt werden. An diesen orientieren sich Reihenfolge und Inhalt der Themen in den folgenden Abschnitten des vorliegenden Berichts:

- Inbetriebnahme, Abnahme, Leistungskontrolle
 - Begleiten von Inbetriebnahmen, Abnahmen, Probetrieb und Übergaben
 - Erfassen der Mängel
 - Verfolgen der Mängelbeseitigung
 - Begleiten und Abnehmen der Mängelbeseitigung
 - Beweissicherungen
 - z. B. Funktionen für das Berichtswesen zum Nachweis der Erbringung [oder Nichterbringung] von zugesicherten Leistungen (Sollwerterreichung, Anlagenverfügbarkeit,...)
- Betreiben
 - Überwachen
 - Optimieren
 - Instandhalten
 - Umgang mit Störungen
 - Außerbetriebnahme
 - Wiederinbetriebnahme
 - Wiederholungsprüfungen
- Dokumentieren
 - Technische Dokumentation
 - Zustands-/Prüfdokumentation
 - Brandschutz (z. B. Test von Brandschutzklappen oder RWA)
 - Erfassung aller angeschlossenen Feldgeräte
 - Bestandspflege und Aktualisierung der Dokumentation, z. B. nach Reparaturarbeiten mit Austausch von Geräten

²⁰ GM: Gebäudemanagement

- Verbrauchsmanagement
 - Gewerkeübergreifende Analyse der Energie- und Medienverbräuche
 - Ermitteln von Schwachstellen bzw. Optimierungspotenzialen
 - Umsetzen von Einsparmaßnahmen
 - Nachweisen der Einsparungen, Erfolgskontrolle

DIN EN 15232-1 beschreibt schwerpunktmäßig Verarbeitungsfunktionen (GA-Funktionen) sowie einige Funktionen des technischen Gebäudemanagements (TGM-Funktionen) mit Auswirkungen auf die Energieeffizienz von Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden. Je nachdem, welche dieser Funktionen in einem konkreten Gebäude vorhanden sind, lässt sich das in diesem Gebäude installierte GA-System einer von vier GA-Effizienzklassen zuordnen:

D: nicht energieeffizient | C: Standard | B: erweitert mit einigen speziellen TGM-Funktionen | A: hoch energieeffizient mit TGM-Funktionen.

Auch DIN V 18599-11 „stellt [für Wohn- und Nichtwohngebäude] den Einfluss der Steuerung und Regelung sowie der Raum- und Gebäudeautomation einschließlich des technischen (energetischen) Gebäudemanagements auf den Energiebedarf eines Gebäudes im Betrieb dar“²¹. Das dort vorgestellte Bewertungsverfahren „orientiert sich an der Vorgehensweise nach DIN EN 15232.“ So gibt es auch hier eine Tabelle – ähnlich der in DIN EN 15232-1 –, in der Gebäude- und Raumautomationsfunktionen sowie Managementfunktionen „vier sogenannten Automatisierungsgraden A, B, C und D zugeordnet“²² sind.

Darüber hinaus formulieren DIN EN 15232-1 und DIN V 18599-11 den Anspruch, Rechenansätze zu liefern, mit denen sich die Auswirkungen aller Funktionen auf den Energiebedarf berechnen lassen.

3.1 Inbetriebnahme, Abnahme, Leistungskontrolle

Inbetriebnahmen, Abnahmen und Leistungskontrollen von gebäudetechnischen Anlagen sind Managementprozesse, bei denen begleitende Messungen und Aufzeichnungen unabdingbar sein sollten. Für Inbetriebnahmen ist dies bei einigen Gewerken durch die *Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB)* sogar normativ festgeschrieben. Im Folgenden zwei Beispiele:

Beispiel 1:

Gewerk »Gebäudeautomation«²³

3.3 Inbetriebnahme und Einregulierung

...

3.3.2 Die Inbetriebnahme und die Einregulierung der Anlage und Anlagenteile sind, soweit erforderlich, gemeinsam mit Verantwortlichen der beteiligten Leistungsbereiche durchzuführen. Inbetriebnahme und Einregulierung sind durch Protokolle mit Mess- und Einstellwerten zu belegen.

...

3.4 Abnahmeprüfung

3.4.1 Es ist eine Abnahmeprüfung, die aus Vollständigkeits- und Funktionsprüfung besteht, durchzuführen.

²¹ DIN V 18599-11:2018-09, Abschnitt 1

²² ebda. Abschnitt 5.2

²³ DIN 18386:2019-09: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Gebäudeautomation

3.4.2 Die Funktionsprüfung umfasst insbesondere:

- Prüfung der Protokolle der Inbetriebnahme und Einregulierung,
- [...]

Es sind also Protokolle mit Mess- und Einstellwerten zu erstellen, deren Prüfung am Ende als Teil der Funktionsprüfung gilt, die wiederum Teil der Abnahmeprüfung der Anlage nach VOB/C ist.

Beispiel 2:

Gewerk »Raumluftechnische Anlagen«²⁴

3.5 Abnahmeprüfung

Es ist eine Abnahmeprüfung nach DIN EN 12599 „Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumluftechnischer Anlagen“ durchzuführen. Zusätzliche Funktionsmessungen bedürfen der besonderen Vereinbarung.

...

Der Begriff *Abnahmeprüfung* kommt in DIN EN 12599²⁵ nicht vor. Dem Charakter einer Abnahmeprüfung am nächsten kommen *Funktionsmessungen*, mit dem Zweck, „auf statistischer Grundlage [zu überprüfen], ob die Anlage die in der Planung vorgesehenen Werte erreicht“²⁶. Im Rahmen der Übergabe sind folgende Tätigkeiten auszuführen:

1. Bestimmen der erforderlichen Messungen und Aufzeichnungen
2. Umfang der Funktionsmessungen entsprechend den Klassen A, B, C und D [festlegen(?)]
3. Messungen
4. Begleitende Messungen (siehe 6.4)

Zu den erforderlichen Funktionsmessungen und Aufzeichnungen gehören für alle Arten von Lüftungsanlagen die Messung von

- Strom und Leistungsaufnahme der Motoren
- Volumenstrom von Außenluft, Zuluft und Abluft im Zentralgerät
- Temperatur von Außenluft, Zuluft und Abluft im Zentralgerät (außer bei Geräten ohne thermodynamische Luftbehandlung)
- Druckabfall im Filter
- Zuluft-Volumenstrom auf Raumebene
- Zuluft- und Raumlufthtemperatur (bei Teilklimaanlagen, sofern damit nicht nur befeuchtet und entfeuchtet wird sowie Vollklimaanlagen) und in Abhängigkeit von „Regelungsgrundsätzen“
- Luftfeuchte (nur bei Anlagen mit Feuchtebehandlung).

Es bleibt somit festzustellen, dass diese Aufzählung durchweg Messgrößen enthält, die bei einer sachorientierten Planung auch in der Liste der auszuführenden Datenpunkte des Gebäudeautomationssystems erscheinen.

Ein entlang der v. g. Normen geplantes und gebautes Gebäudeautomationssystem kann also die Prozesse *Übergabe* und *Abnahmeprüfung* in erheblichem Maße unterstützen. Darüber hinaus ist das System auch optimal vorbereitet für spätere *Leistungskontrollen* während der Betriebsphase, weil

²⁴ DIN 18379:2019-09 | VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen –Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Raumluftechnische Anlagen

²⁵ DIN EN 12599:2013-01 | Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumluftechnischer Anlagen

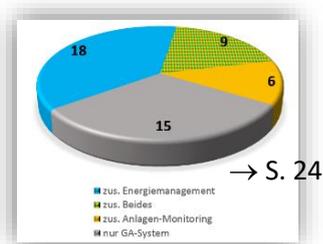
²⁶ ebda. Tabelle 1

alle Voraussetzungen gegeben sind, um die Anlagensituation der Übergabe zu wiederholen und zu überprüfen, ob sich seitdem Parameter verändert haben.

In der Literatur ist in diesem Zusammenhang auch die Rede von „Technisches Monitoring“ mit den Ausprägungen²⁷

- Einregelungsmonitoring
- Energiemonitoring
- Gebäude- und Behaglichkeitsmonitoring
- Langzeitmonitoring.

Die Funktionen des technischen Monitorings können – wie erwähnt – in das Gebäudeautomations-system integriert sein, aber ausdrücklich auch als eigenständiges technisches System aufgebaut sein. Entweder übernimmt dann das Monitoring-System die benötigten Messwerte aus der Datenbank des Gebäudeautomationssystems, um sie mit eigenen Software-Werkzeugen auszuwerten, oder aber das Monitoring-System verfügt über eigene Sensoren und eine eigene Datenbank.



Die Anzahl der Umfrage-Teilnehmer, die neben dem Gebäudeautomations-system auch ein Monitoring-System betreiben, war mit 15 immerhin genauso hoch wie die der Teilnehmer, die ausschließlich über ein Gebäudeautomationssystem verfügen. Zu den genannten 15 gehörten Anwender mit vielen Datenpunkten ebenso wie solche mit wenigen. Auffallend war allenfalls die Tatsache, dass die Branchen *Uni/Institut* sowie *Bank* – obwohl bei der Umfrage relativ stark vertreten – bei einem separaten „Technischen Monitoring“ relativ

zurückhaltend sind.

3.1.1 Monitoring: Eigenständig oder als Funktion des Gebäudeautomationssystems?

Wenn in der Vergangenheit Monitoring-Systeme bei Inbetriebnahmen von gebäudetechnischen Anlagen ihren Markt gefunden haben, so kann dies mehrere Gründe haben:

3.1.1.1 Technische Aspekte

Offenbar gibt es Erfahrungen, wonach die Leistungsmerkmale des Gebäudeautomationssystems nicht die Anforderungen des Monitorings erfüllen.

Dazu eine Liste von „Anforderungen an ein Gebäude-Leittechnik (GLT)-System für Gebäudemonitoring“²⁸, ergänzt um Feststellungen des Autors:

Anforderung 1: Genauigkeit der Sensoren

Kommentar: Es gibt keinen Grund zu der Annahme, dass eine professionell geplante und danach regelkonform installierte Prozessmesstechnik eine höhere Messunsicherheit besitzt als die Sensorik von Monitoring-Systemen, die in der Regel nachträglich in die bereits fertig montierte Anlage eingebaut werden müssen.

²⁷ VDI 6041:2017-07: Facility Management | Technisches Monitoring von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen

²⁸ Bayerisches Landesamt für Umwelt: Planungsleitfaden | Effiziente Energienutzung in Bürogebäuden (2010)

Anforderung 2: frei wählbare Zeitintervalle bei der Datenerfassung

Kommentar: Fast alle marktgängigen Gebäudeautomationssysteme bieten die Möglichkeit, bei der Projektierung eine zyklische Datenerfassung mit einstellbarem Zyklus oder eine ereignisgesteuerte Datenerfassung zu parametrieren.

Anforderung 3: automatische Plausibilitätsprüfung der Daten vor der automatischen Ablage in eine Datenbank

Kommentar: Der Begriff „automatische Plausibilitätsprüfung“ ist sehr unscharf. Sollte etwa das Verletzen eines plausiblen Wertebereichs gemeint sein, so kann dieses Ereignis in den meisten Gebäudeautomationssystemen erkannt, gemeldet und registriert werden. Im Übrigen sind unplausible Daten auch in der Datenbank eines reinen Gebäudeautomationssystems nicht akzeptabel.

Anforderung 4: Möglichkeit des Exports der Daten in spezifiziertem Datei-Format oder sichere Langzeit-Datenhaltung auf dem GLT-Rechner

Kommentar: Sehr weit verbreitet sind Datenbanken, die auf der Sprache SQL basieren. Weit verbreitet sind auch Export-Funktionen in gängige Tabellenformate wie .csv. Von dieser Möglichkeit machen im Übri-

Aus der Umfrage (→ S. 31)

38 von 48 Teilnehmern exportieren die Daten, um sie auf anderen Plattformen weiter zu verarbeiten.

gen 38 von 48 Teilnehmern der Umfrage Gebrauch. Wenn Betreiber sich für eine Speicherfunktion entscheiden, legen sie selbstverständlich allerhöchsten Wert auf Datensicherheit.

Anforderung 6: Weiterverarbeitung/Visualisierung der Daten gemäß individuellen Nutzeranforderungen ist nicht möglich.

Kommentar: Genau dies ist die Aufgabe einer Management- und Bedieneinrichtung. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit des Exports und der Weiterverarbeitung/Visualisierung der Daten auf anderen Plattformen, z. B. Tabellenkalkulationsprogrammen. Der Export kann allerdings durch Lizenzen eingeschränkt oder blockiert sein.

Im Folgenden eine (nicht vollständige) Zusammenstellung von Leistungsmerkmalen, über die ein Gebäudeautomationssystem verfügen sollte, wenn es Monitoring-Funktionen bei der Inbetriebnahme von gebäudetechnischen Anlagen übernehmen soll.

Das hinter jedem Merkmal in Klammern angegebene Zeichen gibt eine subjektive Einschätzung des Autors über die Verfügbarkeit des Merkmals in marktgängigen Management- und Bedieneinrichtungen wieder:

+ : Standardmerkmal bei den meisten Herstellern

0 : bei einigen wenigen Herstellern im Angebot

– : am Markt mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht verfügbar.

- Speichern von Werten und Zuständen einschließlich Zeitstempel in einer offenen, dokumentierten Datenbank über beliebige Zeiträume bei einem Abtastintervall von max. 10 s; (+)

- Erzeugen von Zeitliniendiagrammen („Trendkurven“) aus gespeicherten Daten, die sich ad hoc vom Bediener zusammenstellen lassen. Die zeitliche Auflösung muss dabei an die Dynamik des jeweiligen Signals anpassbar sein; (+)
- Konfigurieren von aussagekräftigen Bildern, die einen Überblick über einzelne Anlagenteile geben und alle Informationen in Form dynamischer Einblendungen enthalten, um bestimmte Wirkungszusammenhänge erkennen zu können (Beispiel: Zum Bild einer Klimaanlage gehört immer eine Anzeige von Temperatur und Feuchte der Außenluft); (+)
- „Notizbuchfunktion“, um jederzeit an der Bedienstation Notizen einzugeben, die automatisch mit Datum und Uhrzeit versehen und gespeichert werden; (0)
- Erzeugen von Screenshots (nach Betätigen einer Taste und/oder zyklisch); (+)
- Konfigurieren von Berichten, die
 - die Zeitverläufe einzelner Größen in Tabellenform wiedergeben, ggfs. unter Einbeziehung von Notizen; (0)
 - den Status mehrerer Größen zu einem bestimmten Zeitpunkt wiedergeben; (0)
- Exportieren von beliebig zusammengestellten Datenreihen aus der Systemdatenbank in gängigen Dateiformaten; (+)
- usw.

Die Funktionen, bei denen die Möglichkeiten von Monitoring-Systemen über die von Gebäudeautomationssystemen in Verbindung mit Management- und Bedieneinrichtungen hinausgehen, erscheinen nicht so gewichtig bzw. unabänderlich, als dass sich damit die in der Praxis offenbar verbreitete Koexistenz beider Systeme erklären ließe.

3.1.1.2 Technisches Monitoring in der Inbetriebnahmephase von gebäudetechnischen Anlagen

Ein nachvollziehbarer Grund für den Einsatz eines Monitoring-Systems bei der Inbetriebnahme von gebäudetechnischen Anlagen liegt darin, dass die Anlagentechnik – zumindest teilweise – schon prüfbar ist, während das Gebäudeautomationssystem noch im Aufbau ist.

Einem Vortrag von Plesser²⁹ zur Folge gab und gibt es Fälle, in denen Gebäude „unfertig“ übergeben werden. Die Defizite liegen dabei vor allem im Bereich der HLK-Technik und Gebäudeautomation. So kommt es, dass Gebäude mit erheblichen Fehlfunktionen starten, dass Funktionsprüfungen und Einregulierung erst nachträglich durchgeführt werden können bzw. dann einfach entfallen.

Zitat:

Gerade Ziele wie Energieeffizienz können im Gebäudemanagement erst verspätet bearbeitet werden.²⁹

Zwangsläufig muss ein Gebäudeautomationssystem bereits selbst in Betrieb genommen sein, wenn es bei der Inbetriebnahme der betriebstechnischen Anlagen eingesetzt werden soll. Mindestens die Funktionen, die für die Protokollierung erforderlich sind, sowie die Menschen, die damit umgehen können, müssen verfügbar sein. Wenn dies noch nicht der Fall ist bzw. wenn entscheidende Menschen und Objekte fehlen, sind kostenintensive Ersatzmaßnahmen in Form von Hardware und Dienstleistungen erforderlich.

²⁹ Plesser, S.: Inbetriebnahmemanagement und Technisches Monitoring – Neue Services für bessere Gebäudeperformance, Vortrag an der Universität Clausthal (2016), URL: https://his-he.de/fileadmin/user_upload/Veranstaltungen_Vortraege/2016/8_Forum_Energie/02_plesser_inbetriebnahmemanagement_tu_bs.pdf (zuletzt abgerufen am 01.10.2020)

3.1.1.3 Technisches Monitoring als Mittel zur Leistungskontrolle

Der Betreiber, der in ein vom Gebäudeautomationssystem unabhängiges Monitoringsystem investiert und möglicherweise dazu auch noch die begleitende Dienstleistung einkauft, erhält dafür die Meinung eines unabhängigen Dritten über die Performance seiner Anlagen.

Die organisatorische Einbindung eines Monitoringsystems ist eine Herausforderung. Sie kann zu Doppelarbeit führen, falls die Aufgabenzuordnung nicht klar geregelt ist. Die Verantwortung in die Nachbarabteilung zu verschieben, bedeutet für die einen das Gefühl, kontrolliert zu werden, für die anderen das Gefühl, Schwachstellen zwar offenlegen zu können, aber nichts für deren Beseitigung tun zu dürfen.

3.1.2 Zusammenfassung, Kostenaspekte

Eine vorhandene, gut geplante und lauffähige Management- und Bedieneinrichtung als Teil eines Gebäudeautomationssystems ist für Zwecke des Monitoring grundsätzlich ebenso einsetzbar wie ein eigenständiges Monitoring-System. In beide zu investieren, mag zwar in der Praxis unumgänglich sein, offenbart aber einen suboptimalen Projektablauf und ist am Ende teurer.

Effizienzpotenzial einer Management- und Bedieneinrichtung mit Monitoring-Funktion lässt sich begründen über Einsparungen im personellen Bereich aufgrund der homogenen Systemumgebung, die zur Vermeidung von Doppelarbeit führt. Zu den möglichen Einsparpotenzialen heißt es in dem bereits erwähnten Planungsleitfaden des Bayerischen Landesamts für Umwelt²⁸:

Eine systematische Erfassung und Analyse der wesentlichen Energieflüsse und Raumklimadaten sichert den Vergleich mit den geplanten Energiekennzahlen und unterstützt eine zielgerichtete energetische Betriebsoptimierung der Gebäudetechnik, insbesondere in der „Einfahrphase“ des Gebäudes. Damit lassen sich Einsparpotenziale zwischen 5 und 30 % erschließen

3.2 Betreiben: Überwachen

Überwachen ist lt. DIN EN ISO 16484-2³⁰ eine „Systemaktivität zur Beobachtung des Ist-Zustandes einer Einheit und Signalisierung einer definierten Abweichung vom Normalzustand als Zustandsmeldung über das Ereignis“. Überwachungsfunktionen im v. g. Sinne gehören lt. Blatt 3 von DIN EN ISO 16484 zu den Verarbeitungsfunktionen und werden genutzt, „um Eingabe- und Ausgabefunktionen oder die Ergebnisse von [anderen] Verarbeitungsfunktionen auf definierte Kriterien zu überwachen“ (Bild 40).



Bild 40: Funktionsschema einer GA-Verarbeitungsfunktion aus dem Abschnitt „Überwachen“ von DIN EN ISO 16484-3 - hier als Beispiel die Funktion „Grenzwert fest“

Zum Thema *Überwachen* sagt DIN EN 15232-1 im einleitenden Text über Funktionen für *Technisches Haus- und Gebäudemanagement*

³⁰ DIN EN ISO 16484-2:2004-10: Systeme der Gebäudeautomation (GA) – Teil 2: Hardware

Warn- und Überwachungsfunktionen unterstützen die Anpassung des Betriebs an den Bedarf der Nutzer sowie die Optimierung der Abstimmung der verschiedenen Regeleinrichtungen. Dies wird durch Bereitstellung einfacher Hilfsmittel zur Feststellung eines abnormalen Betriebs (Warnfunktionen) und durch Bereitstellen einer einfachen Möglichkeit zum Aufnehmen und Darstellen von Informationen (Überwachungsfunktionen) erreicht.³¹

Demnach gibt es die TGM-Funktionen

- Anpassung des Betriebs an den Bedarf der Nutzer,
- Optimierung der Abstimmung der verschiedenen Regeleinrichtungen,

unterstützt von den GA-Funktionen

- Warnen (= „einfache Hilfsmittel zur Feststellung eines abnormalen Betriebs“) und
- Überwachen (= „einfache Möglichkeiten zum Aufnehmen und Darstellen von Informationen“).

DIN EN 15232-1 greift also den Inhalt von *Überwachung* aus DIN EN ISO 16484-2 auf, nennt diese Funktion jedoch *Warnung*: Eine GA-Funktion, die mit einer Abweichung vom Normalbetrieb zusammenhängt. Eine „einfache Möglichkeit zum Aufnehmen und Darstellen von Informationen“ ist keine Funktion, sondern eine Anforderung an die Präsentation von Informationen – letztlich also das, was in DIN EN ISO 16484-2 mit *Signalisierung* umschrieben ist (Bild 41).

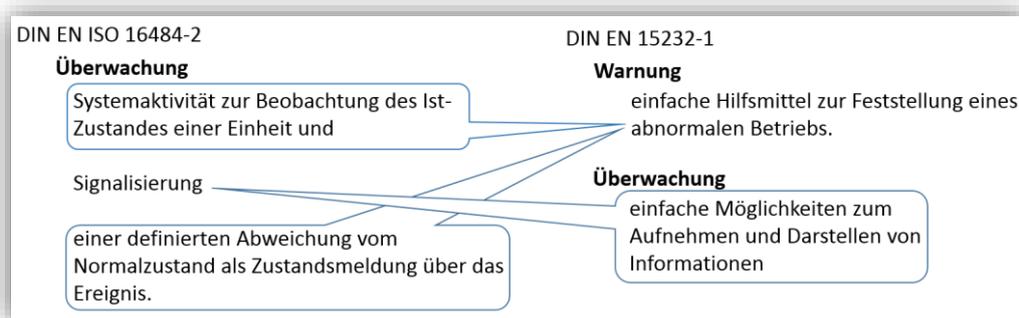


Bild 41: Unterschiedlicher Umgang mit dem Begriff *Überwachung* in zwei Normen. *Überwachung* nach DIN EN ISO 16484-2 ist dasselbe wie *Warnung* nach DIN EN 15232-1. *Überwachung* nach DIN EN 15232-1 ist eine Umschreibung des Begriffs *Signalisierung*.

Vor dem Hintergrund von „rechnergestützten Überwachungsfunktionen“ stellt sich die Frage nach den möglichen Inhalten von TGM-Funktionen der Kategorie *Überwachen*. Der Unterschied zwischen beiden ist offensichtlich: Eine rechnergestützte Überwachungsfunktion erzeugt lediglich ein Signal, führt jedoch – im Gegensatz zu einer Steuerungs- oder Regelungsfunktion - keinerlei selbsttätigen Stelleingriffe aus. Der überwachende technische Gebäudemanager reagiert auf dieses Signal, indem er es gedanklich mit weiteren Informationen aus dem System verknüpft. So kommt er aufgrund seines Expertenwissens zu einem Gesamtbild und am Ende zu einer Entscheidung, was aktuell zu tun ist. Dies kann dann ein Stelleingriff sein, das Auslösen eines Instandhaltungsfalls, ein Eintrag ins Schichtbuch usw., je nachdem, was er für erforderlich hält.

Als Ansatz für eine Definition von TGM-Funktionen der Kategorie *Überwachen* wird vorgeschlagen:

³¹ DIN EN 15232-1: Tabelle 4, Abschnitt 7 Technisches Haus- und Gebäudemanagement

TGM-Funktion **Überwachen**

Zielgerichtetes Beobachten des Verhaltens bestimmter dynamischer Einblendungen alleine oder im Zusammenhang untereinander; bei Abweichungen Ergreifen von Gegenmaßnahmen entsprechend vorliegender Arbeitsanweisungen“ (Bild 42).

Beispiele:

- Überwachung im Hinblick auf ungewöhnliche Werte (z. B. Präsenzerkennung, obwohl der Raum verschlossen ist)
- Überwachung im Hinblick auf inkonsistente Wertekombinationen (z. B. hohe Zulufttemperaturen bei gleichzeitig hohen Außenlufttemperaturen)
- Überwachung im Hinblick auf auffällige Schwankungen von Größen (z. B. Regelschwingungen).



Bild 42: Funktionsbild TGM-Funktionen *Überwachen*

Die so definierten TGM-Funktionen benötigen als Eingangsgrößen nicht nur aktuelle Werte von Größen und Zuständen, sondern auch deren Zeitverläufe (→ Bild 42).

Das Speichern von Störungsereignissen ist üblich. Es müssen jedoch auch weitere binäre Größen (Zustände, Meldungen usw.) „historisiert“ werden. Dasselbe gilt auch für Handeingriffe und andere reguläre Ereignisse. Ansonsten wäre das oben erwähnte Gesamtbild nicht darstellbar.

Aus der Umfrage (→ S. 28)

31 von 48 Teilnehmern speichern reguläre Ereignisse.

3.2.1 Sollwertüberwachung

Eine TGM-Funktion *Sollwertüberwachung* ist weder in DIN EN 15232-1 noch in DIN V 18599-11 definiert.

In DIN V 18599-11 gibt es eine TGM-Funktion „Zentrale Anpassung an die Anforderungen der Nutzer“³², die sich auch auf die zentrale Anpassung von Sollwerten (neben Zeitplänen und Regelparametern) bezieht. Offenbar ist damit die Pflege von Temperatursollwerten im Zusammenhang mit Anlagenbetriebsprofilen gemeint (→ Abschnitt 3.3.1).

Besser zum Begriff *Sollwertüberwachung* passt die *Sollwertsteuerung* nach DIN EN 15232-1³³:

Sollwertsteuerung – Verwaltung, Zurücksetzen und Anpassen der GA-Sollwerte entsprechend den Betriebsarten des Raums/der Zone

Ihre in Bezug auf Energieeffizienz hochwertigste Ausprägung fordert eine „häufige Rücksetzung der Nutzereingabe“. Dies lässt sich nur soweit umsetzen, wie die Temperatur-Regelkreise der Räume im Gebäude/der Liegenschaft vernetzt sind. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, die individuellen Sollwerteneinstellungen der Nutzer in ihrem jeweiligen Einflussbereich zu überwachen und ggfls. (regelmäßig oder sporadisch) zu überschreiben (Bild 43).



³² DIN V 18599-11: Die drei unterschiedlichen Ausprägungen sind mit M-1, M-2 und M-3 bezeichnet.

³³ s. DIN EN 15232-1, Tabelle 4, Abschnitt 7.1

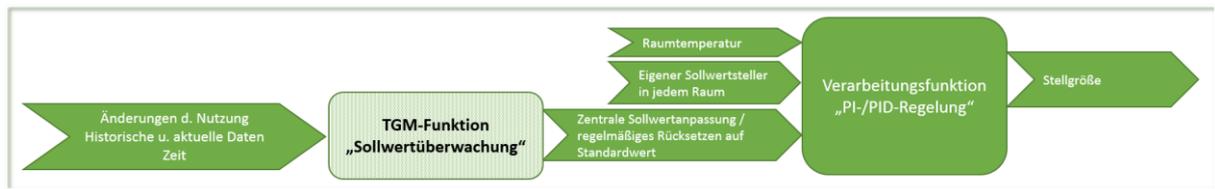


Bild 43: Die TGM-Funktion *Sollwertüberwachung* im Zusammenspiel mit der GA-Verarbeitungsfunktion *PI/PID-Regelung*

Der „abnormale Betrieb“ ist also in diesem Fall eine Abweichung zwischen einem individuell vom Nutzer vor Ort eingestellten Sollwert und dem übergreifend vorgesehenen Standardwert. Das Problem dabei ist nicht der Eingriff des Nutzers selbst. Wenn dieser Eingriff nicht gewünscht gewesen wäre, hätte man die technische Voraussetzung – den Sollwertsteller vor Ort – dafür gar nicht erst schaffen dürfen. Das Problem ist vielmehr, dass der Nutzer vergisst, den Eingriff wieder rückgängig zu machen und so sein Büro weiter mit einer zu hohen Temperatur betreibt.

DIN EN 15232-1 beschreibt eine weitere Anwendung für die TGM-Funktion *Sollwertüberwachung*: Das Verhalten von Anlagen, die grundsätzlich gegeneinander arbeiten können. Ein Beispiel dafür ist die temperaturgeregelter Heizungsanlage in einem Raum, dem auch Kälte in Form gekühlter Luft zugeführt werden kann. Bei mangelhaft geplantem Regelungskonzept kann es vorkommen, dass gleichzeitig geheizt und gekühlt wird, wenn der Abstand zwischen den Temperatur-Sollwerten der Regler für die Heizungs- und für die Kälteanlage zu gering oder sogar negativ ist. Dies den Bediener überwachen zu lassen, wäre eine TGM-Funktion *Sollwertüberwachung*. Des Weiteren lässt sich anhand dieses Beispiels auch aufzeigen, wie eine TGM-Funktion Auslöser sein kann für Verbesserungsvorschläge bzw. Änderungsmaßnahmen: Der Mitarbeiter, der den anlagentechnischen Hintergrund kennt, wird nach Möglichkeiten suchen, den Grund für den Überwachungsbedarf an dieser Stelle zu beseitigen oder diese Überwachungsfunktion zu automatisieren. Beispielsweise könnte er sein System so konfigurieren (lassen), dass es eine Meldung erzeugt, wenn das Konvektor-Ventil der Heizungsanlage geöffnet ist UND die Zulufttemperatur der Lüftungsanlage unter der Raumtemperatur liegt.

3.2.2 Überwachen von Regelkreisen

Fehlerhaft arbeitende Regelkreise können zu erheblichen Einbußen bei der Energieeffizienz der betroffenen Prozesse führen. Deshalb ist das Verhalten von Regelkreisen ein sehr wichtiges Überwachungsobjekt für TGM-Aktivitäten. Dies wurde vom Ergebnis der Umfrage bestätigt. Die Möglichkeiten, die Überwachung von Regelkreisen zu automatisieren, also zu einer GA-Verarbeitungsfunktion zu machen, sind begrenzt.

Man kann jedoch mit Hilfe von GA-Verarbeitungsfunktionen eine Regelung so visualisieren, dass auch Nicht-Fachleute nach kurzer Einweisung leicht überwachen können, dass ein Regler bestimmungsgemäß arbeitet:

Aus der Umfrage (→ S.27)

47 von 48 Teilnehmern nutzen die Management- und Bedieneinrichtung zur Überwachung von Regelkreisen.

In einem stationären Zustand sollten Soll- und Istwert einer Regelung denselben Wert haben³⁴. Üblich ist, dass Soll- und Istwert in den Anlagenbildern nebeneinander bzw. untereinander eingeblendet werden (→ Bild 44). Im Sinne einer „einfachen Möglichkeit zum Aufnehmen und Darstellen von Informationen“³⁵ sollten dabei Soll- und Istwert deutlich voneinander zu unterscheiden und zu identifizieren sein. Bild 44 zeigt ein positives und ein negatives Beispiel aus realen Anlagen.

³⁴ Dies gilt strenggenommen nicht für P-Regler, die jedoch in modernen Anlagen kaum noch eingesetzt werden.

³⁵ Formulierung aus DIN EN 15232-1 (s. Bild 41)

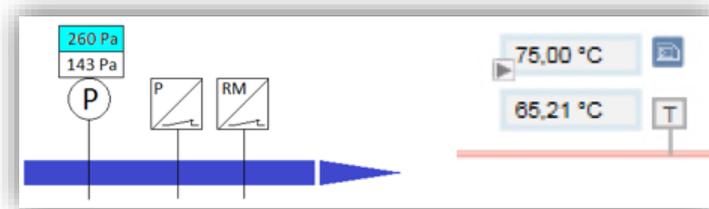


Bild 44: Zwei Ausschnitte aus realen Benutzeroberflächen mit Darstellungen von Sollwert und Istwert eines Regelkreises. Links: Beide Felder besitzen zwar unterschiedliche Hintergrundfarben, aber es ist nicht erkennbar, welches der Sollwert, welches der Istwert ist. Rechts: Beide Felder sind gleichfarbig. Dennoch erkennt man den Sollwert an dem Pfeilsymbol (►).

„Eindeutigkeit sicherstellen“ ist im Übrigen auch der 8. von 10 Grundsätzen für die Gestaltung von Benutzeroberflächen in VDI 3814-2.3³⁶:

Die Darstellung der Information muss nach einfachen Regeln zweifelsfrei interpretierbar sein.

Für die Überwachung einer typischerweise sehr großen Anzahl von Regelkreisen, die zudem noch über viele Anlagen, Gebäude und Räume verteilt sind, sind Anlagenbilder nicht geeignet. Ein weiterer Grundsatz aus VDI 3814-2.3 macht dies deutlich:

Grundsatz 7: Information situationsgerecht anzeigen

[...]

Bilder für das Diagnostizieren benötigen einen anderen Inhalt als die für das Überwachen.

Hier empfehlen sich Übersichtsbilder, die Soll- und Istwert für möglichst alle Regelkreise einer Anlage oder eines Anlagenbereichs gemeinsam darstellen. Dabei Zahlenfelder wie aus Bild 44 einfach in einem Bild zusammenzufassen, wäre nicht zielführend. Der Bediener wäre gezwungen, für jedes Paar zu berechnen, wie groß die Differenz absolut und relativ in Bezug auf die Größe der beiden Einzelwerte ist, um zu einer Entscheidung darüber zu kommen, ob das, was er sieht, gut ist oder schlecht. Bei der großen Menge an Informationen würde dieser intellektuelle Vorgang den Nutzer unnötigerweise belasten. Dazu heißt es in VDI 3814-2.3

Grundsatz 2 – Der Benutzer ist der Maßstab

Die Technik und deren Benutzung sind nach den Eigenschaften, Fähigkeiten und Gewohnheiten ihrer Nutzer zu gestalten.

Statt in Form von Zahlen lassen sich die Relationen zwischen Soll- und Istwert einer Regelung als dynamische Einblendungen in Form einfacher grafischer Elemente visualisieren (s. z. B. Bild 45).

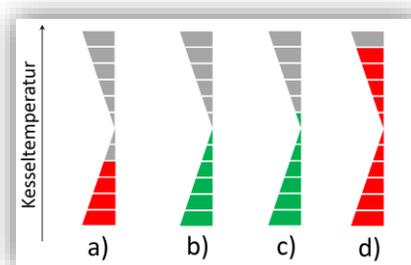


Bild 45: Ein einfaches, animiertes Grafikobjekt, das dynamisch den Istwert einer Regelung vor dem Hintergrund des Sollwertes zeigt. a) Kesseltemperatur liegt unterhalb des Sollwertes → nicht i. O. (Rot!), b) Kesseltemperatur liegt genau auf dem Sollwert → i. O. (Grün!), c) Kesseltemperatur liegt über dem Sollwert, aber noch innerhalb der Toleranz → i. O. (Grün!), d) Kesseltemperatur liegt über dem Sollwert und außerhalb des Toleranzbandes → nicht i. O. (Rot!).

³⁶ VDI 3814-2.3:2019-09: Gebäudeautomation (GA) | Planung | Bedienkonzept und Benutzeroberflächen, Abschnitt 6.2.1

Ein Blick auf ein Anlagenbild oder ein Übersichtsbild kann allerdings immer nur eine Momentaufnahme sein, die keinen Rückschluss auf den dauerhaften Zustand des Regelkreises erlaubt. Um zu erkennen, ob eine momentane Gleichheit von Istwert und Sollwert nicht nur zufällig sondern von Dauer ist, muss man entweder das Bild längere Zeit beobachten oder aber ein Zeitliniendiagramm („Trendkurve“) über die letzten Minuten (Stunden, Tage) abrufen. Dasselbe gilt auch, wenn zum Betrachtungszeitpunkt Ist- und Sollwert unterschiedlich sind. Erst ein Blick auf die „historischen“ Daten zeigt, ob dies ein Übergang zwischen zwei ansonsten stabilen Zuständen ist oder eine nicht mehr abklingende Regelschwingung.

Das Erkennen von Regelschwingungen ist ein wichtiges Ziel der Überwachung von Regelkreisen. Wenn Regelschwingungen auftreten, geschieht genau das Gegenteil von Regeln: Der Istwert bleibt nicht mehr beim Sollwert, sondern bewegt sich ohne erkennbaren Anlass permanent auf und ab. Im selben Rhythmus arbeitet auch das Stellglied im Regelkreis: Ein Ventil öffnet und schließt, die Drehzahl eines Motors steigt und fällt usw.

Bild 46 zeigt als Beispiel das real gemessene Verhalten einer Zulufttemperatur-Regelung bei einer Klimaanlage. Der Wärmeeintrag erfolgt über eine Wärmerückgewinnung in Sequenz mit einem Lufterhitzer. Deren Leistung schwingt um bis zu 30 %. Parallel dazu schwingt die Zulufttemperatur, die eigentlich auf konstante 21 °C geregelt werden sollte, zwischen 20 °C und 22,5 °C, später dann immer noch zwischen 20,5 und 21,5 °C.

Regelschwingungen treten immer dann auf, wenn die Regelstrecke (ein Lufterhitzer, eine Lüftungsanlage, die Heizung in einem Büroraum, die Lüftung in einem Krankenzimmer usw.) und der Regler (ein „Stück“ Software in einer Automationseinrichtung des Gebäudeautomationssystems) nicht aufeinander abgestimmt sind.

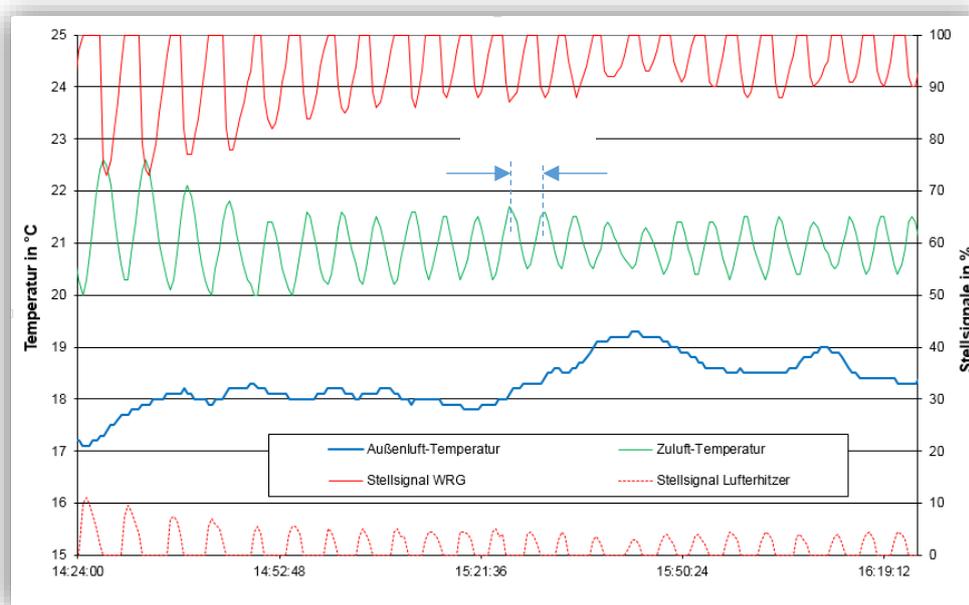


Bild 46: Zeitliniendiagramm einer Zulufttemperatur-Regelung, bei der Regelgröße (Temperatur) und Stellgrößen (Lufterhitzer-Ventil und WRG-Leistung) schwingen.

Diese Schwingungen haben i. w. zwei Konsequenzen, die beide wiederum Auswirkungen auf die Betriebskosten haben:

- Erhöhte Materialbelastung bei Ventilen, Antrieben, Lagern usw. Dies ist der Grund, weshalb Regelschwingungen auch ein Thema für die Instandhaltung und deren Kosten sind.
- Die Regelkreise sind im Grunde nicht mehr kontrollierbar. Dem Anlagenbediener bleiben für die Herbeiführung eines stationären Zustands zwei Optionen:

- Trennen der Verbindung zwischen Regler und Stellglied, um letzteres danach von Hand verstellen zu können. Diese Möglichkeit ist nur realistisch, wenn die Störgrößen relativ konstant sind.
- Erhöhen oder Absenken des Sollwertes, bis der Regler das Stellgerät permanent in einer der beiden Endstellungen hält (0 % oder 100 %).

Beide Varianten sind suboptimal, weil der ursprüngliche Zweck der automatischen Regelung damit aufgegeben wird. Auf wechselnde Lasten kann nicht mehr oder allenfalls mit erheblichem Zeitaufwand reagiert werden. Endnutzer suchen nach Alternativen, um dennoch ihre individuellen Ansprüche an Komfort und Behaglichkeit befriedigen zu können, z. B. Öffnen von Fenstern, wenn es im Raum zu warm ist, Aufstellen von Heizgeräten, wenn es zu kalt ist, usw.

Regelschwingungen führen also - je nach Anwendungsfall - zu erheblichen Komfortverlusten bzw. Mehrkosten an Energie bis hin zur Unbenutzbarkeit der betroffenen Einrichtungen, z. B. Operationsäle, Fertigungsstätten im Halbleiterbereich.

Um Regelschwingungen zu vermeiden, muss man sie zuerst erkennen können. Dazu reicht ein kurzer Blick in ein Anlagenbild oder auch ein Übersichtsbild auf der Benutzeroberfläche selten aus, weil infolge der typischerweise hohen Zeitkonstanten in gebäudetechnischen Anlagen die Regelschwingungen hier relativ langsam sind. Zeitliniendiagramme („Trendkurven“) sind an dieser Stelle das Mittel der Wahl.

Aus der Umfrage (→ S.27)

47 von 48 Teilnehmern nutzen die Management- und Bedieneinrichtung zur Überwachung von Regelkreisen.

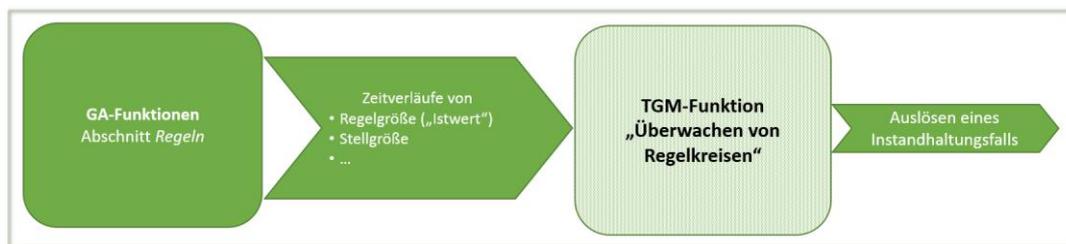


Bild 47: TGM-Funktion „Überwachen von Regelkreisen“

Sensoren bzw. Algorithmen, die Regelschwingungen ohne menschliches Zutun erkennen, werden zwar immer wieder diskutiert. Vorhandene Entwicklungsansätze sind jedoch noch nicht so weit, dass sie sich am Markt durchsetzen konnten.

Mit dem Erkennen von Regelschwingungen ist ein Punkt erreicht, an dem die Tätigkeit des Überwachens ihr Ende findet. Das Beseitigen von Regelschwingungen ist ein Thema der Instandhaltung: Der Regler ist zwar nicht defekt, er verhält sich aber so. Die Regelparameter sind falsch eingestellt und müssen korrigiert werden. Häufig werden auch Eingriffe in die Anlagentechnik erforderlich.

Die Management- und Bedieneinrichtung ist in diesem Fall ein Werkzeug für das Instandhaltungspersonal. Dazu muss Sie aber in der Lage sein, nicht nur Regelgrößen (Istwerte), sondern auch Stellgrößen, Führungsgrößen (Sollwerte) und Störgrößen anzuzeigen und zu speichern. Diese Funktionen sind nicht bei allen Teilnehmern der Umfrage vorhanden. Außerdem wäre knapp ein Drittel der Teilnehmer nicht in der Lage, ohne Einschaltung des Herstellers situationsbedingt Trendkurven zu erzeugen.

Aus der Umfrage (→ S. 28)

39 von 48 Teilnehmern speichern Messwerte.
26 von 48 Teilnehmern speichern Stellwerte.

Aus der Umfrage (→ S. 33)

Bei 36 von 48 Teilnehmern konfigurieren die Bediener ihre Trendkurven selbst.
Bei 11 von 48 Teilnehmern erledigen dies andere Mitarbeiter aus dem eigenen Haus.
17 von 48 Teilnehmern lassen dies durch Drittfirmen erledigen.

3.2.3 Betriebsüberwachung

Das Überwachen von Prozessgrößen am Bildschirm der Management- und Bedieneinrichtung ersetzt ein Stück weit den Rundgang durch die Anlagen. Der Bediener hat sogar den Vorteil, dass er am Bildschirm Zusammenhänge sieht, die er „draußen“ nicht erkennen würde, weil die dortigen Vor-Ort-Messgeräte zu weit voneinander entfernt sind.

Beispiel:

Am Anfang und am Ende einer längeren Warmwasserleitung, die sich ohne Abzweig über mehrere Gebäude erstreckt, sind Temperaturmessungen installiert. Am Bildschirm erkennt der Bediener auffällige Temperaturunterschiede zwischen beiden Anzeigen. Er veranlasst eine Überprüfung vor Ort, die einen Schaden an der Dämmung der Rohrleitung feststellt. Die Dämmung kann möglicherweise mit wenig Aufwand ausgebessert werden.

3.2.4 Kosten-/Nutzenaspekte des Überwachens

Der Nutzen einer TGM-Funktion *Überwachung* besteht darin, dass Energieverluste vermieden und somit Energie eingespart wird.

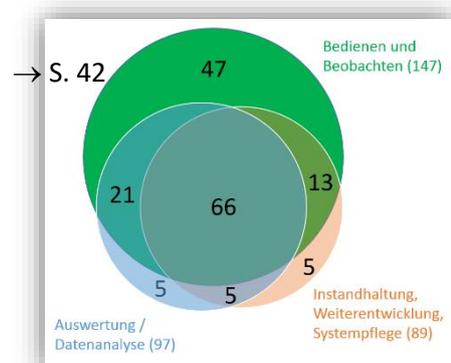
Die spezifischen Verluste lassen sich grob abschätzen, wenn es Informationen über die Auswirkungen der falsch oder unpassend eingestellten Regelungstechnik vom Ort der Regelstrecke gibt. Wenn z. B. bei einer zum Schwingen neigenden Regelung Nutzerreaktionen dazu führen, dass die Lufttemperatur im betroffenen Bereich im Mittel 1 K wärmer ist als erforderlich, kann man bei Außentemperaturen um 6 °C und Innentemperaturen von 20 °C davon ausgehen, dass man in dieser Zeit Heizleistung in Höhe von ca. 6 % mehr aufgebracht hat als erforderlich. (Für Einzelheiten zum Hintergrund dieser Zahl wird auf Abschnitt 3.3.3.1 des vorliegenden Berichts verwiesen).

Auch das Beispiel in Abschnitt 3.2.3 zeigt einen Fall, bei dem sich die Höhe der spezifischen Verluste grob feststellen lässt.

Die Kosten von TGM-Überwachungsfunktionen lassen sich – wenn man dies dann will – über Stundensätze von Personal- und Sachkosten grob ermitteln, wenn man einen sinnvollen Ansatz für die Abgrenzung des Zeitaufwands für „Überwachen“ findet.

Man geht davon aus, dass eine funktionierende Betriebsüberwachung aufgrund ihrer „Erfahrungen aus dem Betrieb und aus den gesammelten Verbrauchsdaten die Identifikation besonders effektiver Maßnahmen ermöglicht. Dabei können niedriginvestive Maßnahmen mit geringem Mitteleinsatz kurzfristig Einsparpotentiale in der Größenordnung von 10 % bis 20 % der Energiekosten einer Liegenschaft erschließen.“³⁷

Wie das Ergebnis der in diesem Forschungsvorhaben durchgeführten Umfrage zeigt, bilden *Bedienen und Beobachten* offenbar einen Schwerpunkt der Tätigkeiten des eigenen GA-Personals. Die meisten der 147 genannten Mitarbeiter, die bedienen und beobachten, sind allerdings auch mit anderen Tätigkeiten innerhalb der Gebäudeautomation beschäftigt. Nur für 47 aller 147 genannten Mitarbeiter ist *Überwachen* offenbar die einzige Aufgabe. 112 Personen arbeiten auch in anderen Bereichen außerhalb der Gebäudeautomation.



³⁷ Böttcher et al.: Energie- und CO₂-Bericht Bundesliegenschaften 2009, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.), Berlin (2011)

Grundsätzlich sollte sich das operative Überwachen einer Anlage oder einer Liegenschaft an der Management- und Bedieneinheit im Laufe der Zeit zu einer Routinetätigkeit entwickeln lassen, die personelle Ressourcen für komplexere Themen wie z. B. *Optimieren* schafft.

3.3 Betreiben: Optimieren

Optimieren ist die bestmögliche Lösung eines Problems unter Berücksichtigung aller relevanten Kriterien³⁸. Allein das Reduzieren des Energieverbrauchs eines Gebäudes mag ein Weg sein, die Betriebskosten zu minimieren. Wenn dadurch das Gebäude nicht mehr oder nur noch eingeschränkt nutzbar wird, kann von *Optimierung* nicht die Rede sein.

Optimieren mit Hilfe der Management- und Bedieneinrichtung eines Gebäudeautomationssystems ist also mehr als *Überwachen*. *Überwachen* beschäftigt sich mit den Istwerten, die die Anlage permanent liefert, und veranlasst Eingriffe, wenn diese Werte nicht bestimmten Vorstellungen entsprechen. Optimieren dagegen stellt die Sollwerte in Frage. Beispiel: Muss der Volumenstrom in der Heizungsanlage aktuell tatsächlich so hoch sein, obwohl keines der Ventile mehr als 20 % geöffnet ist?

3.3.1 Zeitschaltprogramme

Zeitabhängiges Schalten ist eine Verarbeitungsfunktion der Gebäudeautomation seit deren Anfangstagen. Im Prinzip handelt es sich um eine „Jahreszeitschaltuhr“, die zu einstellbaren Zeitpunkten Anlagen ein- und ausschalten kann, aber auch Werte – z. B. Sollwerte – verändern kann. Die Aufgabe der Management- und Bedieneinrichtung im Rahmen eines Zeitschaltprogramms besteht in der Bereitstellung einer geeigneten Benutzeroberfläche. Diese ist in den meisten Fällen ein y-t-Diagramm – auch als „Profil“ bezeichnet –, das den Verlauf der dargestellten Größe über der Zeit zeigt (Bild 48).



Bild 48: Ansichten aus der Benutzeroberfläche eines Zeitschaltprogramms für analoge Größen (links) bzw. für binäre Größen (rechts)

Die Optimierungsaufgabe besteht darin, Anlagenbetriebsprofile an sich immer wieder ändernde Nutzungsprofile anzupassen. Damit wird Energieverbrauch am Ende über zwei Größen beeinflusst: über die Leistung (EIN/AUS, Komfort-Temperatur/Standby-Temperatur) und über die Zeit. Die beiden Funktionen

- *Anpassung der Betriebszeiten an die Anforderungen der Nutzer und*
- *Anpassung des Sollwertes an die Anforderungen der Nutzer*

lassen sich somit gemeinsam behandeln.

³⁸ <http://www.wirtschaftslexikon24.com> | zuletzt abgerufen am 12.09.2020

Will man Heizungs- oder Kühlanlagen automatisch einschalten, dann stellt sich die Frage nach der Berücksichtigung von Verzögerungszeiten: Soll etwa ein zu beheizender Bereich morgens ab 08:00 Uhr die gewünschte Temperatur besitzen, so muss die Anlage entsprechend früher eingeschaltet werden. Wie lang die Vorlaufzeit sein muss, hängt ab von verschiedenen Größen, z. B. Raumtemperatur bei Heizbeginn, Sollwert der Raumtemperatur in der Betriebszeit, Außentemperatur, Zeitkonstanten der umgebenden Gebäudeteile usw. Die automatische Minimierung dieser Vorlaufzeit ist Aufgabe der in DIN EN 16484-3 beschriebenen Verarbeitungsfunktion *Gleitendes Schalten*.

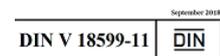
Derselbe Gedanke führt im Übrigen auch zum „gleitenden Ausschalten“, d.h. Ausschalten zum frühestmöglichen Zeitpunkt, so dass bei Nutzungsende die geforderten Raumkonditionen gerade noch gehalten werden.

Die Frage, inwieweit die v. g. Zeitschaltfunktionen als TGM-Funktionen (!) in den Regelwerken DIN EN 15232-1 und DIN V 18599-11 festgeschrieben sind, ist differenziert zu beantworten:

In DIN EN 15232-1 gibt es die *Sollwertsteuerung*, deren einziger Bezug zur Größe *Zeit* die „häufige Rücksetzung der Nutzereingaben“ ist, und die deshalb bereits in Abschnitt 3.2.1 thematisiert wurde. Ebenfalls in DIN EN 15232-1 gibt es die TGM-Funktion *Betriebsstundenverwaltung*, bei der sich jedoch kein Bezug zu einem Sollwert ergibt.



In DIN V 18599-11 ist die »Zentrale Anpassung von Zeitplänen an die Anforderungen der Nutzer« dagegen eine Funktion im Bereich *Technisches Gebäudemanagement*. Sie hat drei Varianten, die jeweils zu eigenen Automatisierungsgraden führen:



- (0) *Keine Zentrale Anpassung* → Automatisierungsgrad C
- (1) *Zentrale Anpassung* [von Sollwerten und Zeitplänen] → Automatisierungsgrad B
- (2) *Zentrale Anpassung an* [sic] *Optimierung* [von Sollwerten, Zeitplänen und Regelparametern] → Automatisierungsgrad A

Die Kennwerte von Sollwerten, Zeitplänen und Regelparametern zur quantitativen Bestimmung der Effizienzeffekte sollen in den jeweils einschlägigen Blättern der DIN V 18599 festgelegt sein.

Die eingangs erwähnte Optimierungsaufgabe, Anlagenbetriebsprofile an sich immer wieder ändernde Nutzungsprofile anzupassen, kann daher am ehesten unter Berufung auf DIN V 18599-11 als eine TGM-Funktion »Pflege von Anlagenbetriebsprofilen« bezeichnet werden (Bild 49). Teile davon lassen sich bereits heute automatisieren, wie z. B. die Berechnung/Abschätzung der Aufheizzeit oder die Feststellung des Belegungsgrades „0“ in einem Raum, der eigentlich gerade besetzt sein sollte.

Ansonsten jedoch erfordert dieses Thema eine Reihe von organisatorischen Prozessen, die sich einer ökonomisch sinnvollen Automatisierung heute noch entziehen und daher vom Menschen bearbeitet werden müssen.



Bild 49: Zusammenspiel der TGM-Funktion »Pflege von Anlagenbetriebsprofilen« mit der GA-Verarbeitungsfunktion »Gleitendes Schalten«.

Ansonsten jedoch erfordert dieses Thema eine Reihe von organisatorischen Prozessen, die sich einer ökonomisch sinnvollen Automatisierung heute noch entziehen und daher vom Menschen bearbeitet werden müssen: Es muss permanent, idealerweise täglich, hinterfragt werden, ob ein im System hinterlegtes Belegungsprofil noch aktuell ist. Da die Pflege der Profile typischerweise nicht in Händen der Raumnutzer liegt, muss ein Prozess etabliert werden, der die Information zuverlässig vom Raumnutzer zum Bediener der Management- und Bedieneinrichtung bringt. Beispiele dafür wurden in den Interviews beschrieben, wobei die Frage nach der Konsequenz der Durchsetzung im Alltag eher zurückhaltend beantwortet wurde:

„Zeitschaltpläne werden von der Leitzentrale aus bedient. Das dortige Personal handelt dabei jedoch ausschließlich auf Anweisung.“

„Einmal pro Woche pflegt ein Mitarbeiter der Betriebszentrale die Belegungspläne großer Hörsäle in die Zeitschaltprogramme ein.“

„Wir pflegen die Zeitschaltpläne für einzelne Anlagen und Anlagenteile anhand von aktuellen Informationen, die die jeweiligen Nutzer dieser Einrichtungen beibringen.“

Hemmungen, dieses Thema offensiv anzugehen, haben mehrere Gründe:

- Den Beteiligten, die Kosten sparen könnten, ist die Höhe der Einsparungen nicht klar.
- Oftmals ist einer der Beteiligten an dem erforderlichen Informationsaustausch nicht interessiert, da er nicht mit den Energiekosten belastet wird: Der Vermieter, solange er alle Kosten auf den Mieter umlegen kann, der Nutzer, wenn er die Energiekosten eines unnötigerweise beheizten Raums/Gebäudeteils nicht zu tragen hat usw.

Berechnungsansätze für den Einfluss der Pflege von Anlagenbetriebsprofilen auf den Energieverbrauch werden in Abschnitt 3.3.3 vorgestellt.

DIN V 18599-11 enthält im Übrigen auch den Hinweis, dass es bei dem Thema *Energieeffizienz* in Verbindung mit technischem Gebäudemanagement nicht nur um Regelungen von Raumtemperaturen, sondern ebenso um andere geregelte Größen in versorgungstechnischen Anlagen geht: Vorlauftemperaturen in heizungstechnischen Anlagen und Kühlanlagen, Zulufttemperaturen und Volumenströme in Lüftungsanlagen, Drucke und Druckdifferenzen in Transportsystemen für flüssige und gasförmige Medien³⁹.

3.3.2 Optimierungsmöglichkeiten bei einer Luftbehandlungsanlage

Ein Beispiel dafür, wie die TGM-Funktion *Pflege von Anlagenbetriebsprofilen* mit Hilfe von GA-Automationsfunktionen und einer einfachen Sensorik (!) noch weiter optimiert werden kann, ist anhand einer Luftbehandlungsanlage in DIN EN 15232-1 beschrieben.

Die GA-Funktion lautet dort:



4.5 Regelung des Luftvolumenstroms oder Luftdruckes auf der Ebene der Luftbehandlungsanlage⁴⁰:

Die Norm definiert zu diesem Thema fünf aufeinander aufbauende Varianten eines Automationskonzepts. Die folgende Interpretation des Normentextes stimmt überein mit einer Interpretation aus dem Hause *Siemens Building Technologies*⁴¹:

³⁹ DIN V 18599-11: Abschnitt 5.1, S. 17

⁴⁰ DIN EN 15232-1, Tabelle 4: GA-Funktion 4.5

⁴¹ Siemens AG (Hrsg.): Gebäudeautomation – Einfluss auf die Energieeffizienz, Anwendung der EN 15232-1:2017 (2018) Frankfurt am Main

0 Keine automatische Regelung:

Kontinuierliche Luftzuführung für eine maximale Last in allen Räumen.

Die Anlage ist also „kontinuierlich“, d. h. ohne Unterbrechung, in Betrieb und fördert die maximale Luftmenge ohne Rücksicht darauf, ob dies aktuell erforderlich ist.

1 Zeitabhängige Zweipunktregelung:⁴²

Kontinuierliche Luftvolumenstromzuführung für eine maximale Last in allen Räumen während der nominellen Belegungszeit.

Hier kommt ein einfaches Anlagenbetriebsprofil zum Einsatz, so dass die Anlage jetzt nur noch während der »nominellen Belegungszeiten« in Betrieb ist. Unverändert wird dann aber immer noch die maximale Luftmenge konditioniert und gefördert.

2. Mehrstufenregelung:⁴³

Zur Verringerung des Hilfsenergiebedarfs des Ventilators.

Anders in Variante 1 verfügt der Ventilator hier über mehrere Drehzahlstufen. Das Anlagenbetriebsprofil beschreibt mehrere fest vorgegebene Drehzahlstufen (vgl. Bild 48, links). Die Leistung des Ventilators kann somit im Rahmen dieser Stufen an die Belegung des Gebäudes/des Raumes angepasst werden, sofern diese im Vorhinein bekannt ist.

3. Automatische Luftvolumenstrom- oder Druckregelung ohne Druckrücksetzung:⁴⁴

Lastabhängige Luftvolumenstromzuführung für den Bedarf außerhalb aller angeschlossenen Räume.

Gemeint ist hier eine Druckregelung, d. h. der Druck im System wird konstant gehalten, auch wenn sich der Volumenstrom ändern sollte, weil etwa Stellklappen geöffnet oder geschlossen werden.

Der Sollwert der Druckregelung muss dabei auf den Vollast-Fall eingestellt sein, damit auch dann noch genügend Druck aufgebaut wird, wenn alle Räume gleichzeitig maximal mit Luft versorgt werden müssen. Für den Teillastfall ist dieser Sollwert zu hoch, so dass der Ventilator dann dauerhaft mehr leisten muss als erforderlich. Sollten sich die Teillastfälle zeitlich fixieren lassen, könnte mit Hilfe der TGM-Funktion *Pflege von Anlagenbetriebsprofilen* das Anlagenbetriebsprofil auf diese Zeiten abgestimmt werden.

4. Automatische Luftvolumenstrom- oder Druckregelung mit Druckrücksetzung:⁴⁴

Lastabhängige Luftvolumenstromzuführung für den Bedarf aller angeschlossenen Räume (für Anlagen mit variablem Luftvolumenstrom und Frequenzumrichterantrieb).

Diese Variante verlässt den Bereich der TGM-Funktionen, indem sie die Einstellung eines optimalen Sollwertes in eine GA-Automationsfunktion überführt. Anders als in Variante 3 ist der Sollwert der Druckregelung hier nicht konstant, sondern wird nach dem Luft-Bedarf geführt. Die Bedarfserfassung ist möglich, wenn der Volumenstrom in jeden Raum geregelt wird mittels eines Volumenstromreglers („VAV“). Volumenstromregler halten „ihren“ individuellen Volumenstrom konstant, indem sie ihn messen und bei Abweichungen von einem raumweise vorzugebenden Sollwert eine Stellklappe mehr oder weniger öffnen bzw. schließen. Wenn auch sie in das Gebäudeautomationsystem integriert sind, „kennt“ das System zu jedem Zeitpunkt die Klappenstellung jedes Volumenstromreglers.

⁴² Anm. des Verfassers: Der Begriff »Zweipunktregelung« ist an dieser Stelle falsch. Richtig wäre: »EIN/AUS-Betrieb«.

⁴³ Anm. des Verfassers: Der Begriff »Mehrstufenregelung« ist an dieser Stelle falsch. Richtig wäre: »Zeitgesteuerter Mehrstufenbetrieb«

⁴⁴ Anm. des Verfassers: a) Der Begriff »Luftvolumenstromregelung« an dieser Stelle ist falsch; Regelgröße ist alleine der Druck. b) Der Begriff »Druckrücksetzung« an dieser Stelle ist falsch. Richtig wäre: »Absenkung des Drucksollwertes«.

Stellt das System bei einer Abfrage aller Volumenstromregler fest, dass dabei nicht ein einziger auch nur annähernd vollständig geöffnet ist, wird dies richtigerweise als Zeichen dafür gewertet, dass der Druck im System zu hoch ist. Folglich wird die Ventilator Drehzahl reduziert, so dass der Systemdruck absinkt. Dadurch sinkt auch der Volumenstrom, was die Volumenstromregler veranlasst, ihre Klappen weiter zu öffnen. Dieser Vorgang wird so lange ausgeführt, bis die größte in der Anlage ausgeführte Klappenöffnung bei ca. 95% liegt.

Obwohl in der Norm nicht explizit erwähnt, kann je nach Nutzung der Druckregelung noch eine zeitgesteuerte EIN/AUS-Schaltung überlagert werden, so dass außerhalb der Betriebszeiten die Anlage ausgeschaltet ist.

Die Grundidee von Variante 4 wurde erstmals im Jahr 1995 von *Baumgarth* veröffentlicht, allerdings nicht für Luftbehandlungsanlagen, sondern zur Optimierung der Vorlauftemperatur in größeren Heizungsanlagen⁴⁵. Eine aus Hard- und Software bestehende Systemlösung für Lüftungsanlagen ist am Markt unter dem Namen *Fan Optimizer* erhältlich⁴⁶. Der Hersteller nennt Energieeinsparungen bis zu 50 %.

Ein Ansatz zur Abschätzung der Energieeinsparung durch Reduzierung des Anlagendrucks wird in Abschnitt 3.3.3.3 gegeben. Die Größenordnung entspricht den o. g. Herstellerangaben.

3.3.3 Optimieren: Nutzen und Kosten

3.3.3.1 Grundlegende Zusammenhänge der Wärmelehre

Der Effekt einer Veränderung der Raumtemperatur (Ist-Temperatur) auf den Einsatz von Heiz- oder Kühlenergie lässt sich relativ einfach quantitativ bestimmen, wenn man gewisse Randbedingungen annimmt. Eine maßgebliche Größe in diesem Zusammenhang ist die Außentemperatur. Ihr Abstand zur Raumtemperatur ist die „treibende Kraft“ für den Wärmestrom zwischen Innen- und Außenbereich des Gebäudes. Wenn die Innentemperatur sich nicht ändern soll, muss dieser Wärmestrom kompensiert werden durch einen gleich großen Wärmestrom: Den Wärmestrom von den Heizkörpern in den Raum hinein (Heizfall) bzw. den Wärmestrom, den die Kühlung aus dem Raum heraus fördert (Kühlfall).

Es gilt:

$$\dot{Q}_H = C \cdot (\vartheta_i - \vartheta_e) \quad (1)$$

Dabei ist

\dot{Q}_H der Wärmestrom im Heizfall von innen nach außen, in W

C eine Konstante, in $\frac{W}{K}$

ϑ_e die Außentemperatur, in °C

ϑ_i die Innentemperatur, in °C

⁴⁵ Baumgarth, S.: atp 1/95 S. 29, Deutscher Industrieverlag

⁴⁶ BELIMO Stellantriebe Vertriebs GmbH: Systembeschreibung Fan Optimiser COU24-A-MP, Stuttgart (2008)

Die Außentemperatur sei zu 6,5 °C angenommen. Das ist etwa die langjährig mittlere stündliche Außentemperatur für den Standort Essen an Heiztagen, wenn man eine Heizgrenztemperatur von 15 °C unterstellt. Die Ist-Temperatur eines betrachteten Raumes soll $\vartheta_{i,1} = 21$ °C betragen. Somit ist

$$\dot{Q}_{H,1} = C \cdot (\vartheta_{i,1} - \vartheta_e) \qquad \dot{Q}_{H,1} = C \cdot (21 \text{ °C} - 6,5 \text{ °C})$$

In einem zweiten Schritt wird derselbe Raum betrachtet, wobei die Ist-Temperatur 1 K niedriger, d.h. auf $\vartheta_{i,2} = 20$ °C abgesenkt ist:

$$\dot{Q}_{H,2} = C \cdot (\vartheta_{i,2} - \vartheta_e) \qquad \dot{Q}_{H,2} = C \cdot (20 \text{ °C} - 6,5 \text{ °C})$$

Das Verhältnis „Nachher/Vorher“ beträgt demnach:

$$\frac{\dot{Q}_{H,2}}{\dot{Q}_{H,1}} = \frac{C \cdot (20 \text{ °C} - 6,5 \text{ °C})}{C \cdot (21 \text{ °C} - 6,5 \text{ °C})} = \frac{13,5 \text{ K}}{14,5 \text{ K}} = 93 \text{ \%} .$$

Der nach außen fließende Wärmestrom wird also in diesem Fall infolge der um 1 K geringeren Innentemperatur um 7 % reduziert. Um die Innentemperatur konstant zu halten, kann also auch die Heizleistung um 7 % reduziert werden. Die relative Energieeinsparung über einen bestimmten Zeitraum entspricht der relativen Leistungsreduzierung (hier: 7 %), solange sich in diesem Zeitraum die Randbedingungen nicht ändern.

Dieser Rechenansatz auf Basis einer elementaren physikalischen Betrachtung hat den Vorteil, dass er zu richtigen Ergebnissen führt, wenn und solange die Verhältnisse stationär sind. Wenn aber der Sollwert sich sehr häufig ändert – in Zeitintervallen, die kurz sind gegenüber der Gebäudezeitkonstanten – dann treffen die o. a. Überlegungen nur noch bedingt zu.

3.3.3.2 Rechenansatz aus DIN V 18599: Berechnung des Heizwärmebedarfs

Für Fälle, die sich nicht mehr mit stationären Modellen abbilden lassen, gibt es Berechnungsansätze in DIN V 18599-2⁴⁷. Sie sollen im Folgenden am Beispiel der Heizung kurz skizziert werden.

Ausgangspunkt für die Berechnung des Heizwärmebedarfs ist die Bilanz-Innentemperatur $\vartheta_{i,h}$. Ihr Sollwert für einen durchgehenden Betrieb ist in DIN V 18599-10 festgelegt, z. B. mit $\vartheta_{i,h,soll} = 21$ °C für ein Einzelbüro. Die Berücksichtigung einer Reduzierung des Heizbetriebs über die Nachtstunden erfolgt in Form einer Korrektur, die zu einer Erniedrigung von $\vartheta_{i,h}$ führt:

$$\vartheta_{i,h} = \max \left(\vartheta_{i,h,soll} + \Delta\vartheta_{EMS} - f_{NA} \cdot (\vartheta_{i,h,soll} - \vartheta_e), \vartheta_{i,h,soll} - \Delta\vartheta_{i,NA} \cdot \frac{t_{NA}}{24 \text{ h}} \right) \quad (2)$$

Dabei ist

- f_{NA} der Korrekturfaktor für eingeschränkten Heizbetrieb während der Nacht nach Gl. (3) bzw. (4);
- $\vartheta_{i,h,soll}$ die mittlere Innentemperatur nach DIN V 18599-10 im normalen Heizbetrieb;
- ϑ_e der Monatsmittelwert der Außentemperatur;

⁴⁷ DIN V 18599-2:2018-09 „Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen“

- $\Delta\vartheta_{i,NA}$ die zulässige Absenkung der Innentemperatur nach DIN V 18599-10 für den reduzierten Betrieb;
- t_{NA} die tägliche Dauer im reduzierten Heizbetrieb;
- $\Delta\vartheta_{EMS}$ der Summand zur Berücksichtigung der Gebäudeautomation nach DIN V 18599-10.

Der Korrekturfaktor f_{NA} ist wie folgt zu berechnen:

- bei Absenkbetrieb:

$$f_{NA} = 0,13 \cdot \frac{t_{NA}}{24 \text{ h}} \cdot \exp\left(-\frac{\tau}{250 \text{ h}}\right) \cdot f_{adapt} \quad (3)$$

- bei Heizungsabschaltung:

$$f_{NA} = 0,26 \cdot \frac{t_{NA}}{24 \text{ h}} \cdot \exp\left(-\frac{\tau}{250 \text{ h}}\right) \cdot f_{adapt} \quad (4)$$

Dabei ist

- τ die Auskühlzeit der Gebäudezone;
- f_{adapt} der Faktor für adaptive Temperaturführung (Gebäudeautomation) nach DIN V 18599-10⁴⁸.

Der Korrekturfaktor f_{adapt} ist lt. Text der DIN V 18599-11 „aus der Häufigkeit definierter Teillastfälle abgeleitet“.

Zum Zustandekommen der Werte des Summanden $\Delta\vartheta_{EMS}$, der die mittlere Raumtemperatur gegenüber der vorgegebenen Bilanzinnentemperatur reduziert, gibt die Vornorm keinen Hinweis. Die Berechtigung eines solchen Summanden beruht auf drei Argumenten⁴⁹:

- Unter Berücksichtigung eines Belegungsprofils erfolgt nur eine zeitlich oder örtlich eingeschränkte Konditionierung des Raumes,
- Durch das übergeordnete Energiemanagementsystem wird eine automatisierte Kompensation bestimmter Lastzustände vorgenommen.
- Die Langzeitstabilität der Sollwerte kann geprüft und sichergestellt werden. Dazu gehört z. B. die regelmäßige Korrektur von Nutzereingriffen.

Um die Auswirkung der verschiedenen Einflussgrößen zu sehen, wurden insgesamt 5 Szenarien definiert (s. Tabelle 3). Diese Szenarien wurden einmal für Nachtab senkung, einmal für Nachtab schaltung, jeweils unter Verwendung des Korrekturfaktors f_{NA} nach Gl. (3) bzw. Gl. (4) berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Parameterwerte, die unabhängig vom ausgewählten Szenario sind, waren wie folgt eingestellt:

$$\begin{aligned} \vartheta_{h,soll} &= 21 \text{ °C} \\ \tau &= 90 \text{ h} \quad (12 \text{ h: sehr leicht, } 120 \text{ h: sehr schwer})^{50} \\ \Delta\vartheta_{i,NA} &= 4 \text{ K} \\ \vartheta_e &= 6,6 \text{ °C} \quad (\text{Essen, Monat März}) \end{aligned}$$

⁴⁸ Die Ausführungen in Abschnitt 6.1 von DIN V 18599-11:2018-09 erlauben den Schluss, dass „adaptive Temperaturführung“ identisch ist mit der Verarbeitungsfunktion „Gleitendes Schalten“ nach DIN EN ISO 16484-3.

⁴⁹ DIN V 18599-11, Abschnitt 6.2

⁵⁰ L. Rouvel, W. Wenning: Nutzenergiebedarf für das Heizen und Kühlen einer Gebäudezone – Bilanzierung nach DIN V 18599-2, Bauphysik (2006) Heft 4, Verlag Ernst & Sohn, Berlin

Tabelle 3: Zusammenstellung der in Gl. (2) eingesetzten Parameterwerte zur Berechnung der Bilanz-Innentemperatur bei Nachtabsenkung und bei Nachtabschaltung.

		t_{NA}	f_{adapt}	$\Delta\vartheta_{EMS}$
1	Keine Nachtabsenkung, keine Automationsfunktionen	0 h	1	0 K
2	Nachtabsenkung, keine weiteren Automationsfunktionen	13 h	1	0 K
3	Nachtabsenkung, adaptive Temperaturführung	13 h	1,35	0 K
4	Nachtabsenkung, adaptive Temperaturführung, Gebäudeautomation nach DIN V 18599-10, $\Delta\vartheta_{EMS} = -0,5$ K	13 h	1,35	-0,5 K
5	Nachtabsenkung, adaptive Temperaturführung, Gebäudeautomation nach DIN V 18599-10, $\Delta\vartheta_{EMS} = -1$ K	13 h	1,35	-1 K

Tabelle 4: Ergebnis aus den Rechenansätzen von DIN V 18599-2, angewendet auf unterschiedliche Varianten von Nachtabsenkung und Nachtabschaltung von Heizungsanlagen

	Funktion	$\vartheta_{i,h} - \vartheta_e$	Heizwärmebedarf	Funktion	$\vartheta_{i,h} - \vartheta_e$	Heizwärmebedarf
	Nachtabsenkung			Nachtabschaltung		
1	Keine Nachtabsenkung, keine Automationsfunktionen	14,4 K	100 %	Keine Nachtabschaltung, keine Automationsfunktionen	14,4 K	100 %
2	Nachtabsenkung	13,7 K	97 %	Nachtabschaltung	13,0 K	93 %
3	Nachtabsenkung + gleitendes Schalten	13,4 K	95 %	Nachtabschaltung + gleitendes Schalten	12,5 K	91 %
4	Nachtabsenkung + gleitendes Schalten + $\Delta\vartheta_{EMS} (-0,5$ K)	12,9 K	93 %	Nachtabschaltung + gleitendes Schalten + $\Delta\vartheta_{EMS} (-0,5$ K)	12,2 K	90 %
5	Nachtabsenkung + gleitendes Schalten + $\Delta\vartheta_{EMS} (-1$ K)	12,4 K	91 %	Nachtabschaltung + gleitendes Schalten + $\Delta\vartheta_{EMS} (-1$ K)	12,2 K	90 %

Schließlich sei noch der Rechenansatz der DIN V 18599-2:2018-09 für den „Reduzierten Heizbetrieb am Wochenende und in Ferienzeiten“ betrachtet. Dafür wird die folgende Gleichung angegeben:

$$\vartheta_{i,h} = \max(\vartheta_{i,h,soll} - f_{we} \cdot (\vartheta_{i,h,soll} - \vartheta_e), \vartheta_{i,h,soll} - \Delta\vartheta_{i,NA}) \quad (5)$$

Dabei ist

f_{we} der Korrekturfaktor für eingeschränkten Heizbetrieb über mehrere Tage nach Gleichung (6) bzw. (7);

$\vartheta_{i,h,soll}$ die mittlere Innentemperatur nach DIN V 18599-10 im normalen Heizbetrieb;

ϑ_e der Monatsmittelwert der Außentemperatur;

$\Delta\vartheta_{i,NA}$ die zulässige Absenkung der Innentemperatur nach DIN V 18599-10 für den reduzierten Betrieb.

Für den Korrekturfaktor f_{we} gilt:

– bei Absenkbetrieb:

$$f_{we} = 0,2 \cdot \left(1 - 0,4 \cdot \frac{\tau}{250 \text{ h}}\right) \quad (6)$$

– bei Heizungsabschaltung:

$$f_{we} = 0,3 \cdot \left(1 - 0,2 \cdot \frac{\tau}{250 \text{ h}}\right) \quad (7)$$

Dabei ist

τ die Auskühlzeit der Gebäudezone;

Bei längeren Absenk- bzw. Abschaltzeiten kann man aufgrund dieser Ansätze mit einer Reduzierung der Bilanz-Innentemperatur von 21 °C auf 18,5 °C (Absenkbetrieb) bzw. auf 17 °C (Abschaltbetrieb) rechnen. Die Temperaturdifferenz zur Außentemperatur reduziert sich dadurch von jeweils 14,4 K (ohne Absenken) auf 11,9 K bzw. 10,4 K. Das entspricht einer relativen Änderung – auch des Wärmestroms von innen nach außen – von jeweils 100 % auf 83 % bzw. 72 %.

3.3.3.3 Rechenansatz für den Energiebedarf von Ventilatoren

Für Ventilatoren gilt:

Der Zusammenhang zwischen Drehzahl n und Volumenstrom \dot{V} ist linear:

$$\dot{V} \sim n$$

Der Zusammenhang zwischen der vom Ventilator erzeugten Druckdifferenz Δp_V und der Drehzahl n ist quadratisch:

$$\Delta p_V \sim n^2$$

Die hydraulische Leistung P_{hyd} eines Ventilators in einem konkreten Betriebspunkt ist gleich dem Produkt aus Volumenstrom \dot{V} und Druckdifferenz: Δp_V

$$P_{hyd} = \dot{V} \cdot \Delta p_V$$

Somit folgt:

$$P_{hyd} \sim n \cdot n^2 \sim n^3$$

Beispiel:

Eine Reduzierung des Volumenstroms von 100 % auf 80 % lässt sich erreichen durch Reduzierung der Drehzahl von ihrem Wert bei 100 % ebenfalls auf einen Wert von 80 %. Dies hat zur Folge, dass die hydraulische Leistung des Ventilators von 100 % (vorher) auf 51 % abnimmt.

Sowohl der mechanisch-hydraulische Wirkungsgrad des Ventilators als auch der elektrisch-mechanische Wirkungsgrad des Antriebsmotors sind in der Regel kleiner als 100 % und können sich mit der Drehzahl ändern. Aus diesem Grund ist der Zusammenhang zwischen elektrischer Antriebsleistung und der Drehzahl etwas schwächer als die dritte Potenz, bleibt aber immer überproportional und daher ein starkes Argument für die Reduzierung von Volumenströmen in RLT-Anlagen auf den unbedingt erforderlichen Minimalwert.

3.3.3.4 Zur Qualität von Aussagen über die Wirtschaftlichkeit von Überwachungs- und Optimierungsfunktionen

Die Frage nach der Wirtschaftlichkeit von Optimierungsfunktionen bei RLT-Anlagen im Bestand ist in der Literatur unumstritten. So kommt z. B. eine Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums

für Wirtschaft und Technologie, deren Ergebnisse im Jahr 2007 veröffentlicht wurden, zu der Feststellung⁵¹:

Niedrig-investive und rein regelungstechnische Maßnahmen wie Zeit-Abschaltung, Reduktion des Volumenstroms, Erhöhung des Toleranzbereichs sind wirtschaftlich, während sich einschneidende Eingriffe wie z. B. in die Luftkanalführung für den Einbau einer Wärmerückgewinnung in der Regel nicht wirtschaftlich darstellen lassen.

An anderer Stelle ist im Zusammenhang mit nichtinvestiven Maßnahmen im Bereich der Gebäudeautomation bei Shopping-Centern, Logistik-Centern und Bürobauten von Einsparungen in Höhe von 58 % bei der Wärme und 28 % bei der elektrischen Energie die Rede⁵².

Man sollte bei quantitativen Aussagen über die Wirtschaftlichkeit von TGM-Funktionen berücksichtigen, dass Zahlenangaben über Einsparpotenziale nicht immer objektiv sind. Sie gehen regelmäßig davon aus, dass der Referenzverbrauch durch einen „untätiger Nutzer“ vorgegeben wird. Ein aktiver Nutzer dagegen würde im Rahmen seiner Möglichkeiten ebenfalls versuchen, Energie einzusparen und so das Potenzial einer TGM-Lösung zumindest verringern. Diese Feststellung wird in Bild 50 erläutert.

Beispiel:

Hintergrund: Beleuchtung einer Produktionshalle, die 6 h am Tag beleuchtet sein muss.

TGM-Funktion: Anlagenbetriebsprofil, das eine Einschaltdauer von 6 h am Tag fordert.

Einsparpotenzial der TGM-Funktion

Szenario Fall 1: Nicht energiebewusster Nutzer, der die Beleuchtung nie ausschaltet.

Einsparpotenzial: $24 \text{ h} - 6 \text{ h} / 24 \text{ h} = 75 \%$

Szenario Fall 2: Energiebewusster Nutzer, der die Beleuchtung genau 6 h am Tag einschaltet.

Einsparpotenzial: $6 \text{ h} - 6 \text{ h} / 24 \text{ h} = 0 \%$

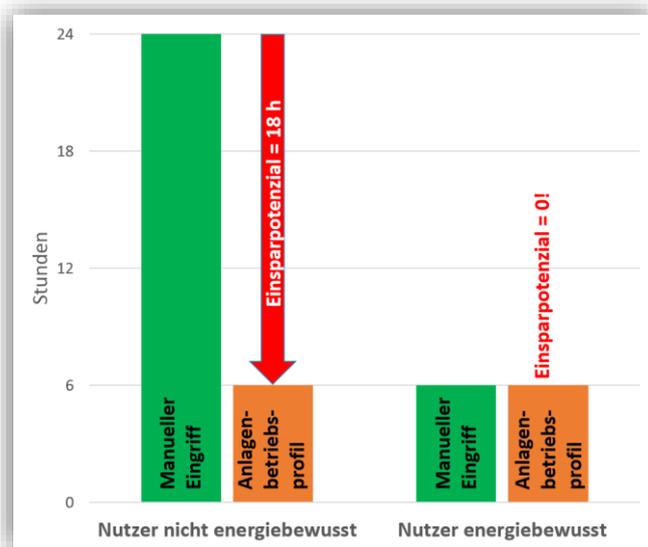


Bild 50: Das Einsparpotenzial eines Anlagenbetriebsprofils, realisiert mittels Zeitschaltprogramm, kann durch energiebewusste Nutzer kompensiert werden.

Derselben Argumentation folgend: Mit Hilfe von Automationsfunktionen lässt sich grundsätzlich die Energieeinsparung durch Absenkung der Raumtemperatur über einen zeitgesteuerten Reglersollwert

⁵¹ Prognos AG: Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen | Endbericht 18/06, Basel und Berlin (31.08.2007)

⁵² J. Baumann: Energieeffizienz durch Gebäudeautomation, Vortrag zur Fachtagung „Lowtech oder Hightech – Wie viel Technik braucht nachhaltiges Bauen?“, 17.03.2016, Ittigen (CH),
URL: https://www.ecobau.ch/resources/uploads/Agenda/EcoBau_Flyer_Fachtagung_2016_160111.pdf [Stand: Juni 2020]

realisieren (→ Abschnitt 3.3.3.1), ebenso jedoch auch durch einen geschickten und permanenten Bedieneingriff am Heizkörperventil. Letzterer würde somit das Einsparpotenzial einer automatisierten Regelung zu 0 machen.

Und schließlich: Gegenstand von Tabelle 4 (Seite 93) ist der Effekt einer Nachtabenkung bzw. Nachtabschaltung. Zur selben Einsparung wie die Automationsfunktion kommt – theoretisch – auch ein Nutzer, der nachts die Temperatur von Hand absenkt bzw. die Heizungsanlage abschaltet. Auch hier würde dann das Einsparpotenzial zu 0.

3.3.3.5 Kosten von Optimierungsvorgängen

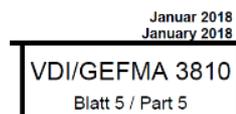
Die Optimierung des Anlagenbetriebs mit Hilfe von TGM-Funktionen ist eine „nichtinvestive“ Maßnahme. So ist z. B. der Aufwand für die Pflege von Betriebsprofilen ein reiner Personalaufwand, der sich durch geschickte Gestaltung von Organisationsprozessen minimieren lässt.

Dasselbe gilt auch für die anderen erwähnten Optimierungsprozesse, solange sie ausschließlich mit Hilfe von TGM-Funktionen durchgeführt werden können. Beim Ersatz von TGM-Funktionen durch Automationsfunktionen sinkt der Zeitaufwand für die betriebliche Betreuung. Allerdings stellt die Pflege von Automationsfunktionen höhere Anforderungen an die Qualifikation des Personals. Aus diesem Grund dürften die spezifischen Personalkosten steigen, so dass zumindest während einer Anfangsphase die Betriebskosten nicht signifikant sinken werden.

3.4 Betreiben: Instandhalten, Umgang mit Störungen

3.4.1 VDI/GEFMA 3810-5

Instandhalten von Gebäudeautomation sowie Hinweise für das Betreiben der Technischen Gebäudeausrüstung mit TGA sind zentrale Themen von VDI/GEFMA 3810-5.



Nach den dort formulierten Grundsätzen ist ein Gebäudeautomationssystem im Allgemeinen eines von mehreren dedizierten IT-Systemen, die – wenn sie Daten austauschen können – ein CAFM-System bilden, um technische und kaufmännische Prozesse im Zusammenhang mit dem Management von Gebäuden und Liegenschaften zu unterstützen (Bild 35).

Auch wird in VDI/GEFMA 3810-5 die Frage erörtert, ob und inwieweit Instandhaltung überhaupt ein Thema für Gebäudeautomation und nicht eher ein Thema des Facility Managements ist. Die dort gegebene Antwort ist kurz und lautet:

Die GA ist Teil des CAFM⁵³.

Sie ist die logische Schlussfolgerung aus zwei Standpunkten:

- a) Der Aufgabenfokus der Gebäudeautomation ist dem Gebäudemanagement/Facility Management zuzuordnen⁵⁴,
- b) Eine CAFM-Software wird nicht einem CAFM-System gleichgesetzt. Sie kann jedoch Teil eines CAFM-Systems sein⁵⁵ - vgl. Bild 51.

⁵³ Computer Aided Facility Management

⁵⁴ VDI/GEFMA 3810-5:2018-01: Betreiben von Gebäuden und Instandhalten von gebäudetechnischen Anlagen – Gebäudeautomation, Abschnitt 9, S. 16

⁵⁵ ebda. Anmerkung auf S. 17

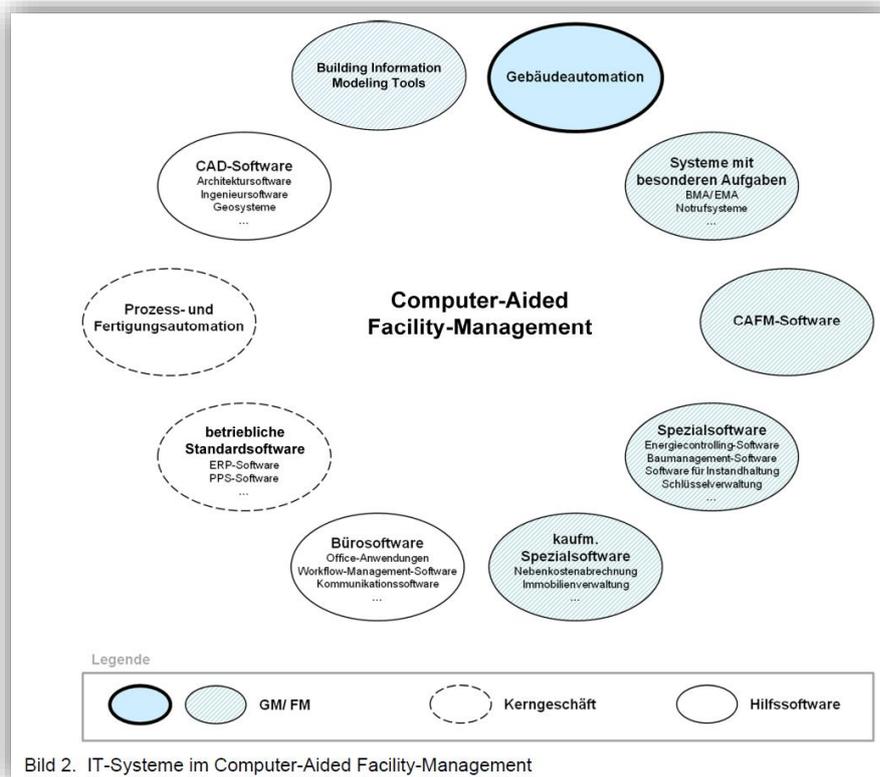


Bild 51:
Bild 2 aus
VDI/GEFMA 3810-5:2018-01

Nach diesem Verständnis verfügt ein Betreiber, der ausschließlich ein Gebäudeautomationssystem mit Management- und Bedieneinrichtung ohne weitere CAFM-Software betreibt, damit auch bereits über CAFM-Funktionen.

Welche Funktionen des technischen Facility-Managements im Einzelnen den Management- und Bedieneinrichtungen des Gebäudeautomationssystems oder einem anderen System übertragen werden, ist eine Frage des Betreiberkonzepts.

Der Prozess *Instandhaltung* macht deutlich, wie Funktionen der Gebäudeautomation und Funktionen des Facility Managements ineinander greifen können. In Bild 52 sind in Anlehnung an VDI/GEFMA 3810-5 die Aktionen, die nach dem Auftreten eines Instandhaltungsfalls (hier: Ausfall einer unbedingt betriebsrelevanten⁵⁶ Anlage) stattfinden bzw. je nach Betreiberkonzept stattfinden können, aufgelistet und entsprechend einer sinnvollen Zuordnung farbig markiert.

Die ersten vier Punkte aus Bild 52 sind angestammte Funktionen eines Gebäudeautomationssystems.

Aus der Umfrage (→ S. 34)

Die Nutzung von „GLT“ bei der Effizienzsteigerung von Arbeitsprozessen erfolgt in den meisten Fällen – 40 – zur Alarmierung einer Rufbereitschaft bei Störungen, wobei nicht nur der Ruf selbst, sondern auch eine Information über die Störung mit übertragen wird. In 14 Fällen wird nur der Alarmruf übertragen.

9 von 48 Teilnehmern überwachen Wartungsintervalle, 24 führen eine Störungstatistik.

Das Feststellen von Instandsetzungsbedarf mit anderen Mitteln neben einem vorhandenen Gebäudeautomationssystem lässt sich wirtschaftlich und technisch sinnvoll nicht darstellen, sofern „die GA über die Betriebsstunden der Anlagen und die notwendigen Sensoren für die zu erfassenden Verschleiß-, Temperatur-, Drucktatbestände usw. verfügt“⁵⁷. Demnach kann und sollte die Rolle eines

⁵⁶ „Unbedingt betriebsrelevant“ sind Anlagen, die „den Betrieb der Kerngeschäftsprozesse unterbrechen, signifikant gefährden oder eine Gefahr für Leib und Leben darstellen“. Beispiel: Klimaanlage eines Museums.

⁵⁷ VDI/GEFMA 3810-5:2018-01: Betreiben von Gebäuden und Instandhalten von gebäudetechnischen Anlagen – Gebäudeautomation, Abschnitt 9.2.3, S. 25

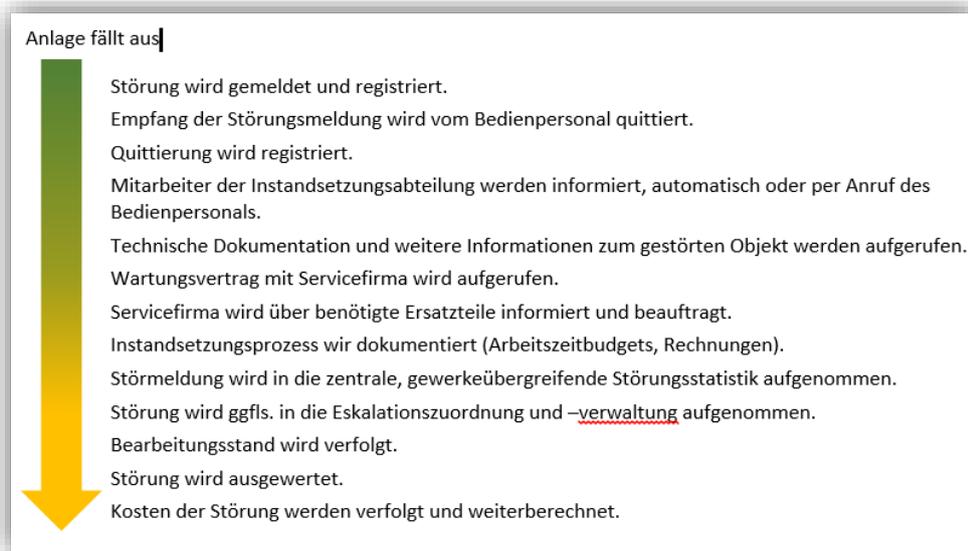


Bild 52: Aktionen nach einem Ausfall einer unbedingt betriebsrelevanten Anlage in der Reihenfolge von oben nach unten (Pfeil). Die Farben des Pfeils an der linken Seite stehen für den Typ von Software, die je nach Betreiberkonzept unterstützend eingesetzt werden kann. Grün: GA-Software, gelb: CAFM-Software. Der Übergang ist fließend und wird im Betreiberkonzept festgelegt.

Gebäudeautomationssysteme bei der Instandsetzung nicht nur die Unterstützung bei akuten Anlagenausfällen umfassen, sondern auch die Unterstützung einer vorbeugenden Instandhaltung. Voraussetzung ist, dass neben den „Sensoren für die zu erfassenden Verschleiß-, Temperatur-, Drucktatbestände usw.“ auch Betriebsstundenzähler vorhanden sind, die die Laufzeit der Motoren und anderer Objekte der vorbeugenden Instandhaltung festhalten und bei Überschreitung eines Grenzwertes melden.

Vor diesem Hintergrund liefert die Management- und Bedieneinrichtung eines Gebäudeautomationssystems eine notwendige Eingangsinformation für eine TGM-Funktion *Vorbeugende Instandhaltung* (Bild 53).

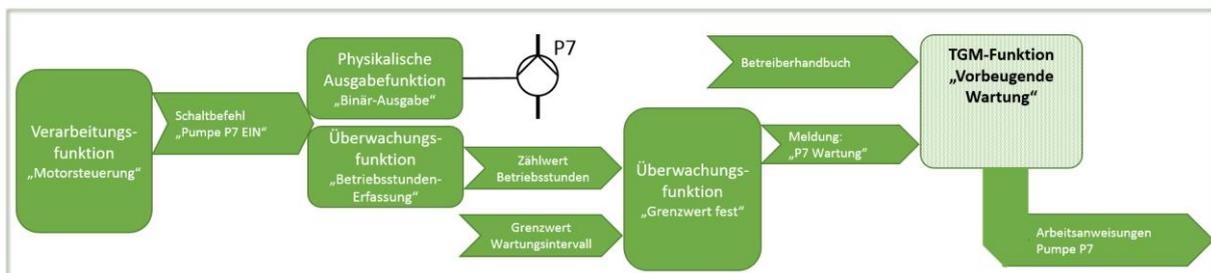


Bild 53: Der FM-Prozess „Vorbeugende Instandhaltung“ lässt sich in einem reinen GA-Umfeld abbilden, wenn dort die Möglichkeit zum Verwalten von Dokumenten und zum Protokollieren von Maßnahmen und Ergebnissen besteht.

Wie Bild 53 aber auch zeigt, ist dies nicht hinreichend, wenn die Stärke des CAFM-Ansatzes genutzt werden soll: Die Management- und Bedieneinrichtung muss in der Lage sein, weitere Informationen bereitzustellen wie etwa eine Liste der durchzuführenden Maßnahmen. Sie muss darüber hinaus Eingabemasken zu deren Protokollierung anbieten.

Im Ergebnis – so die VDI/GEFMA-Richtlinie – ergeben sich

verkürzte Instandsetzungszeiten und eine höhere Anlagenverfügbarkeit bei geringeren Instandsetzungskosten aufgrund der gezielten Bereitstellung der richtigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt.⁵⁸

Im Zusammenhang mit dem Thema „vorbeugende Instandhaltung“ heißt es:

Dieses Vorgehen ermöglicht eine detaillierte, qualitativ hochwertige Planung der Störungsbehebung (bedingt durch das größere Bearbeitungszeitfenster). Die detaillierte Kategorisierung und Dokumentation der Maßnahmen in der CAFM-Software erlaubt unter Einbezug der Reportmodule in der CAFM-Software qualitativ hochwertige Analysen und Auswertungen bezüglich der Instandsetzungsprozesse.⁵⁹

Inwieweit derartige Funktionen alleine mit der Management- und Bedieneinrichtung eines Gebäudeautomationssystems möglich sind, wenn keine Verknüpfung zwischen dem Gebäudeautomationssystem und einer CAFM-Software existiert, hängt ab vom Fabrikat der GA-Software. Einige Hersteller von Gebäudeautomationssystemen bieten bereits integrierte CAFM-Funktionen an (z. B. integrierte Workflow-Funktionen mit Hinterlegung von Stammdaten).⁶⁰

Wie kann man vor diesem Hintergrund den Einsatz von Funktionen des Technischen Gebäudemanagements bewerten?

Diese Frage stellt sich im Grunde nicht in den Fällen, bei denen eine CAFM-Software für das Instandhaltungsmanagement zur Verfügung steht. Hier würde man sinnvollerweise dem Gebäudeautomationssystem nur die unbedingt erforderlichen Aufgaben übertragen. Das wären in Bild 52 die oberen vier Punkte. Von dort ab würde das weitere Management des Instandhaltungsprozesses von der CAFM-Software übernommen. Die Mensch-System-Schnittstelle des Gebäudeautomationssystems wäre somit praktisch nicht mehr betroffen.

Anders liegen die Dinge, wenn eine CAFM-Software im Betreiberkonzept nicht vorgesehen ist. Dann wäre die Management- und Bedieneinrichtung des Gebäudeautomationssystems für die an der Instandhaltung Beteiligten in diesem Fall das „Fenster zum technischen FM“.

Wie hoch die Kosten sind, um dieses „Fenster weitest möglich zu öffnen“, ließe sich nur abschätzen, wenn bekannt ist, welche Funktionen am Ende auszuführen sind. Fragen auf diesem Weg können sein:

- Welche Anforderungen ergeben sich aus dem Betreiberkonzept (z. B. Instandhaltungspersonal: vor Ort, zentral oder extern)?
- Ist die Störungsmeldung, die zu einem Instandhaltungsfall führen soll, bereits eingerichtet?
→ Falls nein – was wird benötigt: Sensor, physikalischer Eingang am System, Verarbeitungskapazität im System, externe Dienstleistung, internes Engineering ...?
- Welche Möglichkeiten bietet die Management- und Bedieneinrichtung im Hinblick auf die Verknüpfung von Störmeldungen mit dem Zugriff auf bestimmte Dokumente in (internen oder externen) Datenbanken, z. B. Instandhaltungsanweisungen, Parameterlisten, Ersatzteilmformationen?
- Welche Reporting-Funktionen stehen zur Verfügung?
- Kann die Management- und Bedieneinrichtung frei programmierte Softwaremodule verwalten?
→ Falls ja: Wie groß ist der Aufwand zur Erstellung dieser Module?
- Handelt es sich um ein Neubauprojekt oder um die Erweiterung einer bestehenden Anlage?

⁵⁸ ebda. Abschnitt 9.2.1, S. 23

⁵⁹ ebda. Abschnitt 9.2.2, S. 24

⁶⁰ ebda. Einleitung, S. 3

Ebenso lässt sich die Frage nach dem Nutzen von „computerbasiertem Instandhaltungsmanagement“ allgemein nicht beantworten. Entscheidend ist hier, welche Konsequenzen ein Anlagenausfall im konkreten Einzelfall hat.

3.4.2 DIN EN 15232



Auch in DIN EN 15232⁶¹ ist die „Erkennung von Störungen an gebäudetechnischen Anlagen und Unterstützung bei der Diagnose dieser Störungen“ ein Thema des technischen Gebäudemanagements. Um über die GA-Effizienzklasse C bei Nichtwohngebäuden hinauszukommen, reicht es nicht mehr aus, Störungen und Warnungen zentral anzuzeigen. Zusätzlich werden auch noch Diagnose-Funktionen verlangt. Deren Vorhandensein führt dann aber direkt zu Klasse A – unter Umgehung von Klasse B.

Während das zentrale Anzeigen von Störungen und Warnungen zu den Standardfunktionen eines Gebäudeautomationssystems gehört, werden Diagnose-Funktionen innerhalb des Systems heute zwar bereits vereinzelt angeboten, haben sich in der Praxis jedoch bisher nicht durchgesetzt. Möglicherweise wollte man – wie es in der Überschrift von Ziffer 7.3 auch heißt – „Unterstützung bei der Diagnose dieser Störungen“ schreiben. In dem Ablauf nach Bild 52 wäre eine solche Aktion bereits berücksichtigt in Form der „Beistellung von technischer Dokumentation und weiterer Informationen zum gestörten Objekt“. An den oben getätigten Aussagen zur Bewertung von Funktionen des technischen Gebäudemanagements ändert sich insofern nichts.

3.5 Dokumentieren

3.5.1 Bestandsdokumentation

Implementierung und Pflege der Bestandsdokumentation eines Gebäudeautomationssystems oder sogar weiterer Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung gehören klassisch nicht zu den Funktionen des technischen Gebäudemanagements, die über die Management- und Bedieneinrichtungen des Gebäudeautomationssystems bedient und verwaltet werden. Gleichwohl handelt es sich um Prozesse, die in einem der IT-Systeme des CAFM implementiert sind bzw. sein sollten (vgl. Bild 51). Dabei sind unterschiedliche Verknüpfungstiefen denkbar.

Beispiel:

Folgendes Szenario sei betrachtet:

Der Bediener der Management- und Bedieneinrichtung möchte das Einbaudatum, das Fabrikat und den Typ eines Temperaturfühlers wissen, dessen aktuellen Messwert er im Anlagenbild gerade vor sich sieht.

Möglichkeit 1: Er geht hinaus in die Anlage und identifiziert Hersteller und Typ des Fühlers. Anschließend sucht er in den Beschaffungsunterlagen nach dem Lieferschein.

Möglichkeit 2: Er hat Zugriff auf die Dateien, in denen die Pläne der Bestandsdokumentation abgespeichert sind. Dort findet er Hersteller und Typ des Fühlers in den Bestandsplänen. Suche nach dem Lieferschein: s. oben.

Möglichkeit 3: Weil ein Anlagenkennzeichnungssystem existiert, kann er das Kennzeichen des Fühlers am Bildschirm ablesen. Hersteller und Typ des Fühlers findet er in der Stückliste der Bestandspläne. Suche nach dem Lieferschein: s. oben.

⁶¹ DIN EN 15232-1:2017-12, Tabelle 4, Ziffer 7.3

Möglichkeit 4: Es gibt eine Geräte-Datenbank, in der Informationen über jedes Gerät unter seinem Anlagenkennzeichen abgelegt sind, darunter auch Hersteller, Typ und Einbaudatum. Weil diese Datenbank mit der Software der Management- und Bedieneinrichtung über das Anlagenkennzeichen verknüpft ist, findet er die gewünschten Informationen über den Fühler durch Anklicken von dessen Symbol im Anlagenbild.

Wünschenswert und zeitgemäß ist die o. g. Möglichkeit 4, wenngleich diese einen nicht unerheblichen Integrationsaufwand zwischen unterschiedlichen Systemen oftmals unterschiedlicher Hersteller erfordert.

Ein Schritt, diesen Aufwand zu verringern, wurde mit den Objekt-Definitionen des in der Gebäudeautomation derzeit sehr populären Protokolls BACnet getan. BACnet geht über reine Kommunikationsfunktionen weit hinaus, indem es Objektstrukturen (Objekttypen) mit sehr anwendungsnahen Eigenschaften definiert. Einige davon sind dafür gedacht, die wichtigsten Merkmale von Datenpunkten oder auch Geräten im Speicher des BACnet-Teilnehmers selbst abzulegen.

Beispiel:

Objekttyp:	Analogeingabe
Objekteigenschaft:	Name (Object_Name) Obligatorische Eigenschaft; Kette aus druckbaren Zeichen, die einen auf dem jeweiligen BACnet-Gerät eindeutigen Namen für das Eingangssignal darstellen. Beispiel: Eingang 1: Rücklauftemperatur Vorerhitzer
Objekteigenschaft:	Beschreibung (Description) Optionale Eigenschaft; Kette aus beliebigen druckbaren Zeichen. Beispiel: Kennzeichnung des Datenpunktes gemäß Kennzeichnungssystem.
Objekteigenschaft:	Gerätetyp (Device_Type) Optionale Eigenschaft; Kette aus druckbaren Zeichen; verbale Beschreibung des Feldgeräts, das den Analogwert liefert. Beispiel: WMZ Typ xy, Fabr. ab, Inv.-Nr. 123

Gleichlautende Objekteigenschaften gibt es für die Objekttypen

- Analogausgabe
- Binäreingabe
- Binärausgabe

Mit Eigenschaften, die die Hardware beschreiben, ist auch der Objekttyp *Gerät (Device)* ausgestattet, der in jedem BACnet-Teilnehmer vorhanden ist. Dazu gehören obligatorisch die Eigenschaften:

- Hersteller (Vendor Name)
- Modellbezeichnung (Model_Name)
- Revisionsstand der Firmware (Firmware_Revision)
- Revisionsstand der Anwendungssoftware (Application_Software_Version)

Optional sind die Eigenschaften

- Einbauort des Gerätes (Location)
- Beschreibung (Description)

Gegenüber einer externen Dokumentation auf Papier oder auf Datenträger hat ein Vorhalten der Information direkt am Gerät folgende Vorteile:

- Das Anlegen der Dokumentation wird zum festen Bestandteil der Inbetriebnahme.
- Die Prüfung der Dokumentation auf Vollständigkeit wird zumindest in Bezug auf die vor Ort gespeicherten Inhalte erheblich erleichtert.
- Instandhaltungsprozesse werden beschleunigt, weil wesentliche Informationen mit einer hohen Zuverlässigkeit sehr schnell verfügbar sind.
- Die Pflege der Dokumentation wird zum festen Bestandteil der Instandhaltung bei einem Gerätetausch bzw. bei Änderungen an Firmware oder Anwendungssoftware.

Der Grundgedanke, wichtige Informationen für die Dokumentation der Gebäudeautomation direkt am Objekt der Dokumentation zu speichern, führt zu weiteren Funktionen der Management- und Bedieneinrichtung. Ob diese Funktionen auch dort genutzt werden oder ob die Verarbeitung der in den BACnet-Teilnehmern gespeicherten Informationen auf anderen IT-Plattformen innerhalb des jeweiligen CAFM-Systems erfolgt, ist eine Frage des Betreiberkonzepts. Die o. g. Vorteile bleiben in jedem Fall bestehen.

In der Befragung und den anschließenden Interviews gab es keinen Hinweis darauf, dass in den teilnehmenden Institutionen Management- und Bedieneinrichtungen bei der Pflege von Bestandsdokumentation eine Rolle spielen. Dies mag daran liegen, dass der Markt die erwähnten Möglichkeiten eines Gebäudeautomationssystems im Bereich *Dokumentation* noch nicht erkannt hat. Dies mag auch daran liegen, dass das Thema *Bestandsdokumentation* in der Errichtungsphase eines Gebäudeautomationssystems nicht die erforderliche Priorität besitzt. Möglicherweise aber befindet sich Gebäudeautomation als Hilfsmittel zur Pflege von Bestandsdokumentation auch genau zwischen zwei „Fronten“: Auf der einen Seite Projekte, die nicht in ein CAFM-System eingebunden sind und bei denen der Betreiber das Thema Dokumentation nicht unbedingt im Fokus hat, auf der anderen Seite Projekte, in denen von vorne herein CAFM zum Einsatz kommt in einem Rahmen, den die Möglichkeiten eines Gebäudeautomationssystems im Hinblick auf die Pflege von Dokumentation nicht ausfüllen können.

3.5.2 Prüfdokumentation

Bei Funktionsprüfungen ist die Management- und Bedieneinrichtung häufig der Ort, an dem die Prüfung ausgelöst wird, und gleichzeitig der Ort, an dem die Reaktion der Anlage beobachtet wird. Zusammen mit den Möglichkeiten, Ereignisse zu speichern, bietet es sich daher an, die Management- und Bedieneinrichtung für die automatische Protokollierung von Prüfvorgängen zu benutzen. Dies haben 26 der 48 Teilnehmer erkannt.

Wenn die anlagentechnischen Voraussetzungen gegeben sind (Motorisch angetriebene Klappen, Endschalter zur sicheren Erkennung der ZU- und AUF-Position), wenn ferner die Stellbefehle und die Rückmeldungen von den Klappen zusammen mit dem Zeitstempel als Ereignisse vom Gebäudeautomationssystem registriert werden, lassen sich Berichte generieren, in denen das Prüfergebnis für jedes Objekt eindeutig dokumentiert ist.

Effizienzeffekte ergeben sich vor allem durch Einsparungen auf Seiten des Aufwandes, der mit einer Prüfung verbunden ist. In weit verzweigten Anlagen und/oder bei Einbauorten von Brandschutzklappen, die nur sehr schwer zugänglich sind, sind vor Ort-Überprüfungen sehr zeitintensiv. Die Prüferintervalle betragen 1 Jahr, bei Neuinstallationen oder nach Instandsetzungsmaßnahmen 1/2 Jahr.

Eine grobe Kostenschätzung:

a) Konventionelle Funktionsprüfung durch „Abgehen“

Anzahl der zu prüfenden Klappen:

300 St.

Zeitaufwand für eine Prüfung einschl. Dokumentation:	2 Personen à 15 min
Stundensatz:	60,00 €/h

Kosten:	9.000,00 €

- b) Randbedingungen: Klappen können über die Management- und Bedieneinrichtung gefahren werden. Klappen-Endstellungen werden vom System erfasst.

Automatisierte Funktionsprüfung durch Auslösen der Klappenfahrt von der Management- und Bedieneinrichtung aus und Aufzeichnung von Stellsignalen und Rückmeldungen.

Zeitaufwand für eine Prüfung einschl. Dokumentation: 1 Person à 5 min

Anzahl Klappen und Stundensatz wie vor.

Kosten:	1.500,00 €

Um eine situationsangepasste Bedienoberfläche zu schaffen, sollten geeignete Bedienbilder eigens für den Prüfprozess konzipiert und konfiguriert werden, die einmalig die Kostenseite belasten. Geht man davon aus, dass die erwähnten 300 Klappen sich in 15 Bedienbildern gut beobachten lassen, dass die Erstellung, Prüfung und Implementierung eines Bildes 4 Mannstunden beansprucht, so wäre einmal zu Beginn der Maßnahme eine möglicherweise externe Dienstleistung in Höhe von 60 Personen-Stunden zu finanzieren. Legt man hier einen Stundensatz von 100,00 €/h zugrunde, müsste man insofern Personalkosten für die Softwarepflege in Höhe von 6.000,00 € in Betracht ziehen. Insofern dürfte sich unter Zugrundelegung des o.g. Beispiels die Automatisierung der Prüfung nach dem 1. Durchgang bereits amortisiert haben.

3.6 Zwischenstand: Funktionen des technischen Gebäudemanagements

Aus dem Bereich *Betreiben* wurden bisher die mit Energieeffizienz in Verbindung stehenden TGM-Funktionen

- Überwachen von Regelkreisen
- Überwachen von Sollwerten
- Pflege von Anlagenbetriebsprofilen

angesprochen.

Ihre Anzahl ist „überschaubar“, weil alle auf einer hohen Abstraktionsebene beschrieben sind. Die Vielfalt in der Praxis resultiert aus der sehr großen Zahl von konkreten Anwendungsfällen mit jeweils völlig anderen Randbedingungen. Immerhin ist eine Prognose von Energieeinsparungen noch möglich, solange man die zugrunde liegenden Beziehungen kennt. Um den Erfolg einer Maßnahme zu beweisen, bedarf es jedoch in der Regel eines messtechnischen Nachweises, bei dem neben den relevanten Daten des betroffenen Prozesses der „neue“ Energieverbrauch mit dem „alten“ Wert verglichen wird.

Die Umfrage hat gezeigt, dass in 30 von 48 teilnehmenden Institutionen nicht bekannt war, wie hoch die jährlichen Einsparungen bei den Energiekosten waren, die durch Maßnahmen aufgrund der Informationen aus ihrem Gebäudeautomationssystem erzielt wurden.

Der nächste Abschnitt dieses Berichts befasst sich daher mit den Funktionen von Management- und Bedieneinrichtungen, die die Erfassung und Speicherung von Zählerständen ausführen und somit den Dreh- und Angelpunkt von Energiemanagementprozessen bilden.

Äußerungen von Umfrageteilnehmern:

„Die Einsparungen durch GLT sind schwer quantifizierbar.“

„Die Frage der Nachweisbarkeit von Kosteneinsparungen ist nur mit hohem Aufwand zu beantworten, da wir unsere Systeme sehr komplex sind und oftmals verschiedene unabhängige Einflussgrößen besitzen.“

4 Energiemanagement

4.1 Speichern von Zählerständen, Nutzung anderer gespeicherter Informationen

Im Zusammenhang mit dem Speichern von Zählerständen gibt es zwei Phasen, in denen Entscheidungen zu treffen sind:

a) beim Füllen des Speichers

In dieser Phase wird entschieden, von welchen Datenpunkten welche Informationen zu welchem Zeitpunkt „historisiert“ werden (→ Abschnitt 1.1.2). Die Festlegung erfolgt meistens bereits während der Planungsphase durch den Planer. Es ist sehr hilfreich, wenn später der Bediener weitere Datenpunkte hinzufügen kann.

Probleme treten z. B. dann auf,

- wenn es die aktuell gewünschten Datenpunkte nicht gibt (zu teuer, Bedeutung damals falsch eingeschätzt, schlicht vergessen usw.),
- wenn der Wunsch des Bedieners nur durch Auslösen eines Dienstleistungsauftrags an den Errichter erfüllt werden kann,
- wenn die vorhandene Speicherkapazität nicht ausreicht, um die Daten mit der gewünschten Häufigkeit zu speichern.

b) beim Auslesen des Speichers

In dieser Phase ist entscheidend, welche Qualität die gespeicherten Daten haben, ob sie schnell, vollständig, gut aufbereitet aber flexibel handhabbar zur Verfügung stehen und über welche Qualifikation der Bediener verfügen muss, um damit arbeiten zu können.

Probleme treten z. B. dann auf, wenn die gerade benötigten Daten zwar grundsätzlich noch vorhanden sind, jedoch

- im Laufe der Zeit vom System – um Speicherplatz zu gewinnen! – so stark komprimiert wurden, dass sie für die anstehende Fragestellung nutzlos sind,
- unvollständig sind, weil die Datenerfassung zeitweise gestört war,
- Darstellungs- und Analysemöglichkeiten beschränkt sind,
- ihre Verwendung auf Fremdsystemen aufgrund bestehender Verträge lizenzpflichtig ist.

Dazu eine Bemerkung aus dem Abschlussbericht einer früheren Forschungsarbeit im Rahmen der Forschungsinitiative „Zukunft Bau“, die immer noch aktuell ist⁶²:

Als besonders wichtige Voraussetzung für die Nutzung sehen die Autoren den uneingeschränkten Zugriff auf die Daten der Gebäudeautomation. [...] Automationssysteme sind in der Lage, alle im Betrieb der Anlage verarbeiteten Daten [...] zu übergeben. Anschließend können die Daten mit beliebigen Datenanalysewerkzeugen gespeichert, verarbeitet, analysiert und visualisiert werden. Diese Funktion sollte grundsätzlich bei allen Automationsanlagen umgesetzt werden.

Vor diesem Hintergrund ein Blick auf die Ergebnisse der Umfrage zum Thema „Sofortverarbeitung vs. Speicherung“ von Daten. In Bild 54 sind gegenübergestellt:

- Der Prozentsatz der positiven Rückmeldungen auf die Frage nach der Behandlung verschiedener aktueller Informationen (→ Abschnitt 2.1.3);

⁶² Plessner, S., Görtgens, A., Ahrens-Hein, N., Houschka, D.: Betriebsoptimierung in komplexen Nicht-Wohngebäuden | Bericht Nr. F 2988 | Fraunhofer IRB-Verlag, Stuttgart (2016)

- Der Prozentsatz der positiven Rückmeldungen auf die Frage nach der Speicherung verschiedener historischer Informationen (→ Abschnitt 2.1.4).

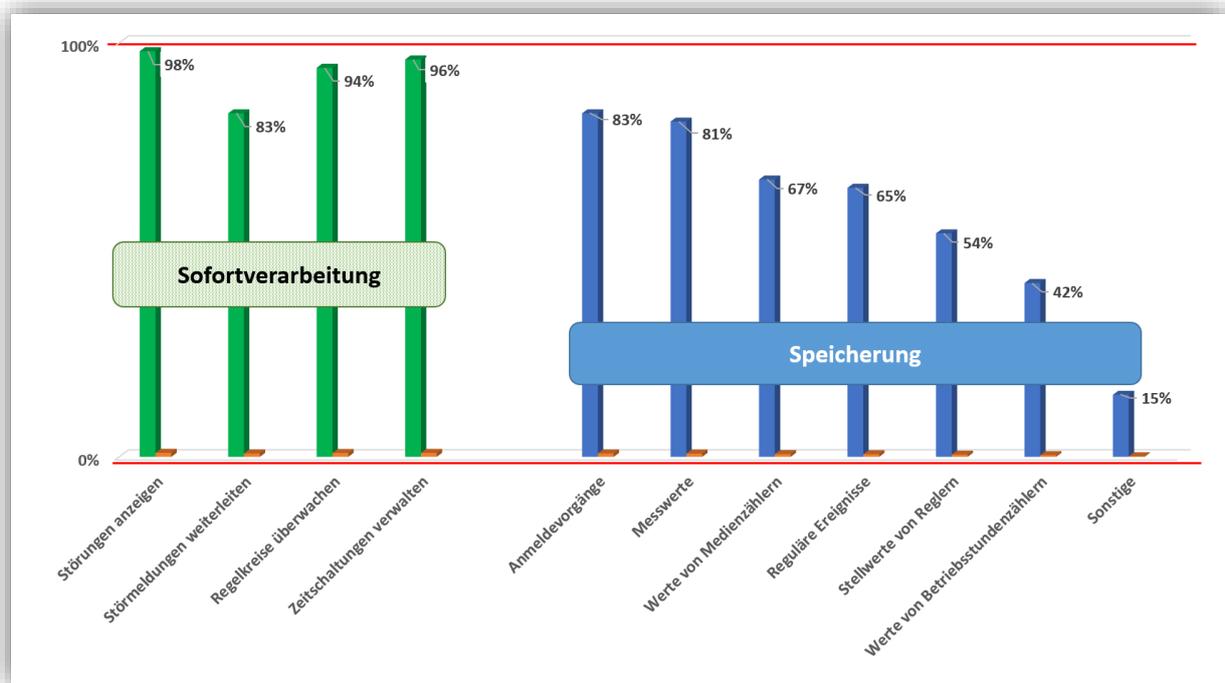


Bild 54: Gegenüberstellung der Nutzung von Funktionen, die typischerweise sofort abgearbeitet werden, und der Speicheraktivitäten für verschiedene Größen (Umfrageergebnis).

Man erkennt, dass bei den Befragten die Management- und Bedieneinrichtung tendenziell eine größere Bedeutung für die spontane Reaktion auf Ereignisse hat als für das Speichern von Daten. Immerhin 16 Teilnehmer (33 %) speichern nicht die Zählerstände von Medienzählern. Aus dem Bild nicht erkennbar ist, dass 6 davon ein Energiemanagementsystem betreiben. Die Daten dafür kommen also offenbar nicht aus dem Gebäudeautomationssystem. Den übrigen 10 Teilnehmern fehlen die technischen Voraussetzungen, um überhaupt Energiemanagement zu betreiben.

Obwohl beinahe alle Teilnehmer Regelkreise überwachen, zeichnen nur 26 (54 %) die Stellwerte auf. Sie sind also nicht in der Lage, evtl. Fehlfunktionen von Regelungen rückwirkend zu analysieren. Ebenso wird das nachträgliche Analysieren des Verhaltens einzelner Regler nicht möglich sein. Die deutliche Zurückhaltung bei der Aufzeichnung von Betriebsstunden deutet darauf hin, dass man auf Informationen etwa über die zeitliche Auslastung von Anlagen und Aggregaten verzichtet.

Bild 55 zeigt, dass für die grafische Darstellung gespeicherter Daten im Wesentlichen Trendkurven verwendet werden. Die Möglichkeiten, mit anderen Diagrammformen das Verhalten von Anlagen sehr viel anschaulicher darstellen zu können, Konzeptideen sehr viel besser begründen zu können u. ä., werden weniger genutzt. 20 Teilnehmer hätten dazu auch keine Möglichkeit, weil ihre Systeme ausschließlich Trends anzeigen. Bei 15 Teilnehmern (31 %) verfügt die Management- und Bedieneinrichtung nicht über Möglichkeiten, nutzerspezifische Berechnungen vorzunehmen.

Allerdings hat die Befragung auch ergeben, dass 38 Teilnehmer ihre Daten exportieren können und 26 davon auch tatsächlich Gebrauch machen, um abgeleitete Größen auf anderen Plattformen, z. B. MS-Excel, zu berechnen und zu visualisieren.

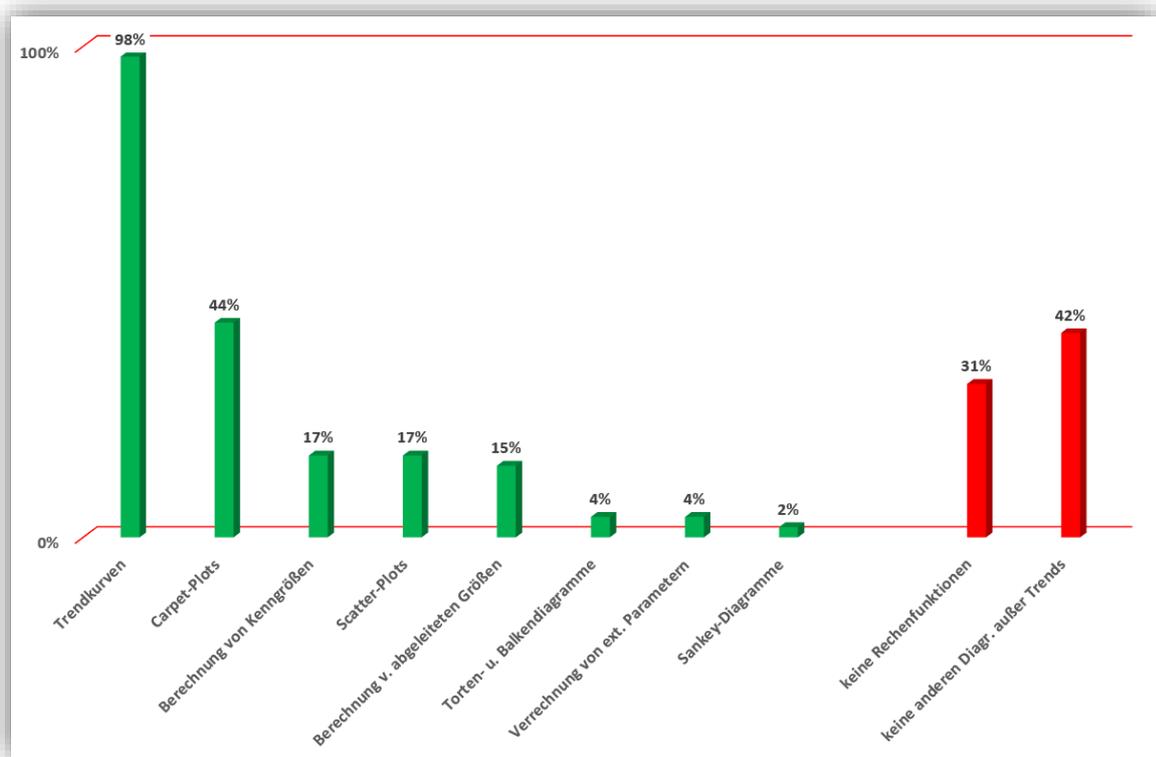


Bild 55: Umgang mit gespeicherten Daten (Umfrageergebnis)

Ein Beispiel, wie sich durch eine geeignete Visualisierung von gespeicherten Verbrauchsdaten auf sehr anschauliche Weise Erkenntnisse zum thermischen Verhalten eines Gebäudes gewinnen lassen, sind sog. Streudiagramme sog. „Scatter-Plots“ (Bild 56).

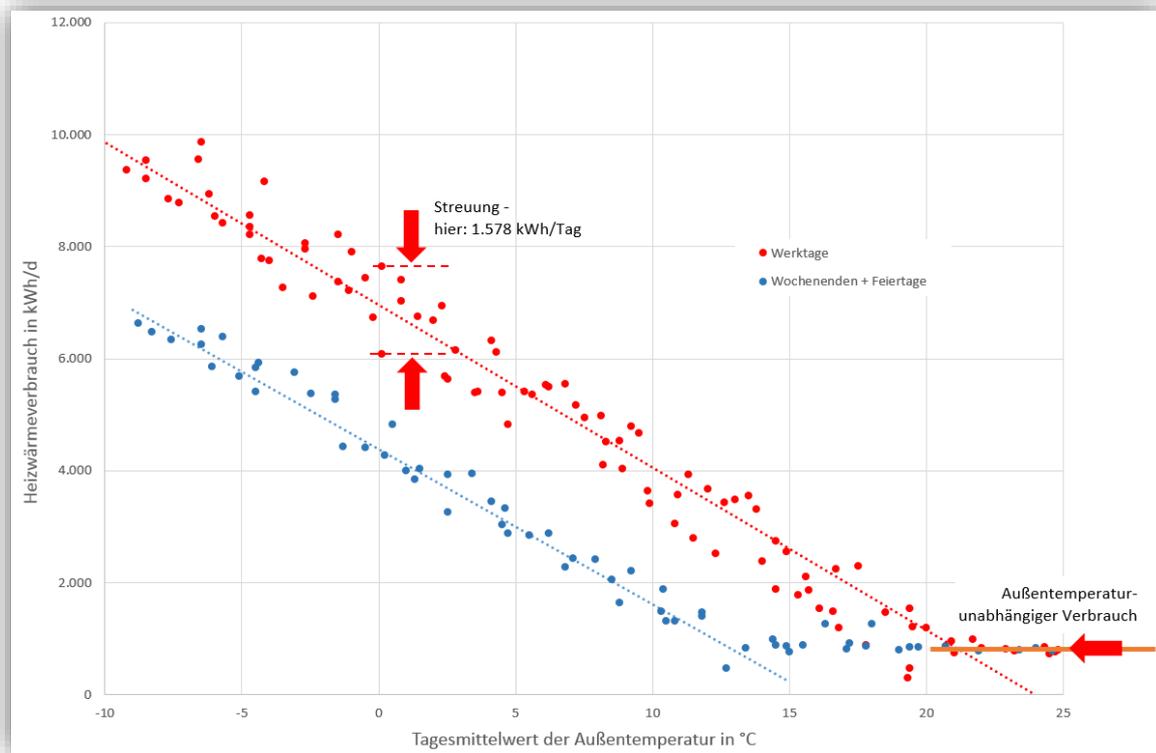
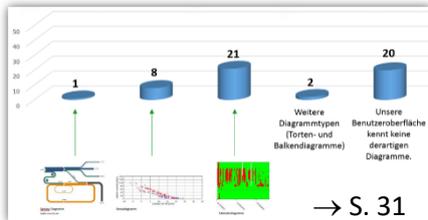


Bild 56: Beispiel für ein Streudiagramm (Scatter-Plot). Diese Darstellung wird in der Literatur auch als Energiesignatur bezeichnet.

Folgende Größen lassen sich ablesen

- der außentemperaturunabhängige Verbrauch (z. B. für Warmwasserbereitung);
- die Streuung der Tagesverbräuche. Starke differierende Werte bei derselben Außentemperatur verlangen nach einer Erklärung.

Der sich aus den Geraden ergebende Heizwärmeverbrauch bei der Norm-Außentemperatur spiegelt die Qualität der Heizlastberechnung.



Streudiagramme gehören bereits lange zum Leistungsumfang zumindest eines Teils der marktüblichen Gebäudeautomatonsysteme. Von den Teilnehmern der Umfrage verfügen insgesamt nur 8 über die Möglichkeit, mit Hilfe ihrer Management- und Bedieneinrichtung Streudiagramme zu erzeugen.

Generell scheint eine optisch ansprechende, leicht verständliche Präsentation des erfassten Verbrauchs Menschen herauszufordern, über Möglichkeiten nachzudenken, wie sie diese Diagramme in Richtung Verbrauchsminderung beeinflussen können. Dies war die Erfahrung von Vertretern einer Kommune, die im Rahmen dieses Projektes befragt wurden. Sie berichteten, dass Sammeln und Auswerten der Energieverbrauchswerte und zeitnahe Weiterleitung an die Nutzer des Gebäudes ein Einsparpotenzial von ca. 5 % nach sich gezogen hat.

Dieselbe Taktik im Privatbereich verfolgen Energieversorger, wenn sie ihren Jahresrechnungen Grafiken mit den Energieverbräuchen in Vergleichszeiträumen, von vergleichbaren Verbrauchergruppen usw. beifügen. In der Literatur heißt es dazu:⁶³

Allein die Darstellung der Energiekosten über der Zeit und das damit geweckte Bewusstsein für die Verbrauchswerte können zu Energieeinsparungen in der Größenordnung von 10 % führen.

4.2 Kosten von Verbrauchsmessungen

Der finanzielle Aufwand für die Einrichtung einer Verbrauchsdatenerfassung kann erheblich variieren:

Im erwähnten Beispiel der Kommune ist es gelungen, die Kosten einer automatischen Zählimpulsübertragung von vorhandenen Verbrauchszählern im unteren dreistelligen Bereich pro Zähler zu halten. „Datensammler“ war allerdings in diesem Fall auch kein Gebäudeautomationssystem, sondern ein zugekauftes PC-basiertes Softwareprodukt, das auf einem marktgängigen Büro-PC installiert war.

Bei der Erweiterung eines vorhandenen proprietären Gebäudeautomationssystems, bei dem eine Herstellerbindung besteht, muss man für die nachträgliche Integration eines weiteren Zählers mit einem Aufwand eher im mittleren vierstelligen Bereich rechnen. Geht man für einen Wärmemengenzähler von 4.000,00 € aus, dann müsste man bei einem Wärmepreis von 0,06 €/kWh eine Wärmemenge von 33.333 kWh pro Jahr einsparen, um die Investition über diese Einsparungen in etwas mehr als zwei Jahren zu amortisieren⁶⁴. Das bedeutet: Die Installation des Wärmezählers wäre wirtschaftlich vertretbar, wenn sie tatsächlich dazu führen würde, Verbraucher von ca. 4 kW Wärmeleistung zu identifizieren, die man dauerhaft abschalten kann.

⁶³ H. Merz, T. Hansemann, C. Hübner: Gebäudeautomation – Kommunikationssysteme mit EIB/KNX, LON und BACnet (2016) Carl Hanser Verlag München

⁶⁴ bei einem unterstellten Zinssatz von 3 % p.a.

Die Investitionskosten einer einzelnen Verbrauchsmessung dürften deutlich geringer ausfallen, wenn das Verbrauchserfassungssystem als Teil des Gebäudeautomationssystems von vornherein im Zuge der Errichtung des Gebäudes eingebaut wird. Voraussetzung dafür ist die Einbettung in ein klares Betreiberkonzept, das den Nutzen für künftige Managementprozesse erkannt hat und darstellen kann.

Die nebenstehend wiedergegebene Äußerung eines Umfrageteilnehmers zeigt: Es gibt Betreiber, die die Investitionskosten der Verbrauchsmessung senken, indem sie neben dem Gebäudeautomationssystem ein eigenes Verbrauchsdatenerfassungssystem aufbauen.

Äußerung eines Umfrageteilnehmers:

Bei einem Campus unserer Größe ist ein separates System, das viel einfacher handzuhaben ist, für die Erfassung der Großverbraucher zielführender. Einfache Zähler können ohne externe Hilfe über SO-Schnittstelle in das [...] System integriert werden. Bei der GA ist das alles viel aufwendiger (Erzeugung von Datenpunkten aus AS, Erstellung EDE-File, Transfer auf MBE, Erzeugung Graphiken, ...

4.3 Beitrag einer Management- und Bedieneinrichtung zum Energiemanagementprozess

Bereits aus der Definition von Energieeffizienz wird deutlich, dass Verbrauchsdatenerfassung eine unbedingt erforderliche Größe ist, um Energieeffizienz quantitativ zu beschreiben⁶⁵: Um eine (hoffentlich) positive Veränderung von Energieeffizienz nachweisen zu können, muss man den Verbrauch zweimal messen: bevor und nachdem man Maßnahmen ergriffen hat, von denen man eine Reduzierung des Energieverbrauchs erwartet.

An dieser Stelle den Bogen von der Verbrauchsdatenerfassung zum Energiemanagement zu schlagen, bedeutet, die o. g. Messungen vorausschauend, organisiert und systematisch zu koordinieren⁶⁶. Wie diese Koordination aussehen kann, zeigt ein Organisationsmodell, das in DIN EN ISO 50001⁶⁷ beschrieben ist: Der »PDCA-Zyklus«. Er ist gedacht als „Rahmen zur fortlaufenden Verbesserung und baut das Energiemanagement in bestehende Organisationsabläufe ein“⁶⁸.

PDCA ist ein zyklischer Prozess, der aus vier Phasen besteht, die kontinuierlich durchlaufen werden:

Planen – Durchführen – Prüfen – Handeln (PDCA)⁶⁹.

- Planen, d. h. Verbesserungspotenzial erkennen, den aktuellen Zustand analysieren, ein neues Konzept entwickeln;
- Durchführen, d. h. das Konzept testen und praktisch optimieren – vorerst nur prototypisch und mit einfachen Mitteln;
- Prüfen, d. h. die Ergebnisse auswerten und ggfls. freigeben zur Umsetzung;
- Handeln, d. h. umsetzen, festschreiben, regelmäßig überprüfen.

Die Einbeziehung der regelmäßigen Überprüfung der Wirksamkeit der getroffenen Maßnahmen unterstreicht, dass der PDCA-Prozess ein zyklischer Prozess ist, der am Ende immer wieder neu angestoßen werden muss, um wirksam zu bleiben.

⁶⁵ vgl. Abschnitt 1.2.1 im vorliegenden Bericht

⁶⁶ in Anlehnung an VDI 4602-1:2018-04 Energiemanagement - Grundlagen

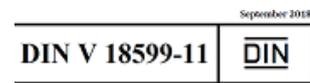
⁶⁷ DIN EN ISO 50001:2018-12 Energiemanagementsysteme – Anforderung mit Anleitungen zur Anwendung

⁶⁸ DIN EN ISO 50001:2018-12 Energiemanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung, Abschnitt 0.3

⁶⁹ Plan, Do, Check, Act

Ein solches Vorgehen ist im Grunde naheliegend und entspricht der allgemeinen Lebenserfahrung: Eine Zielvorgabe ohne Informationen über den Startpunkt ist für den Wettkämpfer relativ nichtssagend. Wenn er den Startpunkt kennt, benötigt er Informationen über den Weg, um abschätzen zu können, wie anstrengend für ihn der Lauf sein wird. Ein solches Vorgehen ist auch sinnvoll und ziel führend ohne den Druck von gesetzlichen und normativen Regeln, solange die daran interessierten Personen den Freiraum erhalten, entsprechend tätig zu werden.

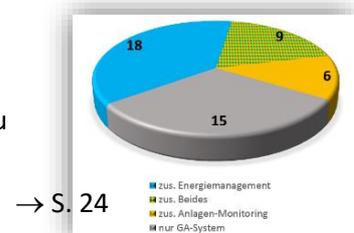
Konkret auf das Umfeld von Energiemanagement-Prozessen im Gebäude bezogen nennt DIN V 18599-11 folgende Leistungen⁷⁰, die im Zuge eines PDCA-Prozesses zu erbringen sind:



- (1) gewerkeübergreifende Analyse der Energieverbraucher
- (2) Ermitteln von Optimierungspotenzialen
- (3) Planen der Maßnahmen unter betriebswirtschaftlichen Aspekten
- (4) Berechnen der Rentabilität
- (5) Umsetzen der Einsparungsmaßnahmen,
- (6) Nachweisen der Einsparungen

Mindestens die Beistellung der Daten für die Bearbeitung der Punkte (1) und (6) ist angestammte Aufgabe einer Management- und Bedieneinrichtung (auch älterer Bauart) – vorausgesetzt, die entsprechenden Zählleinrichtungen sind vorhanden und als Datenpunkte abgebildet. Beim Auswerten dieser Daten sowie bei den Punkten (2), (3) und (4) sind ältere Management- und Bedieneinrichtungen in der Regel überfordert. Bei modernen Systemen gibt es, je nach Hersteller, Zusatzmodule, die durch grafische und arithmetische Funktionen die jeweiligen Leistungen unterstützen. Das Umsetzen der Einsparungsmaßnahmen erfordert Werkzeuge und Strukturen des Projektmanagements wie jedes andere Neubau- oder Umbauprojekt auch.

In den letzten Jahren ist ein nicht unbeträchtlicher Markt an Hard- und Softwareprodukten und Dienstleistungen entstanden, die ihre Käufer bei der Durchführung von PDCA-Prozessen im Rahmen ihrer Energiemanagementprojekte unterstützen sollen. Auch sie werden als »Energiemanagementsystem« bezeichnet. Um Verwechslungen mit dem wesentlich umfassenderen Verständnis von »Energiemanagementsystem« aus DIN EN ISO 50001 zu vermeiden, sollte man diese Produkte besser Energiecontrollingsystem nennen.



15 Teilnehmer der Umfrage betreiben neben ihrer Management- und Bedieneinrichtung ein separates Energiecontrollingsystem.

VDI/GEFMA 3810-5 enthält einen Katalog von Funktionen, über die Management- und Bedieneinrichtungen verfügen müssen, damit sie „als Werkzeug für das Energiecontrolling dienen können und somit eine Energiecontrolling-Software überflüssig machen“⁷¹:

- Aufschaltmöglichkeiten von Zählwerten und Bezugswerten (z. B. Belegungszahlen, Belegungszeiträume)
- Workflow-Unterstützung für Energiecontrolling-Aufgaben (z. B. Zählerwechsel)
- Separate Zugriffsmöglichkeiten für Personen, die ausschließlich Energiecontrolling-Aufgaben haben
- Werkzeuge für den Umgang mit fehlenden oder fehlerhaften Zählerdaten

⁷⁰ DIN V 18599-11:2018-09, Abschnitt 3.1.3

⁷¹ VDI/GEFMA 3810-5:2018-01 | Betreiben von Gebäuden und Instandhalten von gebäudetechnischen Anlagen – Gebäudeautomation, Abschnitt 9.1

- Sicherstellung des Energiecontrolling auch bei Umbau, Veränderung des Gebäudeparks, Veränderung der Kostenstellenstruktur usw.
- Möglichkeiten zur Datenpflege und Datenaufbereitung – bis hin zu Verbrauchsabrechnungen
- Praxisgerechte Möglichkeiten zum Import von externen Daten und deren Verrechnung mit den erfassten Verbrauchsdaten, z. B. Klimawerte für eine Witterungsbereinigung, Bezugsgrößen wie Flächen- oder Belegungszahlen für die Berechnung von Kennwerten, bundesdeutsche Mittelwerte von ähnlichen Gebäude für Vergleichsberechnungen, Gebäudedaten zum Ausdruck von Energieausweisen auf Knopfdruck)

Ein großer Teil dieser Merkmale ist in älteren Management- und Bedieneinrichtungen nicht vorhanden. Entwicklungen aus den letzten Jahren lassen jedoch einen deutlichen Trend dorthin erkennen. Auch Hersteller und Anbieter von kompletten Gebäudeautomationssystemen bzw. sog. „herstellerneutralen“ Management- und Bedieneinrichtungen „können“ Energiecontrolling. Das lässt sich u. a. daran ablesen, dass sie auch reine Energiecontrollingsysteme in ihrem Produktportfolio führen.

Die Auffassung, dass Energiecontrolling ein Teilgebiet von Gebäudeautomation ist, ist im Übrigen erklärte Branchenmeinung: In der aktuellen Fassung der Norm DIN EN 15232-1 aus dem Jahr 2017 wird sogar vorgeschlagen, man sollte ein *Gebäude-Leitsystem*, ein *Gebäudemanagementsystem* oder ein *Gebäude-Energiemanagementsystem*, das die Anforderungen der Normenreihe EN ISO 16484⁷² erfüllt, als ein Gebäudeautomationssystem (GA-System) bezeichnen⁷³.

Die Einbindung eines Gebäudeautomationssystems in den Regelkreis

- Aktive Suche nach Schwachstellen (Schwachstellenanalyse durch Soll/Ist-Vergleich)
- Entwickeln von Maßnahmen zur Beseitigung von Schwachstellen
- Ausführen dieser Maßnahmen
- Erfolgskontrolle durch erneuten Soll/Ist-Vergleich

ist in zusammenfassend dargestellt.

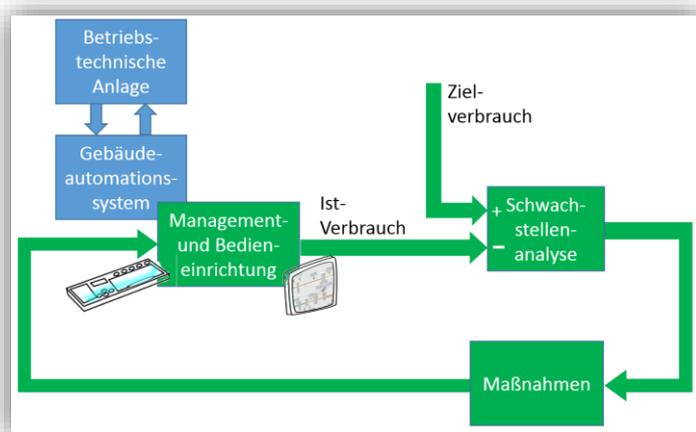


Bild 57: Die Beseitigung von energetischen Schwachstellen als Aufgabe für einen Energiemanagement-Prozess, dargestellt als Regelkreis.

4.4 Ein PDCA-Prozess unter Einbeziehung von TGM-Funktionen: Beispiel

Das folgende fiktive Beispiel soll skizzenhaft zeigen, wie TGM-Funktionen bei der Entwicklung eines Energiemanagement-Prozesses in die o. g. vier Phasen dieses Prozesses integriert werden könnten.

⁷² DIN EN ISO 16484-2:2004-10 Systeme der Gebäudeautomation (GA) – Teil 2: Hardware

⁷³ DIN EN 15232-1:2017-12, Abschnitt 3.3, Anmerkung 3

Beispiel

Phase 1: Planen

Schritt 1: Festlegung eines konkreten operativen Ziels

„Wir wollen den Energieverbrauch der RLT-Anlagen unserer Hörsäle A, B und C senken durch Verändern der Betriebsparameter und möglichst exakte Anpassung der Anlagenbetriebsprofile an die Nutzungsprofile, zunächst jedoch nicht durch investive Maßnahmen.“

Schritt 2: Festlegung eines sinnvollen Zeitfensters für den „Blick in die Vergangenheit“

Dieser Zeitraum ist gleichzeitig Betrachtungszeitraum für die Auswertung der historischen Informationen und Vergleichszeitraum für die Bewertung der Maßnahmen am Ende des Projektes.

Schritt 3: Zusammentragen aller Informationen

- Anlagen- und Regelungskonzept ermitteln (Radiator-Heizkörper an den Wänden, Unterflurkonvektoren unter der Fensterbrüstung, außen temperatourgeführte Vorlauf temperatour-Regelung, Heizkörper-Thermostatventile, isotherm geregelte Zulufttemperatour)
- Historische Daten aus dem Speicher des Gebäudeautomationssystems exportieren. Die Zeitaufösung sollte so groß wie möglich sein, d. h. möglichst kleine Abtastintervalle. Größen: Raumlufttemperatouren (Soll und Ist), Zulufttemperatouren (Soll und Ist), Außen temperatour, Klappenstellungen, Ventilator-Drehzahlen, Drücke, Wärmemengen...
- Belegungspläne, Informationen zu Sonderveranstaltungen recherchieren
- Informationen über das Betriebskonzept (Kriterien für die Sollwerteeinstellung, für die Festlegung von Schaltzeiten... zusammenstellen
- Daten zum Gebäude/zum Raum: Grundflächen, Fensterflächen, U-Werte, Temperatouren in den Nachbarräumen... zusammenstellen.

Schritt 4: Aufbereiten der Informationen

- Historische Daten auf Vollständigkeit und Plausibilität überprüfen, Witterungsbereinigung der Verbrauchsdaten vornehmen
- Offline-Informationen in Daten umwandeln und an die Struktur der Online-Daten anpassen
- Anlagenschema und Regelungskonzept erstellen bzw. überprüfen

Schritt 5: Erstellen von Zeitliniendiagrammen („Trendkurven“) für unterschiedliche Perioden (Tag, Woche, Monat, Jahr)

Schritt 6: Analyse dieser Daten

- Zusammenhänge suchen
- Hörsäle vergleichen
- Zustände bewerten (z. B. Höhe der Raumtemperatour während einer Veranstaltung, außerhalb von Veranstaltungen, außerhalb der Betriebszeiten)
- Kenngrößen entwickeln (z. B. Wärmeverbrauch/Tag im Wintersemester)
- Präsentationsformen an die jeweilige Fragestellung anpassen (z. B. Kalenderdiagramme anstelle von Zeitliniendiagrammen)

Schritt 7: Entwicklung eines Optimierungskonzepts

- Lösungsvarianten zusammenstellen und priorisieren anhand des zu erwartenden Nutzen/Kostenverhältnisses

Schritt 8: Maßnahmen beschließen

1. In den Hörsälen A und B:
 - 1.1 Alle Temperaturmessungen in den Anlagen und in den Räumen werden kalibriert.
 - 1.2 Im Zeitschaltprogramm werden Betriebszeiten der RLT-Anlage wöchentlich mit dem Stundenplan abgeglichen.
2. In Hörsaal C:

Das Zusammenspiel von statischer und dynamischer Heizung in Hörsaal C wird weiter untersucht.

Arbeitspaket 1.1 ist eine TGM-Funktion aus dem Bereich *Instandhalten*
Arbeitspaket 1.2 nutzt die TGM-Funktion *Zeitschaltprogramme*
Arbeitspaket 2. ist bis auf weiteres eine Absichtserklärung für ein weiteres Energiemanagement-Projekt.

Phase 2: Durchführen

Wie bereits erwähnt, ist der allgemeine PDCA-Prozess so strukturiert, dass nach der Planung nicht unmittelbar umgesetzt wird.

Vielmehr sollen die beschlossenen Maßnahmen zunächst probeweise in kleinerem Rahmen und – so gut es geht – unter realistischen Bedingungen getestet werden. Bei dem vorliegenden Konzept könnte man sich etwa vorstellen, dass man die TGM-Funktion *Pflege von Anlagenbetriebsprofilen* probeweise zunächst in einem Hörsaal anwendet. So minimiert man das Risiko, im Versagensfall vergeblichen Aufwand getrieben bzw. zu viele unzufriedene Nutzer geschaffen zu haben.

Phase 3: Prüfen

Prüfen ist – wie oben erläutert – die konsequente Folge von *Durchführen*. Im hier gewählten Beispiel wäre dies eine Abfrage der Verbrauchswerte während eines vorher festgelegten Zeitraums. Diese Werte müssen auch wieder bereinigt und auf Vollständigkeit überprüft werden, bevor sie einem Vergleich mit den Werten aus dem Vergleichszeitraum unterzogen werden. Es geht darum, zu erkennen, dass die vorgesehenen Maßnahmen sinnvoll sind und den Erfolg zeigen werden, den man erwartet hat. Wenn dies der Fall ist, kann die Umsetzung auf breiter Basis erfolgen.

Phase 4: Handeln

Handeln i. S. des PDCA-Zyklus bedeutet, die am Ende von Phase 1 beschlossenen und aufgrund der Ergebnisse aus Phase 3 ggfls. noch einmal nachgebesserten Maßnahmen umzusetzen. Im Beispiel: Die TGM-Funktion *Pflege von Anlagenbetriebsprofilen* wird für alle betrachteten Hörsäle in den Arbeitsplan des technischen Gebäudemanagers aufgenommen. Dazu gehören auch klare Vorgaben über die Häufigkeit von Kontrollen und die Kommunikationswege, über die die Nutzer eingebunden werden sollen.

4.5 Fallbeispiel aus der Fachpresse

Das hier beschriebene Fallbeispiel ist ein Projekt aus den Jahren 2002/2003. Es wurde zwei Jahre später in einer Fachzeitschrift⁷⁴ veröffentlicht, wohl nicht ganz ohne Zutun des ausführenden Unternehmens Siemens Building Technologies. Auftraggeber war die Bayerische Landesbank, München, die zu diesem Zeitpunkt bereits ein eigenes Energiedatenerfassungssystem für Zähler neben dem Gebäudeautomationssystem Siclimat X betrieb. Letzteres sollte bei dieser Gelegenheit mit einem systemeigenen Softwaremodul für Energiemanagement aufgerüstet werden.

Die Entscheidung für die Software-Erweiterung des Gebäudeautomationssystem anstatt einer Erweiterung oder Erneuerung des bestehenden Energiedatenerfassungssystem fiel, weil man die Daten aus der Energiedatenerfassung mit den Prozessgrößen aus der Gebäudeautomation verbinden wollte, um damit eine Energieverbrauchsdatenanalyse durchzuführen. Seitens des Endkunden gab es einen Anforderungskatalog:

- Das vorhandene Datenmaterial aus dem Vorgängersystem sollte zur Ermittlung von Einsparpotenzialen genutzt werden können;

⁷⁴ Fuchs, B., Maier, A.: Energieberichte auf Knopfdruck – BayernLB reduziert Betriebskosten, Der Facility Manager, März 2005

- das System sollte Verbrauchswerte aus verschiedenen Zeiträumen einander gegenüberstellen können, um die Wirtschaftlichkeit der getroffenen Einsparmaßnahmen nachzuweisen;
- eine Zuordnung von Verbrauchskosten auf mehrere Verursachergruppen bzw. Kostenstellen sollte möglich sein;
- das System sollte die Planung von Energieeinsparmaßnahmen nach betriebswirtschaftlichen Kriterien unterstützen;
- Gebäude und Anlagen sollten durch Kennzahlen/Benchmarks bewertet werden können;
- das System sollte witterungsbereinigte Vergleichsberichte erzeugen können.

Die eingesetzte Lösung war kein Parallelsystem, sondern die vorhandene Hardware wurde weiter genutzt.

Lt. Bericht wurden die folgenden Maßnahmen durchgeführt:

- Es wurden Lastprofile für Wasser, Kälte, Strom und Wärme erstellt.
- Die Lastprofile wurden auf Plausibilität untersucht.
- Betriebszeiten wurden optimiert.
- Ein-/Ausschaltzeiten in Abhängigkeit von der Außentemperatur wurden überprüft und optimiert.
- Anstelle von fest eingestellten Sollwerten für Raumtemperatur und Raumfeuchte wurden Temperatur- und Feuchtebänder in Abhängigkeit vom Außenluftzustand erprobt.
- Bei Heizungsanlagen mit Thermostatventilen wurden die Nachtabsenkungen der Vorlauftemperaturen korrigiert.

Als Besonderheit unter den vorstrukturierten Berichtsbausteinen, die das System liefert, wird die Energiesignatur hervorgehoben (→ S. 106).

Die Veröffentlichung berichtet über ein Beispiel für die Aufdeckung einer Schwachstelle an einer Klimaanlage. Der Befund zeigte sich zunächst in den wiederkehrenden Verbrauchsanalysen in Form eines außergewöhnlich hohen Heizenergieverbrauchs eines Gebäudes im Sommer. Im Anlagenbild auf der Benutzeroberfläche des Gebäudeautomationssystems gab es keinen Hinweis auf diesen Fehler, weil die Zulufttemperatur ihrem Sollwert entsprach. Der Grund für den hohen Heizwärmeverbrauch war das defekte Ventil des Luftkühlers, das nicht vollständig geschlossen war, obwohl es am Bildschirm so dargestellt war. Dadurch wurde die Luft so stark abgekühlt, dass sie anschließend wieder geheizt werden musste, um den Sollwert zu erreichen.

Bei der Inaugenscheinnahme von Energieverbräuchen im Bereich Elektro-, Heiz- und Kälteenergie wurden weitere Unregelmäßigkeiten in der Versorgung entdeckt.

Folgende Kosteneinsparungen sollen im ersten Jahr nach dem Umbau erzielt worden sein:

- | | |
|--|-------------|
| (1) durch Optimierung, Sanierung und Anpassung der Funktionsabläufe in der Kälteerzeugung: | 89.498,00 € |
| (2) durch Anpassung der Betriebszeiten von RLT-Anlagen an tatsächliche Nutzungszeiten: | 58.780,00 € |
| (3) durch Einführung von Temperatur- und Feuchtebändern in den Büros: | 41.300,00 € |

Ein neu eingerichteter Arbeitsplatz soll sich bereits nach weniger als einem Jahr amortisiert haben.

Die Autoren des Fachartikels äußern abschließend die Meinung, dass die Höhe des Einsparpotenzials, das mit einem Energiemanagementsystem erschlossen wird, „sowohl vom Engagement des Personals als auch von der Bereitschaft des Gebäudeeigentümers abhängt, Erkenntnisse aus dem Energiemanagement umzusetzen, d. h. Anlagen oder Gebäudeteile ggfls. zu sanieren“.

Kommentar:

- Alle 3 dargestellten Maßnahmen sind Beispiele für die Anwendung von TGM-Funktionen, eingebettet in einen Energiemanagement-Prozess.
- Die Information über die Amortisationsdauer des neu eingerichteten Arbeitsplatzes erlaubt eine grobe Abschätzung der Projektkosten: Es sei angenommen, dass die Kosten eines Arbeitsplatzes damals bei ca. 80.000,00 €/a gelegen haben und dass die Amortisationsdauer („weniger als ein Jahr“) genauso lang war wie der Zeitraum, über den die o. g. Einsparungen erzielt werden konnten („im ersten Jahr nach dem Umbau“). In dieser Zeit hatte demnach das Projekt für den Auftraggeber einen Gewinn von 80.000,00 € erbracht. Seine Einsparungen lagen aber insgesamt bei ca. 190.000,00 €. Insofern dürften die Kosten, die dem Auftraggeber entstanden sind, bei ca. 110.000,00 € gelegen haben.
- Der Fachartikel beantwortet leider nicht die Frage, ob man die genannten Einsparungen nicht auch mit den „Bordmitteln“ des damals bereits vorhandenen Gebäudeautomationssystems hätte erzielen können. Soweit erkennbar, sind die Einsparpotenziale durch die Auswertung von Daten aus dem Speicher des Gebäudeautomationssystems, vornehmlich in Form von Gangkurven, aufgedeckt und am Ende auch nachgewiesen worden.
- Zwei Sätze aus dem Beitrag sind besonders bemerkenswert:

Mit dem Beginn der aktiven Phase des Energiemanagements veränderte sich das Verhältnis des Anlagenbetreibers zu den Gebäuden und Anlagen ganz gravierend. Aufgrund der stetig wachsenden Datenbasis, der Trendkurven einzelner Anlagen sowie der im Programm hinterlegten Prozessanalysen und Berichtsarten konnte unmittelbar mit den Maßnahmen zur Einsparung von Medienverbräuchen begonnen werden.

„Trendkurven einzelner Anlagen“ standen dem Anlagenbetreiber immer schon zur Verfügung. „Stetig wachsende Datenbasis“ kann nur bedeuten „stetig wachsende Erkenntnisse aus vorhandenen Daten“, denn man hat auf die Datenbasis der Jahre davor zurückgegriffen. Offenbar hat man erkannt, welche Menge an Informationen in den vorhandenen Daten versteckt ist und wie unkompliziert es sein kann, diese Informationen freizulegen.

5 Zur Aufgabenverteilung zwischen Mensch und System

Die Management- und Bedieneinrichtungen eines Gebäudeautomationssystems und die Menschen, die damit arbeiten, bilden ein Mensch/System-Schnittstelle. Die Leistungsaufteilung zwischen beiden Teilen dieser Schnittstelle ist abhängig von der Komplexität der jeweiligen Funktionen (Bild 58):

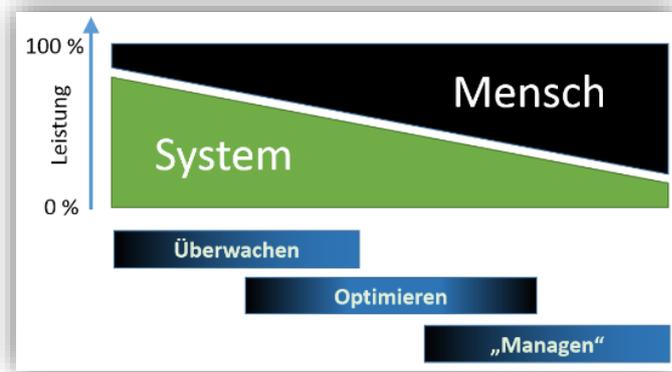


Bild 58:
Qualitative Darstellung der Aufteilung von Leistung zwischen Mensch und System in Abhängigkeit von der Komplexität der Aufgaben

- Bei reinen Überwachungsfunktionen kann das Gebäudeautomationssystem den Menschen weitestgehend entlasten. Er muss nur noch reagieren, wenn das System ein vorher spezifiziertes Ereignis festgestellt hat.

Beispiel:

Eine zu starke Verschmutzung eines Luftfilters wird vom System bereits als Störung erkannt und gemeldet. Der Bediener muss nicht eine Druckanzeige beobachten und prüfen, ob der Druck einen ihm bekannten Grenzwert überschritten hat.

- Geht es dagegen um das Verknüpfen von Einzelereignissen zu Schlussfolgerungen, wie beim Erkennen von Schwachstellen, bei der Bewertung von Betriebspunkten usw., allgemein: um Situationen, in denen Expertenwissen gefordert wird, – dann ist in zunehmendem Maß der Mensch gefordert.

Beispiel:

Auf der Wasserseite eines Luftherhitzers ist das Ventil permanent zu 100 % geöffnet. Dennoch erreicht die Wassertemperatur nicht den eingestellten Sollwert. Der Bediener erfasst diese Situation, überlegt mögliche Ursachen und veranlasst entsprechende Maßnahmen.

Das Verhältnis zwischen den Beiträgen von Mensch und System kann sich im Übrigen auch im Laufe der Zeit ändern. Ein Beispiel dafür sind die in Abschnitt 3.3.2 erörterten Automatisierungsmöglichkeiten von Luftbehandlungsanlagen. Grund sind i. a. technische Neuentwicklungen auf einzelnen Gebieten. Ein weiteres Beispiel ist der Umgang mit Wetterprognosen. Klassisch (und in DIN V 18599-11 auch noch so beschrieben) war dies eine TGM-Funktion, mehrere Hersteller arbeiten seit Jahren daran, sie als Automationsfunktion in den Markt einzuführen^{75,76}.

- Bei komplexen Entscheidungen, z. B. über neue Fahrweisen, bei der Entwicklung neuer Anlagenkonzepte usw. ist das Gebäudeautomationssystem am Anfang und am Ende der Datenlieferant. Es spielt in diesem Sinne zwar eine notwendige Rolle, die Hauptrolle liegt jedoch bei dem Menschen oder dem Team, das diese Daten zur Grundlage eines Energiemanagement-Prozesses macht.

⁷⁵ Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW: Clevere Heizungssteuerung bewährt sich | BLB.NRW_Das Magazin | Heft 4/2011

⁷⁶ R. Altmannshofer: Fraport und MeteoViva gewinnen den Award, 27.11.2018,

<https://www.facility-manager.de/aktuelles/fraport-und-meteoviva-gewinnen-dena-award/> zuletzt abgerufen am 12.09.2020

Beispiel:

→ s. Abschnitt 4.5

In dieser Variante der Zusammenarbeit zwischen Mensch und System wird also die Funktion der Management- und Bedieneinrichtung als „Aktuelles Fenster zum Prozess“ praktisch nicht benutzt. Stattdessen profitiert der Nutzer davon, wenn sie ihm gespeicherte Daten schnell, vollständig, gut aufbereitet aber flexibel handhabbar zur Verfügung stellt. Vor allem Verbrauchsdaten werden jetzt entscheidend.

6 Qualifikationen

6.1 Zur Systematik

Mit Hilfe eines Grundrasters der „VDI-Richtlinie Mensch und Technik 3814-6“⁷⁷ soll im Folgenden versucht werden, Kompetenzprofile für unterschiedliche Rollen von Personen vorzuschlagen, die Aufgaben beim Betrieb von Gebäudeautomationssystemen bearbeiten. Kernstück dieser Richtlinie ist eine Matrix, welche die im Kontext der Gebäudeautomation relevanten Kompetenzen und die Akteure in Zusammenhang bringt.

Die Richtlinie nennt 9 Themenbereiche, denen sich die im Kontext der Gebäudeautomation relevanten Kompetenzen zuordnen lassen (Bild 59).

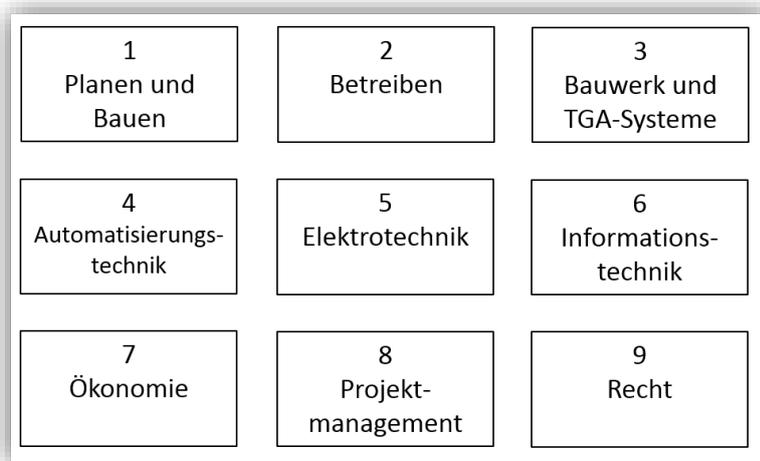


Bild 59: Themenbereiche der Kompetenzmatrix nach VDI-MT 3814-6

Jeder dieser Themenbereiche wird auf Themenfelder heruntergebrochen. So werden etwa für den Themenbereich 2. *Betreiben* folgende Themenfelder genannt:

- Grundlagen des Facility-Managements
- Erstellung von Betreiber-Konzepten
- Ausschreibung von Facility-Management-Dienstleistungen
- Bedienen, Beobachten und Veranlassen
- Optimieren, Verbessern und Informieren
- Warten und Inspizieren
- Instandsetzen
- Dokumentieren
- Betriebsprozessüberwachung und Qualitätssicherung

Die Themenfelder bilden die Zeilen der erwähnten Kompetenzmatrix (Ausschnitt → Bild 60)

Jede Spalte der Matrix steht für eine bestimmte Rolle in der Gebäudeautomation während der Lebenszyklusphasen des Gebäudes:

- Beratung/Planung
- Ausführung
- Betrieb

Für die Betriebsphase eines Gebäudes sind dies die Rollen:

- Betreiber,
strategisch,
- Betreiber,
taktisch,
- Betreiber,
operativ
- Wartungs-
technike
- Energie-
manager

⁷⁷ VDI-MT 3814-6:2020-04: Gebäudeautomation (GA) – Qualifizierung, Rollen und Kompetenzen

Die Zellen der Matrix sind mit jeweils einer Zahl zwischen 0 und 3 belegt, die die Kompetenzanforderung an Personen beschreibt, welche auf dem betrachteten Themenfeld die betrachtete Rolle ausüben sollen (Beispiel → Bild 60).

- 0: keine Kompetenzanforderung
- 1: Kennen (Wissen und Verständnis)
- 2: Können (Anwendung und Analyse)
- 3: Beherrschen (Synthese und Beurteilung)

	Betreiber strategisch	Betreiber taktisch	Betreiber operativ	Wartungstechniker	Energiemanager
Betreiben	0	2	3	1	1
- Grundlagen des Facility-Managements	0	2	3	3	1
- Erstellung von Betreiber-Konzepten	0	2	1	1	3
- Ausschreibung von Facility-Management-Dienstleistungen	2	3	3	2	1
- Bedienen, Beobachten und Veranlassen	2	0	1	2	0
- Optimieren, Verbessern und Informieren	2	0	2	2	0
- Warten und Inspizieren	0	3	1	0	1
- Instandsetzen	0	2	2	3	0
- Dokumentieren	3	2	1	0	1
- Betriebsprozessüberwachung und Qualitätssicherung	3	3	1	0	0
Automatisierungstechnik	2	1	0	2	3
- Messtechnik	2	2	3	0	0
- Steuerungstechnik	3	2	3	2	2
- Regelungstechnik	3	2	0	3	1
- Programmierung	0	0	0	3	1
- Sensoren und Aktoren (Feldgeräte)	1	2	3	2	0
- Beschreibungsmittel der Gebäudeautomation	3	2	1	2	1
- Anlagen- und Raumautomationssysteme	3	2	3	3	1
- Grafische Benutzeroberflächen	1	1	1	3	1
- Technisches Monitoring	2	3	0	3	2

Bild 60: Kompetenzmatrix (Ausschnitt) nach VDI-MT 3814-6 für Personen aus den Themenbereichen *Betreiben* und *Automatisierungstechnik*, die eine Rolle in der Betriebsphase eines Gebäudes besetzen. Kompetenzanforderungen hier nach dem Zufallsprinzip eingetragen.

6.2 Qualifikationsprofile

In Anlehnung an die Systematik von VDI-MT 3814-6 werden in Bild 61 drei nach Meinung des Verfassers sinnvolle Qualifikationsprofile für Menschen dargestellt, die in ihren jeweiligen Rollen Funktionen des technischen Gebäudemanagements umsetzen sollen. Dabei werden die in den Abschnitten 3 und 4 dieses Berichtes beschriebenen Funktionen und Prozesses zugrunde gelegt. Das reine Beobachten einer Management- und Bedieneinrichtung – allenfalls ergänzt um das Quittieren von Störmeldungen – temporär, ohne fachlichen Bezug und vor dem Hintergrund einer Haupttätigkeit mit anderen Aufgaben wird dabei nicht weiter thematisiert. Beispiele dafür sind Wachdienst, Pförtner u. a. Letzteres deckt sich auch mit der Praxis, wie sie in der Umfrage zum Ausdruck gekommen ist: Die Zahl der Mitarbeiter mit niedrigen Zugriffsrechten ist sehr gering (→ S. 41).

Da es in dem vorliegenden Bericht allein um Fragen der *Nutzung* von Management- und Bedieneinrichtungen geht, wurde der Themenbereich *1. Planen und Bauen* ausgeklammert. Die Zahlen 0 bis 3 als Maß für die Kompetenzanforderungen werden durch die Länge eines Balkens visualisiert, so dass man Schwerpunkte bzw. Unterschiede leichter erkennen kann.

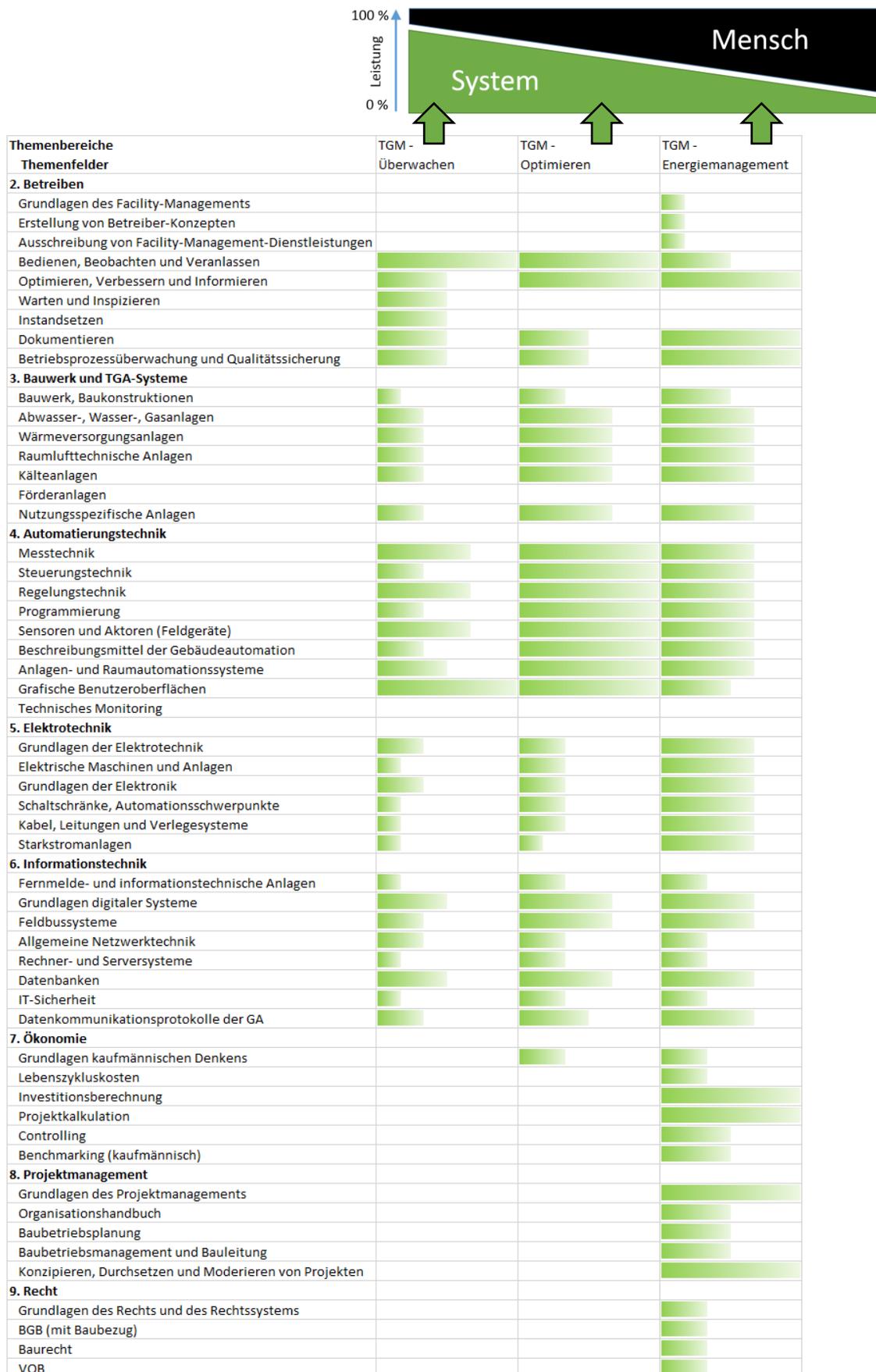


Bild 61: Kompetenzmatrix für die drei Tätigkeiten *Überwachen*, *Optimieren*, *Energiemanagement* im Umfeld der Management- und Bedieneinrichtung(en) eines Gebäudeautomationssystems. Die Länge der Balken ist ein Maß für die Kompetenztiefe: **Kennen** | **Können** | **Beherrschen**

6.3 TGM-Funktionen: Überwachen

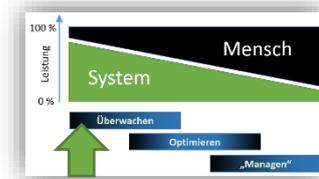
Die Person, die das Profil *Überwachen* abdeckt, sollte eine abgeschlossene Berufsausbildung als Fachhandwerker im Bereich *Heizungs- und Klimatechnik*, evt. auch *Elektrotechnik* besitzen, sich während der Ausbildung oder in früheren Positionen jedoch in Themen der Automatisierungstechnik eingearbeitet haben.

Erfahrungen mit der Anwendung von Reglern sind zwingend, weil sie u.

a. Sollwerte überwachen und Regelschwingungen erkennen soll.

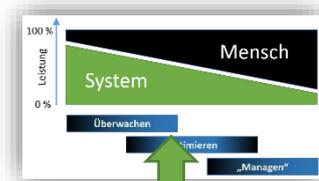
Ihr Hauptarbeitsplatz sind die Management- und Bedieneinrichtungen, weil sie aktuelle Situationen beobachten und bewerten muss. Dazu muss sie in der Lage sein, die gegebenen grafischen Möglichkeiten der Benutzeroberfläche in vollem Umfang zu nutzen bzw. nach ihrer Meinung bestehende Defizite zu beschreiben und zu begründen, um evtl. Änderungen zu initiieren. Ihr Status ist vergleichbar mit dem des klassischen „Hausmeisters“, der jederzeit weiß, was gerade in „seiner“ Gebäudetechnik passiert.

Deshalb sollte man ihr auch die Möglichkeit geben, „anlagennah“ zu arbeiten, z. B. einen Fühler inspizieren und ggfls. austauschen zu können, einen Stellantrieb manuell fahren zu können usw. Idealerweise handelt es sich dabei auch um eine der Personen, die Aufgaben der vorbeugenden Instandhaltung wahrnehmen.



6.4 TGM-Funktionen: Optimieren

Eine Person, deren Tätigkeitsschwerpunkt das Optimieren des Anlagenbetriebs mit Mitteln der Gebäudeautomation ist, sollte ihre fachliche Kompetenz im Rahmen einer Techniker- oder Ingenieur Ausbildung in einem Bereich wie Elektrotechnik, Maschinenbau oder Informatik erworben haben. Ihr Hauptwerkzeug sind Methoden der Automatisierungstechnik. Sie benötigt fundierte Kenntnisse über die Themen der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik in ihrer vollen Breite. Diese Themen müssen daher zwingend die Ausbildung und ggfls. die bisherige berufliche Laufbahn geprägt haben.



Sie kennt die Möglichkeiten der Management- und Bedieneinrichtungen bis ins Detail und ist darüber hinaus in der Lage, auch in deren Konfiguration einzugreifen. Dazu gehört z. B. das Einrichten neuer Datenpunkte, das Einrichten neuer Trendkurven, Pflege und Auslesen der Datenbank. Sie muss auch in der Lage sein, entweder auf der Management- und Bedieneinrichtung selbst oder auf einer externen Plattform Daten zu analysieren und Ergebnisse darzustellen. Einige der am Markt angebotenen Systeme bieten eine Programmierumgebung, die eine Verknüpfung von aktuellen Informationen und den Zugriff auf Datenbanken erlaubt. Auch mit derartigen Werkzeugen sollte jemand umgehen können, der/die den Anlagenbetrieb mit Mitteln der Gebäudeautomation optimieren will.

Der Umgang mit Daten muss ihr erkennbar Freude machen. Dabei geht es nicht nur um das Analysieren von Daten, sondern um die Fähigkeit, Datenquellen in einer Art und Weise zu übersetzen, dass davon auch Entscheidungsträger mitgenommen werden. „Daten erzählen nicht notwendigerweise eine Geschichte – die hier beschriebene Person muss in der Lage sein, eine Geschichte mit den Daten zu erzählen“⁷⁸.

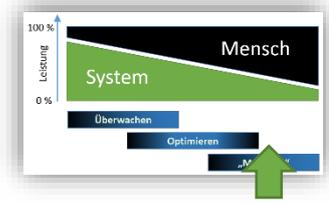
Aufgrund ihrer Vertrautheit mit den betriebstechnischen Anlagen werden von ihr Vorschläge für Verbesserungsmaßnahmen bis hin zu Energiemanagementprojekten erwartet.

⁷⁸ Zum Konzept „Storytelling with Data“ s. z. B. <https://blog.presentation-company.com/data-visualization-vs.-data-storytelling-whats-the-difference> - zuletzt aufgerufen am 30.06.2020

Ihre Sozialkompetenz erleichtert ihr den Kontakt zu Nutzern und deren Einbeziehung in Optimierungsmaßnahmen.

6.5 TGM-Funktionen im Rahmen von Energiemanagement-Projekten

Eine Person, die einen Energiemanagementprozess betreut, ihn leitet oder anderweitig an verantwortlicher Stelle in den Prozess involviert ist, sollte einen Hochschulabschluss in einer technischen oder einer betriebswirtschaftlichen Fachrichtung mit technischem Hintergrund haben. Sie muss nicht jedes technische Thema in aller Tiefe beherrschen, jedoch sicherstellen können, dass Energiemanagementprojekte professionell initiiert, abgewickelt und evaluiert werden.



Ihre Schwerpunktkompetenz im Bereich Betreiben ist das Beherrschen der Themenfelder Optimieren, Verbessern und Informieren | Dokumentieren | Betriebsprozessüberwachung und Qualitätssicherung. Aus dem Bereich Bauwerk und TGA-Systeme sollte sie für alle marktüblichen TGA-Systeme deren Anwendungsbereich kennen und analysieren können. Dasselbe gilt für die Themenbereiche Automatisierungstechnik und Elektrotechnik. Im Bereich Informationstechnik sollten vor allem Werkzeuge und Methoden aus den Themenbereichen Grundlagen digitaler Systeme | Feldbussysteme | Datenbanken angewendet werden können.

Der Unterschied zu den Kompetenzprofilen *Überwachen* und *Optimieren* liegt vor allem auf den Gebieten *Ökonomie*, *Projektmanagement* und *Recht*. Insbesondere die Themenfelder *Investitionsrechnung* und *Projektkalkulation* sowie *Grundlagen des Projektmanagements* und *Konzipieren, Durchsetzen und Moderieren von Projekten* müssen beherrscht werden.

Ihr Motto sollte sein: „Automation im Gebäude birgt viel Potenzial. Doch Technik allein reicht nicht, um es zu heben.“

6.6 Soll/Ist-Vergleich: Fazit

Die beschriebenen Soll-Profile bringen zum Ausdruck, dass keiner der drei Tätigkeitsbereiche ein singuläres Spezialistentum erfordert, sondern dass alle drei im technischen Bereich dieselben Themenfelder adressieren, wenn auch mit unterschiedlicher Kompetenztiefe. Diese Tatsache zeigt, dass die Betroffenen auf jeden Fall zur Weiterbildung angehalten werden müssen. Sie benötigen Kenntnisse, die über ihren erlernten Beruf teilweise weit hinausgehen. Es geht um Querschnittswissen aus so unterschiedlichen Themenbereichen wie »Bauwerk und TGA-Systeme« auf der einen Seite sowie »Automatisierungstechnik«, »Elektrotechnik« und »Informationstechnik« auf der anderen Seite. Diese Tatsache ist zwar nicht unbedingt populär, für einen optimalen Umgang mit Management- und Bedieneinrichtungen von Gebäudeautomationssystemen jedoch unabdingbar.

Wenn man die beschriebenen Soll-Profile mit den in der Umfrage rückgemeldeten Ausbildungsabschlüssen und Tätigkeiten vergleicht, gibt es keine Hinweise auf etwaige Defizite im technischen Bereich. Allerdings fällt dabei auf, dass Personen mit im weiteren Sinne elektrotechnischem Hintergrund die Gruppe der „Mächtigen“ (mit der höchsten Zugangsberechtigung) zahlenmäßig dominieren. Die Alltagsthemen dagegen dürften eher Fragestellungen aus der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik sein als aus der Elektrotechnik – zumindest dann, wenn es um Energieeffizienz geht.

Der Einsatz von Personen mit betriebswirtschaftlichem Hintergrund in Gebäudeautomations-Teams ist – der Umfrage zufolge - nicht weit verbreitet. So fehlt am Ende die Person, die einerseits in den

Betreiberalltag hautnah eingebunden ist und die Probleme/Potenziale vor Ort aus erster Hand beschreiben kann, die aber gleichzeitig auch in der Lage ist, ein Projekt aufzusetzen, das professionellen Standards entspricht.

Diese Person könnte gleichzeitig auch die Gebäudeautomation im Energiemanagement-Team repräsentieren, dessen Einrichtung lt. DIN EN ISO Aufgabe der „obersten Leitung einer Organisation“ ist. So ließe sich evtl. auch die Zahl der Unternehmen, Institutionen usw. steigern, bei denen der Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement auf die Energieeffizienz der eigenen Liegenschaften allen Beteiligten klar ist. Dies war lt. Umfrage nur bei 9 von 48 Teilnehmern der Fall.

Ein betrieblicher Prozess, bei dem das Gebäudeautomations-Team einmal im Jahr Verbrauchsdaten bei einer anderen Abteilung abzuliefern hat, um danach nie wieder davon zu hören, besitzt bestenfalls eine Alibi-Funktion, wird aber wohl kaum die Energieeffizienz beeinflussen.

7 Kurzbeschreibung der TGM-Funktionen

Bezeichnung der TGM-Funktion	Sollwertüberwachung
Übergeordneter Managementprozess (VDI/GEFMA 3810-5)	Betreiben: Überwachen
Fundstellen	DIN EN 15232-1:2017-12, Tabelle 4 „GA- und TGM Funktionen mit Auswirkung auf die Energieeffizienz von Gebäuden“ → Pos. 7.1 „Sollwertsteuerung“ „Verwaltung, Zurücksetzen und Anpassen der GA-Sollwerte entsprechend den Betriebsarten des Raums/der Zone“ → Variante 3: Anpassung von einem zentralen Raum [...] mit häufiger Rücksetzung der Nutzereingaben.
Konsolidierte Funktionsbeschreibung	Der Bediener erhält für jeden Raum eine Information über die aktuell eingestellte Solltemperatur und hat die Möglichkeit, diese ggfls. auf einen vereinbarten „Normal“-Wert zurückzusetzen.
Eingangsgrößen	<ul style="list-style-type: none"> • Übersichtsbild über die aktuell aktiven Sollwerte in allen Räumen • Informationen über die aktuelle Nutzung (zeitnah) • Aufzeichnungen aus der Vergangenheit
Ausgangsgrößen	Neue Solltemperatur (Standardwert)
Darstellungsfunktionen	Liste der aktuell eingestellten Raumtemperatur-Sollwerte: Zeitpunkt der letzten Einstellung, Aktueller Wert - Filterfunktionen: Alle Geändert während der letzten x Tage Aktueller Sollwert > Basissollwert
Bedienfunktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Liste bearbeiten • Sollwerte verändern
Erforderliche Schwerpunkt-kompetenzen in den genannten Themen-bereichen für die Umsetzung dieser TGM-Funktion (Vorschlag)	<p>„Betreiben“: Bedienen, Beobachten, Veranlassen beherrschen</p> <p>„Bauwerk + TGA-Systeme“: Alle TGA-Sparte(n) kennen</p> <p>„Automatisierungstechnik“: Messtechnik, Regelungstechnik, Feldgeräte kennen, grafische Benutzeroberflächen beherrschen</p> <p>„Elektrotechnik“: Grundlagen von Elektrotechnik und Elektronik kennen</p> <p>„Informationstechnik“: Grundlagen digitaler Systeme, Datenbanken kennen</p>
Effizienzpotenzial	Annahmen über Randbedingungen erforderlich. Hinweise → Abschnitt 3.2.4, Abschnitt 3.3.3

Bezeichnung der TGM-Funktion	Überwachen von Regelkreisen
Übergeordneter Managementprozess (VDI/GEFMA 3810-5)	Betreiben: Überwachen
Fundstellen	Fachliteratur Regelungstechnik
Konsolidierte Funktionsbeschreibung	Der Bediener beobachtet das Verhalten von Regelgrößen anhand von Übersichtsbildern oder Trendkurven und veranlasst ggfls. geeignete Instandhaltungsmaßnahmen.
Eingangsgrößen	Zeitverläufe von <ul style="list-style-type: none"> • Regelgröße („Istwert“) • Führungsgröße („Sollwert“) • Stellgröße • Störgröße(n), z. B. Außentemperatur ...
Ausgangsgrößen	Veranlassen geeigneter Instandhaltungsmaßnahmen
Bedienfunktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Regelparameter abfragen • Zeitliniendiagramme konfigurieren • Bedienbilder bearbeiten
Darstellungsfunktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Übersichtsbilder: Gegenüberstellung Sollwert/Istwert • Anlagenbilder mit dynamischen Einblendungen
Erforderliche Schwerpunkt-kompetenzen in den genannten Themen-bereichen für die Umsetzung dieser TGM-Funktion (Vorschlag)	<p>„Betreiben“: Bedienen, Beobachten, Veranlassen beherrschen</p> <p>„Bauwerk + TGA-Systeme“: Alle TGA-Sparte(n) kennen</p> <p>„Automatisierungstechnik“: Messtechnik, Regelungstechnik, Feldgeräte kennen, grafische Benutzeroberflächen beherrschen</p> <p>„Elektrotechnik“: Grundlagen von Elektrotechnik und Elektronik kennen</p> <p>„Informationstechnik“: Grundlagen digitaler Systeme, Datenbanken können</p>
Effizienzpotenzial	Regelschwingungen verleiten zu Überreaktionen der Nutzer bei der SollwertEinstellung. Bei Außentemperaturen von 6 °C führt eine Reduzierung der Innentemperatur von 21 °C auf 20 °C zu Einsparungen von ca. 6 % Heizenergie. → Abschnitt 3.2.4, Abschnitt 3.3.3

Bezeichnung der TGM-Funktion	Pflege von Anlagenbetriebsprofilen ... für Heizung, Kühlung, Lüftung, Beleuchtung
Übergeordneter Managementprozess (VDI/GEFMA 3810-5)	Betreiben: Optimieren
Fundstellen	<p>DIN EN 15232-1:2017-12, Tabelle 4 „GA- und TGM Funktionen mit Auswirkung auf die Energieeffizienz von Gebäuden“</p> <p>→ Pos. 7.2 „Betriebsstundenverwaltung“ „Anpassung der Betriebsstunden des Systems/der Anlage einem bestimmten Zeitplan und/oder Kalender entsprechend“</p> <p>→ Variante 2: Individuelles Einschalten nach einem vorgegebenen Zeitplan; Anpassung von einem zentralen Raum aus; variable Vorkonditionierungsphasen</p> <p>DIN V 18599-11:2018-09, Tabelle 3 „Definition der Automatisierungsgrade in einem Gebäude“</p> <p>→ Pos. 94 ff.: „Zentrale Anpassung an die Anforderung der Nutzer“</p> <p>→ Variante 1: Zentrale Anpassung (Sollwerte, Zeitpläne) Variante 2: Zentrale Anpassung an Optimierung (Sollwerte, Zeitpläne und Regelparameter)</p> <p>DIN EN 16947-1:2017-09, Abschnitt 7: GMS-Funktion 2 (Betriebsstundenverwaltung)</p> <p>VDI (E) 3814-3.1:2019-01, Abschnitt 8.3 Zeitplanmanagement</p> <p>DIN EN ISO 16484-3:2005 Abschnitt 5.5.3.5.5 Zeitabhängiges Schalten</p>
Konsolidierte Funktionsbeschreibung	Der Bediener pflegt Zeitpläne aufgrund von aktuellen Informationen über die Nutzung des Gebäudes und einzelner Zonen.
Eingangsgrößen	<ul style="list-style-type: none"> • Nutzungsprofile • An-/Abwesenheitslisten • Urlaubslisten • Veranstaltungspläne • Stundenpläne
Ausgangsgrößen	Optimierte Anlagenbetriebsprofile für Sollwerte und Betriebszeiten
Bedienfunktionen	<ul style="list-style-type: none"> • Anlagenbetriebsprofile anlegen • Anlagenbetriebsprofile bearbeiten • Anlagenbetriebsprofile übersteuern

Darstellungsfunktionen	Darstellung von <ul style="list-style-type: none"> • Vergleich Soll/Ist • Warnmeldungen • Übersichtsbildern über mehrere Profile
Erforderliche Schwerpunkt-kompetenzen in den genannten Themen-bereichen für die Umsetzung dieser TGM-Funktion (Vorschlag)	<p>„<u>Betreiben</u>“: Bedienen, Beobachten, Veranlassen Optimieren, Verbessern und Informieren beherrschen.</p> <p>„<u>Bauwerk + TGA-Systeme</u>“: Alle TGA-Sparte(n) können.</p> <p>„<u>Automatisierungstechnik</u>“: Alle Themenfelder beherrschen.</p> <p>„<u>Elektrotechnik</u>“: Alle Themenfelder kennen (Ausnahme: Starkstromanlagen).</p> <p>„<u>Informationstechnik</u>“: ‚Grundlagen digitaler Systeme‘ ‚Feldbus-systeme‘ ‚Datenbanken‘ können.</p> <p>„<u>Ökonomie</u>“: Grundlagen kaufmännischen Denkens kennen.</p>
Effizienzpotenzial	Bei Reduzierung der Betriebsdauer auf Basis von Annahmen (Dauer der Reduzierung, mittlere Leistung während des Betriebs, Energiekosten) relativ einfach abzuschätzen. Bei Temperaturabsenkung weitere Annahmen erforderlich. Hinweise → Abschnitt 3.3.3

8 Schlussbemerkungen

Ein Ziel des hier beschriebenen Forschungsvorhabens war es, systematische „Eigenheiten“ im Umgang mit Management- und Bedieneinrichtungen von Gebäudeautomationssystemen zu finden, die Einfluss auf die Effizienz des Einsatzes von Energie und Personal haben. Obwohl die Antworten von 48 Teilnehmern keine statistisch abgesicherten Ergebnisse erwarten lassen, werfen sie doch einige Schlaglichter auf die Szene, die immerhin plausibel sind:

- Es wird deutlich, dass bei der Mehrzahl der Teilnehmer Management- und Bedieneinrichtungen Werkzeuge für den operativen Anlagenbetrieb sind, quasi das „Cockpit“ für den Anlagen-„Fahrer“. Sie sollen bei Störungen oder Nutzerbeschwerden ein möglichst umfassendes Bild der aktuellen Situation liefern und eine schnelle und zielsichere Reaktion ermöglichen.
- Die Auseinandersetzung mit historischen Daten hat gegenüber dem „Tagesgeschäft“ offenbar erkennbar geringere Priorität.
- Wenn Informationen aus dem Gebäudeautomationssystem Maßnahmen zur Energieeinsparung ausgelöst haben, so wurde deren Höhe bei 30 Teilnehmern der Umfrage nicht quantitativ bewertet.
- Ein strategisch motivierter Ansatz, eine Management- und Bedieneinrichtung als Plattform für die Speicherung und Analyse historischer Daten – insbesondere Verbrauchsdaten – zu sehen und sie somit zum Dreh- und Angelpunkt von Energiemanagementprozessen im Gebäudeumfeld zu machen, scheint bei den Umfrageteilnehmern vergleichsweise weniger verbreitet. Energiemanagementprozesse werden häufig mit Hilfe von Parallelsystemen verfolgt, die dann auch noch organisatorisch separat betrieben werden.
- Ein ähnliches Phänomen zeigt sich beim Umgang mit dem Thema Monitoring. Ein nicht unerheblicher Anteil von Umfrageteilnehmern nimmt für das Monitoring ihrer Anlagen separate Hardware, oft auch externe Dienstleistungen in Anspruch. Man kann oder will also für Monitoring-Funktionen nicht die Management- und Bedieneinrichtungen verwenden.

Ein weiteres Ziel des Forschungsprojektes war es, die Einsparpotenziale zu beschreiben, die entsprechend qualifiziertes Personal durch die Nutzung einer Management- und Bedieneinrichtung realisieren kann. Dabei handelt es sich zum einen um Funktionen des Technischen Gebäudemanagements (*TGM-Funktionen*), wie sie in den einschlägigen Regelwerken DIN EN 15232-1 und DIN V 18599-11 beschrieben sind. Zum anderen kann die Management- und Bedieneinrichtung diejenigen Informationen zur Verfügung stellen, die der Prozess *Energiemanagement* benötigt.

Quantitative Angaben zum Einsparpotenzial durch Anwendung von TGM-Funktionen ergeben sich für stationäre Situationen aus elementaren Grundgleichungen der Wärme- und der Strömungslehre. Es handelt sich dabei um spezifische Größen, z. B. „Energieeinsparung von 7 % bei Reduzierung der Innentemperatur von 21 °C auf 20 °C bei einer Außentemperatur von 6,5 °C“ oder „Die hydraulische Leistung eines Ventilators verändert sich im selben Verhältnis wie die dritte Potenz des geförderten Volumenstroms.“ Im konkreten Einzelfall muss man also die Randbedingungen entsprechend einsetzen, um zu Ergebnissen zu kommen.

Wenn die Annahme stationärer Verhältnisse unrealistisch ist, bleibt strenggenommen nur noch der Einsatz von Simulationsprogrammen, um die Auswirkung von Funktionen des technischen Gebäudemanagements auf den Energiebedarf eines Gebäudes zu berechnen. Ein Teil des damit verbundenen Aufwands wurde mit DIN V 18599 vorweg genommen, indem man Simulationsmodelle für verschiedene Fragestellungen parametrisiert hat. So sind am Ende einfache Gleichungen entstanden, in die

neben Tabellenwerten dieser Parameter die konkreten Randbedingungen des betrachteten Falls einzusetzen sind. Bei der Berechnung des Heizwärmebedarfs etwa ergibt sich so ein Betrag, um den die Innentemperatur rein rechnerisch reduziert werden darf. Dies führt zu einer Erniedrigung des Heizwärmebedarfs von bis zu 10 % abhängig von den im Bericht genannten Randbedingungen.

Bei TGM-Funktionen reagiert der Bediener unmittelbar auf Informationen aus dem System oder seinem Umfeld: Er erkennt ein Problem - auch wenn dies vom System nicht als Störung erkannt wurde, und reagiert entsprechend. Oder aber er nimmt einen neuen Belegungsplan für den Raum „X“ zur Kenntnis und passt das Anlagenbetriebsprofil an – usw. Das Einsparpotenzial von Betriebsüberwachung, basierend auf Erfahrungen aus dem Betrieb und gesammelten Verbrauchsdaten, wird in der Fachliteratur mit 10 % bis 20 % der Energiekosten angegeben.

Energiemanagement-Prozesse dagegen machen umfangreichen Gebrauch von historischen Daten – zu Anfang, um Ansatzpunkte für Einsparmaßnahmen zu finden, am Ende um die Einsparungen zu belegen. Die Einsparungen sind in den meisten Fällen nicht unmittelbar der Management- und Bedieneinrichtung zuzurechnen, hätten aber ohne deren Beteiligung nicht realisiert werden können.

Genau so vielfältig wie die denkbaren Szenarien können auch die Einsparungen bei den Energiekosten sein, wenn Energiemanagement- bzw. Monitoring-Prozesse zum Einsatz kommen. Im Bericht werden einige Ergebnisse zitiert:

- Aus einer Veröffentlichung der obersten Baubehörde im Land Bayern aus dem Jahr 2010: 5 bis 30 % Einsparungen bei den Energiekosten durch Energie-Monitoring und Betriebsoptimierung.
Wenn man den Prozentsatz 5 % am unteren Ende dieser Spanne anwendet auf die Summe der Energiekosten von 21 Teilnehmern der Umfrage – einem Betrag von 262,4 Mio € –, ergibt sich ein Betrag von 13,12 Mio € bzw. ca. 625.000,00 € pro Teilnehmer.
- Aus einem Fachaufsatz eines Herstellers über ein Projekt bei der Bayerischen Landesbank: 190.000,00 € Einsparungen bei den Energiekosten in einem Jahr, nachdem ein bestehendes Gebäudeautomationssystem um ein Softwaremodul für Energiemanagement erweitert wurde,
- Aus dem Interview mit Vertretern der Fachabteilung für Energiecontrolling einer deutschen Stadt: Einsparung von 5 % der Energiekosten durch Energiecontrolling bei kleineren städtischen Gebäuden.

Einsparungen infolge bestimmter Maßnahmen sind die eine, Kosten dieser Maßnahmen sind die andere Seite bei der Feststellung eines Gewinns.

Thema des vorliegenden Berichtes sind Effizienzpotenziale, die sich durch die zielgerichtete Nutzung der Management- und Bedieneinrichtungen von Gebäudeautomationssystemen realisieren lassen. Bei Bauvorhaben ab einer gewissen Größenordnung mit einer umfangreichen und/oder komplexen Anlagentechnik gehört eine Management- und Bedieneinrichtung zur Standardausrüstung eines Gebäudeautomationssystems. Auch wenn die Management- und Bedieneinrichtung als Mensch-System-Schnittstelle zwingend erforderlich ist für die Nutzung der in diesem Bericht beschriebenen TGM-Funktionen, so werden für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit dieser Funktionen i. d. R. keine Systemkosten in Ansatz gebracht. Rein regelungstechnische Maßnahmen zur Energieeinsparung, z. B. Zeit-Abschaltung, Reduktion des Volumenstroms, Erhöhung des Toleranzbereichs an der Management- und Bedieneinrichtung gelten als niedrig-investiv und somit als wirtschaftlich (→ Abschnitt 3.3.3.4).

Wenn die Management- und Bedieneinrichtung als Datenquelle im Rahmen von Energiemanagement-Projekten genutzt wird, belastet auch dies i. A. nicht das Projekt-Budget. Wohl aber kann die

Weiterverarbeitung dieser Daten zur Analyse und Konzeptentwicklung Personalkosten verursachen, die man bei späteren Einsparungen gegenrechnen muss.

Falls sich bei der Analyse der Daten Defizite im Bereich der Erfassung von Verbrauchsdaten oder anderer Daten zeigen, müssen evtl. Zähler und Messstellen nachgerüstet werden. Die dabei anfallenden Kosten sind sehr unterschiedlich, je nachdem wie die technische Lösung aussieht:

- Das Energiemanagement-Projekt, über das in Abschnitt 4.5 berichtet wird, dürfte Kosten i. H. v. 110.000,00 € verursacht haben. Dieser Betrag enthält neben Personalkosten sehr wahrscheinlich auch die Kosten für die Anschaffung eines Softwaremoduls für Energiemanagement.
- Im Gegensatz dazu war das städtische Energiecontrolling-Projekt nur wirtschaftlich, weil man eine automatische Verbrauchserfassung zu einem Stückpreis im unteren dreistelligen Bereich realisieren konnte. Dies wäre bei einem Gebäudeautomationssystem mit Management- und Bedieneinrichtung nicht vorstellbar.

Grundsätzlich lässt sich festhalten:

Die Kosten von Maßnahmen zur Energieeinsparung dürften im Allgemeinen einfacher zu ermitteln sein als die Höhe der Einsparungen selbst. Grund dafür ist, dass ein professionelles Vorgehen i. S. eines PDCA-Prozesses auf verlässlichen Ausgangsdaten und klaren Zielvorstellungen basiert. Dazwischen stehen Arbeitspakete, deren Personal- und Sachkosten durch entsprechend qualifiziertes Personal ermittelt und verfolgt werden können.

Konkrete Vorhersagen über zu erwartende Kosten ließen sich also nur bei Annahme konkreter Szenarien treffen. Veröffentlichungen über tatsächlich angefallene Kosten beschreiben in den meisten Fällen Projekte, bei denen die Management- und Bedieneinrichtungen nur mittelbar beteiligt waren, um über die Verbrauchsdaten bestimmter Anlagenbereiche vor und nach der Durchführung von investiven Maßnahmen zu ermitteln. Projekte wie das im Bericht beschriebene, bei denen die Investitionen ausschließlich in die Management- und Bedieneinrichtung geflossen sind, sind eher selten.

An der Schnittstelle zwischen Gebäudeautomationssystem und Bediener kommen praktisch alle Fachdisziplinen der Gebäudetechnik zusammen. Zudem ist das Ganze noch eingebettet in eine Umgebung, die durch ein weiteres Fachgebiet geprägt ist: der Informations- und Kommunikationstechnik. Eine Präferenz für eine bestimmte Ausbildungsrichtung lässt sich aus dieser Situation nicht ableiten, wohl aber ein Bedarf an Weiterbildung in Richtung benachbarter Berufsfelder.

Die Anstrengungen der Gebäudeautomations-Hersteller in den vergangenen Jahren und die flächendeckende Verbreitung von Geräten der Informations- und Kommunikationstechnik im Alltag haben dazu beigetragen, dass Hemmschwellen bei der Benutzung von bildschirmbasierten Ein-/Ausgabegeräten so gut wie verschwunden sind. Der Nutzer kann sich somit wieder mehr auf das konzentrieren, was „am anderen Ende der Leitung“, d. h. in den Anlagen und Räumen geschieht. Insofern ist bemerkenswert, dass – wie die Umfrage zeigt – die Personen mit den höchsten Zugriffsrechten am System in der Mehrzahl einen Ausbildungshintergrund im Bereich Elektrotechnik, Informatik oder Automatisierungstechnik besitzen. Die Ausbildung passt in diesen Fällen also eher zum Werkzeug als zum Werkstück!

Energieeffizienz ist keine Größe, die man ein- oder ausschalten kann. Sie ist auch keine Größe, die man – wie eine Temperatur oder einen Druck – direkt messen und permanent auf Grenzwertverletzung überprüfen lassen kann, um ggfls. eine Störmeldung zu generieren. Versuche von Herstellern, entsprechende Lösungen anzubieten, haben sich nicht durchgesetzt. Dies war die Aussage einiger Interviewpartner, die damit Erfahrung gesammelt haben.

Wer ein Automationssystem für gebäudetechnische Anlagen oder einen Raum so einstellen soll, dass ein gewünschtes Verhalten mit minimalem Energieeinsatz erreicht wird, braucht neben Fachkenntnissen ein „Gefühl“ für die Anlage. Er sollte nicht nur vor dem Bildschirm arbeiten, sondern auch ausreichend Gelegenheit bekommen, im Rahmen von Instandsetzungsarbeiten die Komponenten der Anlagen und die Situation in den Räumen intensiv kennenzulernen.

Das Arbeiten am Bildschirm sollte mehr Möglichkeiten bieten, als sich durch Anlagenbilder zu „klicken“. Vorkonfigurierte Zeitliniendiagramme mögen zwar informativ sein, fördern aber nicht unbedingt die Kreativität. In diesem Sinne ist es sinnvoller, wenn sich der Bediener Trendkurven beliebig nach eigenem Geschmack in einer Grafik zusammenstellen und damit arbeiten kann.

Die Nutzer müssen motiviert werden, mit Diagrammen zu arbeiten und darin „Fußabdrücke“ ihrer Anlagen zu sehen. Dazu müssen sie verstehen, wie z. B. Zeitliniendiagramme entstehen, wie man notfalls von Hand ein Sankey-Diagramm mit geringem Aufwand erzeugt usw. Der Umgang mit Zeitliniendiagrammen und anderen Diagrammtypen sollte daher auch ein eigenständiges Thema bei Schulungen sein.

Von zentraler Bedeutung für die Erschließung von Effizienzpotenzialen ist nach Auffassung des Verfassers das Denken in Projektstrukturen. Ideen für Themen, unabhängig davon, ob sie spontan entstanden sind oder schon länger „schwelen“, müssen professionell aufgegriffen, geprüft und umgesetzt (oder auch verworfen) werden. Der PDCA-Zyklus eines Energiemanagementprozesses ist nicht alleine eine Beschäftigung für Stabsabteilungen, sondern sollte gerade dort gelebt werden, wo Schwachstellen oder Potenziale erstmals zu Tage treten: den Bildern auf den Bildschirmen und den Aufzeichnungen auf den Festplatten der Management- und Bedieneinrichtungen.