

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE
GERMAN FACILITY
MANAGEMENT
ASSOCIATION

Gebäudeautomation (GA)
Hinweise für das Gebäudemanagement
Planung, Betrieb und Instandhaltung
Schnittstelle zum Facility-Management
Building automation and control systems (BACS)
Guidance for technical building management
Planning, operation, and maintenance
Interface to facility management

VDI/GEFMA
3814
Blatt 3.1 / Part 3.1

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note.....	2
Einleitung.....	2	Introduction.....	2
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Normative Verweise	3	2 Normative references	3
3 Begriffe	4	3 Terms and definitions	4
4 Abkürzungen	7	4 Abbreviations	7
5 Strukturdarstellung der Gebäudeautomation	7	5 Structure of building automation	7
6 Einsatz der Gebäudeautomation im technischen Gebäudemanagement	7	6 Application of building automation for technical building management	7
6.1 Dokumentieren.....	8	6.1 Documentation.....	8
6.2 Energiemanagement.....	9	6.2 Energy management.....	9
6.3 Meldungen und Berichte.....	9	6.3 Messages and reports.....	9
7 Erweiterung oder Errichtung einer betreibergerechten Gebäudeautomation	10	7 Extension or implementation of operator-oriented building automation	10
7.1 Planung und Ausführung.....	10	7.1 Planning and execution.....	10
7.2 Inbetriebnahme.....	12	7.2 Commissioning.....	12
7.3 Abnahme.....	13	7.3 Acceptance.....	13
7.4 Übernahme/Einweisung.....	14	7.4 Takeover/instruction.....	14
8 Betreiben der Gebäudeautomation	14	8 Operating the building automation system ..	14
8.1 Betreiben und Instandhaltung.....	14	8.1 Operating and maintenance.....	14
8.2 Erforderlicher Wartungs- und Serviceumfang.....	15	8.2 Required scope of maintenance and service.....	15
8.3 Hinweise zu Wartungs- und Serviceverträgen.....	17	8.3 Guidance on maintenance and service agreements.....	17
9 Verknüpfung der Gebäudeautomation mit CAFM-Software	18	9 Connecting building automation with CAFM software	18
9.1 Ansatzpunkte für die Verknüpfung der Gebäudeautomation mit CAFM-Software.....	19	9.1 Points of connection between building automation and CAFM software.....	19
9.2 Zuordnung von Funktionalitäten.....	23	9.2 Allocation of functionalities.....	23
9.3 Schnittstellengestaltung.....	24	9.3 Interface design.....	24
Schrifttum.....	27	Bibliography.....	27

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)
Fachbereich Facility-Management

VDI-Handbuch Facility-Management
VDI-Handbuch Aufzugstechnik
VDI/VDE-Handbuch Automatisierungstechnik
VDI-Handbuch Elektrotechnik und Gebäudeautomation

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi-richtlinien.de), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3814.

Einleitung

Die Richtlinie basiert auf dem Entwurf der Richtlinie GEFMA 450. Auf der Grundlage einer Vereinbarung zwischen dem VDI Verein Deutscher Ingenieur e.V. und der GEFMA German Facility Management Association wird diese Richtlinie als gemeinsame Richtlinie herausgegeben. Dank gebührt daher auch den Mitarbeitern des GEFMA-Ausschusses.

Die Gebäudeautomation (GA) ist ein Werkzeug für das Bedienen, Stellen, Schalten, Steuern, Regeln und Überwachen der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) im Rahmen des Betriebens und erlaubt die Auswertung der Daten. Im Betrieb erhebt und verarbeitet die GA in ihren Funktionen zahlreiche technische Daten, die als digitale, technische Informationen für die Leistungsprozesse des Facility-Managements (FM) und über geeignete Schnittstellen für ein Computer Aided Facility Management (CAFM, siehe auch Abschnitt 9) zur Verfügung gestellt werden können. Einige Hersteller von Gebäudeautomationssystemen bieten bereits integrierte CAFM-Funktionen an. Ebenso sind GA-Funktionen (z.B. die Anzeige von Messwerten in der Raumdarstellung oder Datenauswertungen) in einem CAFM möglich, was eine klare Abgrenzung dieser beiden Systeme schwierig macht. Die Kenntnis über den Betrieb, die Inspektion, Wartung, Instandsetzung und Erneuerung und damit auch Grundkenntnisse über die Planung, Auslegung, Ausführung, Abnahme und die möglichen Schnittstellen der Gebäudeautomation zum CAFM sind für einen Facility-Manager von zentraler Bedeutung.

Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI Notices (www.vdi-richtlinien.de).

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this guideline.

A catalogue of all available parts of this series of guidelines can be accessed on the internet at www.vdi.de/3814.

Introduction

This guideline is based on the draft guideline GEFMA 450. Following an agreement between VDI The Association of German Engineers and the GEFMA German Facility Management Association this guideline is issued as a joint guideline. Thanks, therefore, are also due to the GEFMA committee members.

Building automation (BA) is a tool for operating, adjusting, switching, controlling and monitoring building services (BS) in the context of building operation and allows analysis of the data. During operation, the BA functions record and process a host of technical data which can be made available as digital technical information for the service processes of facility management (FM) and, via suitable interfaces, for computer aided facility management (CAFM, see also Section 9). Some BA system manufacturers already offer integrated CAFM functions. Likewise, BA functions (such as the displaying of measured values in the room visualisation, or data analyses) can be implemented in a CAFM, making it difficult to define the boundaries of these two systems. Knowledge of operation, inspection, maintenance, repair and renewal, and thus also basic knowledge of planning, design, execution, acceptance and potential interfaces between BA and CAFM is crucial for the facility manager.

1 Anwendungsbereich

Im Facility-Management ist die Gebäudeautomation das wichtigste Instrument für das technische Gebäudemanagement (TGM). Mit dieser Richtlinie soll dem Betreiber ein Überblick über die grundsätzlichen Anforderungen, Möglichkeiten und Anwendungsbereiche der GA für das TGM gegeben werden. Die GA umfasst Einrichtungen, Anlagen und Software für die automatische Steuerung und Regelung der Anlagen der TGA. Sie stellt damit den

- prozessorientierten,
- komfortablen sowie
- energie- und kostenoptimierten

Betrieb sicher.

Daten und Informationen, die das Facility-Management oder Gebäudemanagement für Leistungsprozesse und Aufgaben in der Betriebsphase einer Liegenschaft oder eines Gebäudes benötigt, werden durch ein integriertes Planungs-, Steuerungs-, Informations- und Archivierungssystem (CAFM) erfasst, verarbeitet, aufbereitet und archiviert. In einer GA werden viele dieser Daten und Informationen erhoben und verarbeitet und können über entsprechende Schnittstellen den eingesetzten IT-Systemen zur Verfügung gestellt werden.

CAFM ist als Summe der IT-Systeme zu verstehen, die als Werkzeuge im Facility-Management eingesetzt werden. Die tatsächliche Ausprägung eines CAFM-Systems ist abhängig von den individuellen Anforderungen der zugrunde liegenden Organisation sowie den Zielsetzungen, die mit dem System verfolgt werden. Bedingt durch das breite Spektrum an Einsatzbereichen (verschiedene industrielle Branchen, Öffentliche Hand, Liegenschaftsverwaltungen, Krankenhäuser usw.) ergeben sich entsprechend vielfältige Ausprägungsformen von CAFM-Systemen. Bild 1 bietet einen Überblick über die Softwaresysteme, die in ein CAFM-System eingebunden sein können.

Anmerkung: Eine CAFM-Software wird nicht als CAFM-System verstanden. Sie kann Teil eines solchen Systems sein.

2 Normative Verweise / Normative references

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich: /

The following referenced documents are indispensable for the application of this guideline:

DIN 18386:2010-04 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen; Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Gebäudeautomation (German

1 Scope

Within the scope of facility management, building automation is the most important tool for technical building management (TBM). This guideline is intended to provide to the building operator an overview of the fundamental requirements, potentials and fields of application of BA for TBM. BA comprises devices, installations and software for automatic open- and closed-loop control of the BS systems. Thus, it ensures

- process-oriented,
 - comfortable and
 - energy- and cost-optimised
- operation.

Data and items of information required by facility or building management for service processes and tasks during the operation of a property or building are recorded, processed, edited and archived by an integrated planning, control, information and archival system (CAFM). Many of these data and items of information are recorded and processed by a BA system and can be made available to the IT systems in use via suitable interfaces.

CAFM is to be understood as the collective of IT systems used as tools in facility management. The actual specifics of a CAFM system depend on the individual requirements of the underlying organisation and the goals pursued by using the system. Owing to the wide scope of applications (various branches of industry, public authorities, property management, hospitals, etc.) a like variability exists in the specifics of CAFM systems. Figure 1 is an overview of the software systems that can be integrated in a CAFM system.

Note: A CAFM software program is not to be equated with a CAFM system; it may, however, be part of such a system.

construction contract procedures (VOB); Part C: General technical specifications in construction contracts (ATV); Building automation and control systems)

DIN EN ISO 50001:2011-12 Energiemanagementsysteme; Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 50001:2011); Deutsche Fassung EN ISO 50001:2011 (Energy management systems; Requirements with guidance for use (ISO 50001:2011); German version EN ISO 50001:2011)

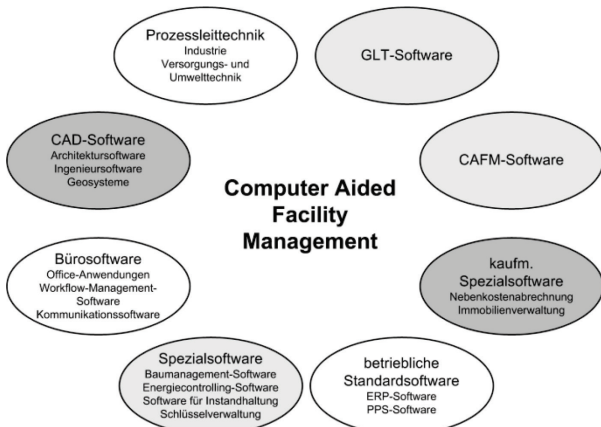


Bild 1. IT-Systeme im Computer Aided Facility Management

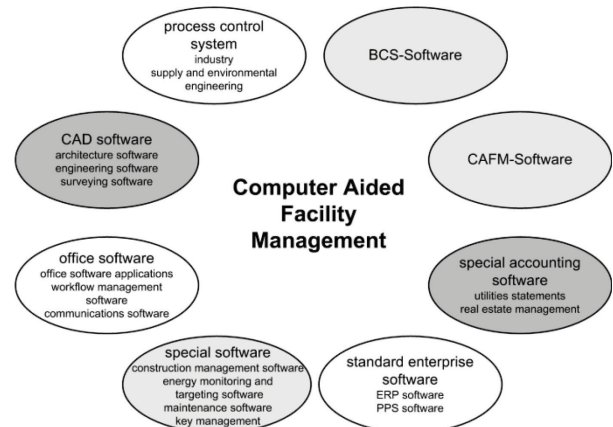


Figure 1. IT systems within computer aided facility management

DIN EN ISO 16484-2:2004-10 Systeme der Gebäudeautomation (GA); Teil 2: Hardware (ISO 16484-2:2004); Deutsche Fassung EN ISO 16484-2:2004 (Building automation and control systems (BACS); Part 2: Hardware (ISO 16484-2:2004); German version EN ISO 16484-2:2004)

DIN EN ISO 16484-3:2005-12 Systeme der Gebäudeautomation (GA); Teil 3: Funktionen (ISO 16484-3:2005); Deutsche Fassung EN ISO 16484-3:2005 (Building automation and control systems (BACS); Part 3: Functions (ISO 16484-3: 2005); German version EN ISO 16484-3:2005)

DIN IEC 60050-351:2009-06 Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch; Teil 351: Leittechnik (IEC 60050-351: 2006) (International Electrotechnical Vocabulary; Part 351: Control technology (IEC 60050-351:2006))

GEFMA 124 Energiemanagement

VDI 3814 Blatt 1:2009-11 Gebäudeautomation (GA); Systemgrundlagen (Building automation and control systems (BACS); System basics

VDI 3814 Blatt 3:2007-06 Gebäudeautomation (GA); Hinweise für das Gebäudemanagement; Planung, Betrieb und Instandhaltung (Building automation and control system (BACS); Advice for technical building management; Planning, operation, and maintenance)

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die Begriffe nach VDI 3814 Blatt 3 und folgenden Begriffe:

Automation

Automatischer Ablauf von Vorgängen (ohne direktes Zutun des Menschen), wie vom Kunden festgelegt.

Datenpunkt

Eingabe- oder Ausgabefunktion, entweder physikalischer (realer) oder kommunikativer oder gemeinsamer (virtueller) Art.

Anmerkung 1: Das Ergebnis einer Verarbeitungsfunktion kann ein (abgeleiteter oder virtueller) Datenpunkt sein. Innerhalb eines GA-Systems kann es Netzwerk-Datenpunkte geben.

Anmerkung 2: Ein Datenpunkt umfasst alle zugeordneten →Informationen, die seine Semantik (Bedeutung) vollständig beschreiben. Die Informationen umfassen den Aktualwert und/oder Zustand und Parameter (Eigenschaften und Attribute), z.B. Signalart und Signalkennlinie, Messbereich, Einheit

3 Terms and definitions

For the purposes of this guideline, the terms and definitions of VDI 3814 Part 3 and the following terms and definitions apply:

Automation

Automatic execution of processes (without direct human intervention), as specified by the customer.

Data point

Input or output function, either of the physical (real) or of the network/shared (virtual) type.

Note 1: The result of a processing function can be a (derived or virtual) data point. Within a BA system, there can be network data points.

Note 2: A data point consists of all assigned →information describing fully the semantics (meaning) of that point. The information includes the actual value and/or state and parameters (properties and attributes), such as signal type and signal characteristic, measuring range, unit, and state texts. In the

und Zustandstexte. Bei Datenkommunikationsobjekten werden diese Informationen „Properties“ genannt.

Anmerkung 3: Ein Datenpunkt wird mittels einer Datenpunktadresse und/oder einer Benutzeradresse identifiziert (mnemonische Bezeichnung).

Feldgerät

Geräte wie Messwert- und Kontaktgeber (Sensoren), Schalt- und Stellgeräte (Aktoren) sowie Ein-/Ausgabemodule für Ein- und Ausgabefunktionen, ebenso die örtlichen Steuer-, Regel- und Überwachungsgeräte, lokale Vorrang-Bedien-/Anzeigeinheiten und direkt wirkende Bedien- und Anzeigeelemente, die in der Feldebene angeordnet sind, sowie dialogorientierte Bedieneinheiten, z. B. →Raumbediengeräte.

Anmerkung: Verdrahtungsprogrammierte Sicherheitsfunktionen können mit der Hardware der Feldebene ausgeführt werden.

Funktion

Spezifische Aufgabe einer Einheit oder ihre typische Wirkung, ausgeführt mittels einer Einrichtung/eines Geräts.

Anmerkung 1: Eine Funktion ist eine Programmeinheit, welche exakt ein Datenelement liefert, das mehrere Werte enthalten kann (z. B. ein Datenfeld oder eine Gliederung). Funktionen können Operanden in einem Programm sein.

Anmerkung 2: In der Gebäudeautomation werden Funktionen auch als Ein-/Ausgabe-, Automations- (beziehungsweise Steuer- und Regelfunktionen), Verarbeitungs-, Optimierungs-, Management- und Bedienfunktionen bezeichnet.

Gebäudeautomation (GA)

Automatische Regelung, Steuerung, Überwachung, Optimierung, Betrieb sowie manuelle Eingriffe und Management durch →Funktionen von Geräten, Stationen, Einheiten und Peripheriegeräten der technischen Gebäudeausrüstung.

Anmerkung: Zur GA gehören nach DIN 276 neben den Automationseinrichtungen die erforderlichen Schaltschränke mit Leistungsteil, die Verkabelung der Geräte in der Feldebene und die zugehörigen Netze für Informationsübertragung, außerdem die Bedieneinrichtungen, die Einrichtungen der Managementebene mit Peripheriegeräten und die Einrichtungen der Raumautomation.

Nicht zur GA gehören die Gewerke „Informationstechnische Anlagen“ mit Gefahrenmeldesystemen (Brand, Einbruch), Systeme zur Zutrittskontrolle und Zeiterfassung, Video-Überwachungsanlagen und Personensuchanlagen. Diese technischen Gebäudesysteme können mit der GA über spezielle Schnittstellen gekoppelt sein.

Gebäudeleittechnik (GLT)

Technisches System mit Stell- und Anzeigeeinheiten zum Leiten der technischen Gebäudeausrüstung gemäß DIN IEC 60050-351 vorwiegend durch menschlichen Eingriff (Leiten, Bedienen und Beobachten).

Anmerkung: Zwischen →Gebäudeautomation (GA) und GLT als integraler Teil der GA wird erst seit der Einführung

case of data communication objects, these items of information are referred to as “properties”.

Note 3: A data point is identified by its point address and/or a user address (mnemonic).

Field device

Devices such as transducers and transmitters (sensors), devices for switching and actuating (actuators) and input/output modules for input and output functions, also the local control and monitoring devices, local override/indication devices and direct-acting controls and indicators at the field level, as well as dialog-based operating units such as →room devices.

Note: Hard-wired safety functions can be implemented using the field-level hardware.

Function

Specific purpose of an entity, or its characteristic action, performed by a device.

Note 1: A function is a program unit that delivers exactly one data element, which can be a multiple value (i. e. an array or a structure). Functions can be operands in a program.

Note 2: In building automation, functions are also referred to as input/output, automation (or control), processing, optimisation, management and operator functions.

Building automation (BA)

Automatic control, monitoring, optimisation, operation as well as human interventions and management through →functions of devices, stations, units and peripherals of the building services.

Note: According to DIN 276, a building automation and control system (BACS) includes the automation equipment plus the required control cabinets and power sections, the wiring of the field devices and the associated networks for information transmission, furthermore the operator facilities, the equipment at the management level including peripherals and the room automation equipment.

The trades of “information technology systems” including hazard alert systems (fire, intrusion), systems for access control and time recording, closed-circuit television and personal-paging systems do not fall within the scope of BA. These building services systems, however, can be linked to the BACS via suitable interfaces.

Building control system (BCS)

Technical system including control and indicating devices for controlling the building services as per DIN IEC 60050-351, mainly by human intervention (control, operation, monitoring).

Note: A distinction between →building automation (BA) and the BCS as an integral part of BA has only been made since

homogener digitaler Komplettsysteme unterschieden. Die GLT wurde im Allgemeinen über einen zentralen Rechner (handelsüblicher PC) mit Tastatur, Bildschirm, Protokoll- und Störmeldedruker realisiert und an zentraler Stelle im Gebäude (Leitwarte, Leitstand oder ähnlich) aufgestellt, während die GA umfassender definiert wird.

Information

Eine Aussage über einen einer Adresse (Punktadresse) zugeordneten Prozesswert oder Zustand.

Beispiel: Befehl EIN, Zustand EIN, Prozess-Messwert (mit Einheit)

Anmerkung 1: Ein Objekt oder eine Funktion im GA-System kann mehrere dedizierte Informationen beinhalten.

Anmerkung 2: Information ist die Kenntnis über ein Objekt, einen Sachverhalt, ein Ereignis, einen Gegenstand, einen Vorgang oder eine Idee, welche im gegebenen Kontext eine besondere Bedeutung hat.

Anmerkung 3: Informationsverarbeitung schließt Datenverarbeitung ein.

Raumbediengerät

Die Mensch-System-Schnittstelle für sich im Raum befindliche Personen zur Beeinflussung der Betriebsarten und Parameter der Anwendung und/oder zur Anzeige der →Funktionen für die Raumautomation.

Reaktionszeit

Zeit, die als Folge eines angeforderten oder einleitenden Ereignisses vergeht, bis eine Aktion begonnen oder ausgeführt wird.

Steuerung

Vorgang, bei dem eine oder mehrere Eingangsgrößen in einem offenen Wirkungsweg die Ausgangsgrößen beeinflussen.

Regelung

Vorgang, bei dem der Ausgabewert in solcher Weise auf einen Prozess einwirkt, dass die Differenz zwischen gemessenem Wert und dem angestrebten Sollwert im Sinne einer Angleichung bis auf den Wert 0 vermindert wird.

Anmerkung: Der Regelalgorithmus (z.B. proportional, integral, differenzial) beschreibt den Zusammenhang von Eingangswert oder -signal und Ausgangswert oder -signal einer Regelfunktion.

Störung

Zustand einer Einheit, gekennzeichnet durch ihre Unfähigkeit, eine geforderte Sollfunktion zu erfüllen. [DIN EN 13306]

the introduction of homogeneous digital complete systems. In general, a BCS was implemented by means of a central computer (standard PC) including keyboard, display screen, printer for event and fault logging, and was installed in a central location within the building (control room, control station or similar), whereas the BA is defined to be more comprehensive.

Information

A statement about the process value or state assigned to an address (point address).

Example: Instruction ON, state ON, measured value of a process (including its unit)

Note 1: One object or one function within a BA system can contain multiple dedicated items of information.

Note 2: Information is knowledge concerning an object, a fact, an event, a thing, a process or an idea, having particular significance in a given context.

Note 3: The processing of information includes the processing of data.

Room device

The human-system interface device for room occupants to influence operation modes and parameters of the application and/or to indicate →functions for room automation.

Response time

Time taken for an action to occur as the result of a requesting or initiating event.

Open-loop control

Mode of action where one or several inputs control the outputs without any influence of feedback from the process.

Closed-loop control

Mode of action where the output acts upon the process in such a way as to reduce the difference between the measured value and the desired set-point to zero.

Note: The control algorithm (i. e. proportional, integral, derivative) describes the relationship between the input value or input signal and the output value or output signal of a control function.

Fault

State of an item characterised by the inability to perform a required function. [DIN EN 13306]

4 Abkürzungen

In dieser Richtlinie werden die nachfolgend aufgeführten Abkürzungen verwendet:

CAFM	Computer Aided Facility Management
FL	Funktionsliste
FM	Facility-Management
GA	Gebäudeautomation
GLT	Gebäudeleittechnik
KPI	Key Performance Indicator (Unternehmenskennzahl)
LV	Leistungsverzeichnis
PI	Performance Indicator (Unternehmenskennzahl)
SLA	Service Level Agreement
SOAP	Simple Object Access Protocol
TGM	technisches Gebäudemanagement
XML	Extensible Markup Language

5 Strukturdarstellung der Gebäudeautomation

Die GA befindet sich in einem stetigen Prozess der Weiterentwicklung und damit verbunden auch in einer stetigen Veränderung. Das generische Modell von Systemen der GA zeigt die aktuellen Begriffe und eine Zuordnung von Systemeinheiten, wie sie derzeit allgemein verwendet werden. Die Systementwicklung tendiert in die Richtung, dass Verarbeitungsfunktionen z.B. in busfähige Sensoren und Aktoren integriert werden, die gemäß der im Bild 2 dargestellten Struktur der Feldebene zugeordnet sind. In diesem Fall werden bereits auf Feldebene Automationsfunktionen wahrgenommen.

6 Einsatz der Gebäudeautomation im technischen Gebäudemanagement

Die GA, insbesondere die GLT-Software als Benutzeroberfläche, bildet die Schnittstelle zwischen Mensch und TGA und unterstützt oder ermöglicht je nach Grad der Automation folgende wesentliche Leistungen des TGM:

- Betreiben inklusive Instandhaltung (Inspektion, Wartung, Instandsetzung, Verbesserung)
- Dokumentieren
- Energiemanagement
- Meldungen und Bericht

4 Abbreviations

This guideline contains the following abbreviations:

CAFM	computer aided facility management
FL	function list
FM	facility management
BA	building automation
BCS	building control system
KPI	key performance indicator
BOQ	bill of quantities
PI	performance indicator
SLA	service level agreement
SOAP	simple object access protocol
TBM	technical building management
XML	extensible markup language

5 Structure of building automation

BA is subject to a continuous process of further development and, thus, also to constant change. The generic model of BA systems shows the current terminology and an allocation of system units as presently customary. System development tends towards integrating processing functions in, e.g., bus-compatible sensors and actuators which, according to the structure shown in Figure 2, are allocated to the field level. In that case, automation functions are performed already at field level.

6 Application of building automation for technical building management

BA, particularly the BCS software as its user interface, is the interface between humans and the building services. Depending on the degree of automation, the following essential TBM services are supported or enabled:

- operating and maintenance (inspection, preventive maintenance, repair, improvement)
- documentation
- energy management
- messages and reports

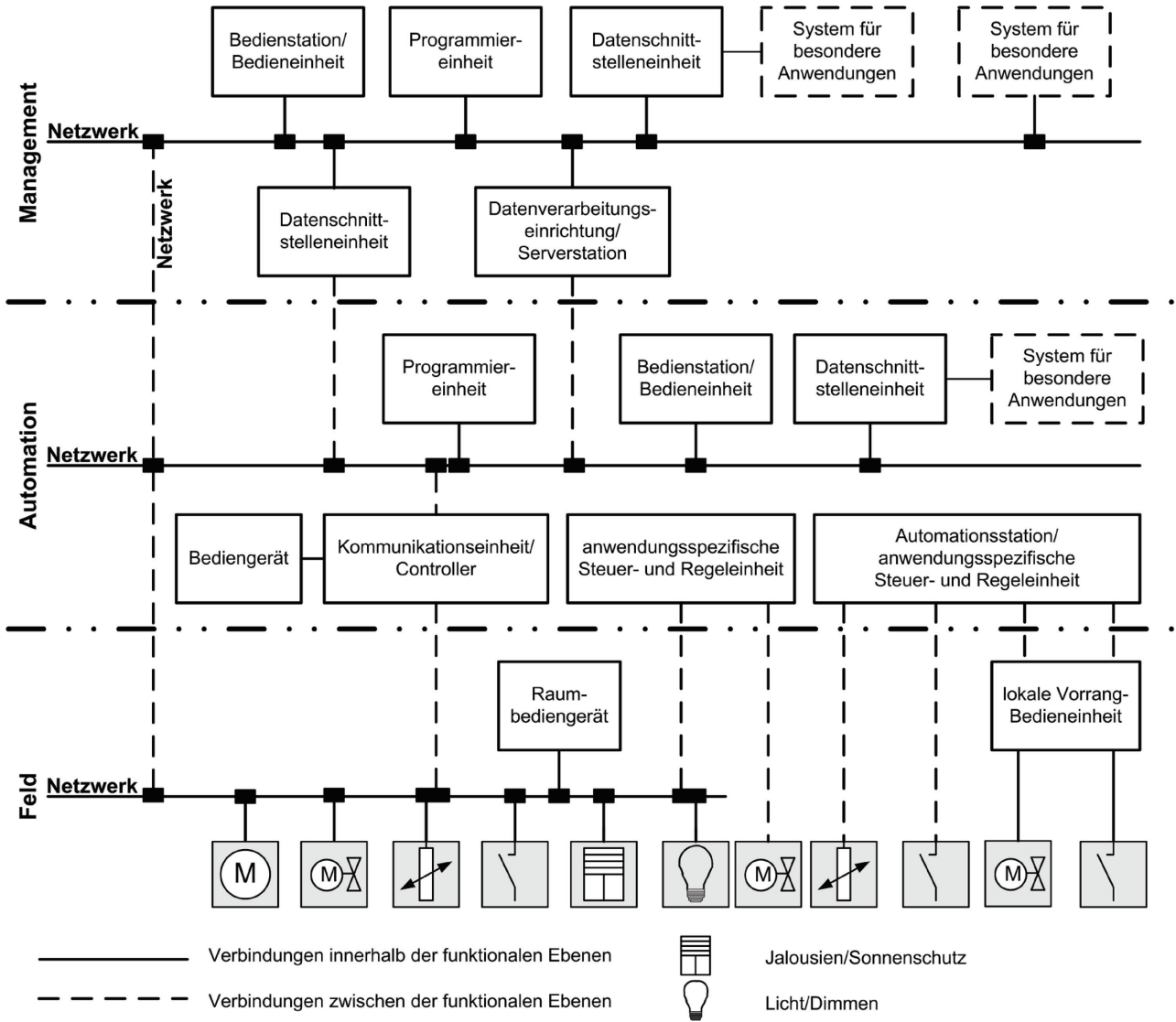


Bild 2. Strukturbild für Hardware und Vernetzung der GA nach DIN EN ISO 16484-2

6.1 Dokumentieren

Mit der GA werden in Abhängigkeit von den implementierten Messgrößen auch Messwerte erfasst und gegebenenfalls archiviert, z. B.

- Parameter wie
 - Druck,
 - Temperatur,
 - Feuchte,
 - Betriebsstunden, oder
- Verbräuche wie
 - Energie (Strom, Wärme, Kälte),
 - Wasser und Abwasser,
 - Prozessmedien.

Diese Werte stehen als Grundlage für Analysen oder für die Protokollierung im Rahmen von Wartungs- und Inspektionstätigkeiten sowie für die Verarbeitung in umgebenden Systemen zur Verfügung.

6.1 Documentation

Depending on the measurands implemented, BA will also allow recording and, possibly, archival of measured values, such as

- parameters, e.g.
 - pressure,
 - temperature,
 - humidity,
 - operating hours, or
- consumptions, e.g.
 - energy (electrical, heating, cooling),
 - water and waste water,
 - process media.

These values are available as the basis for analyses or for reporting in the context of preventive maintenance and inspection activities and for processing in neighbouring systems.

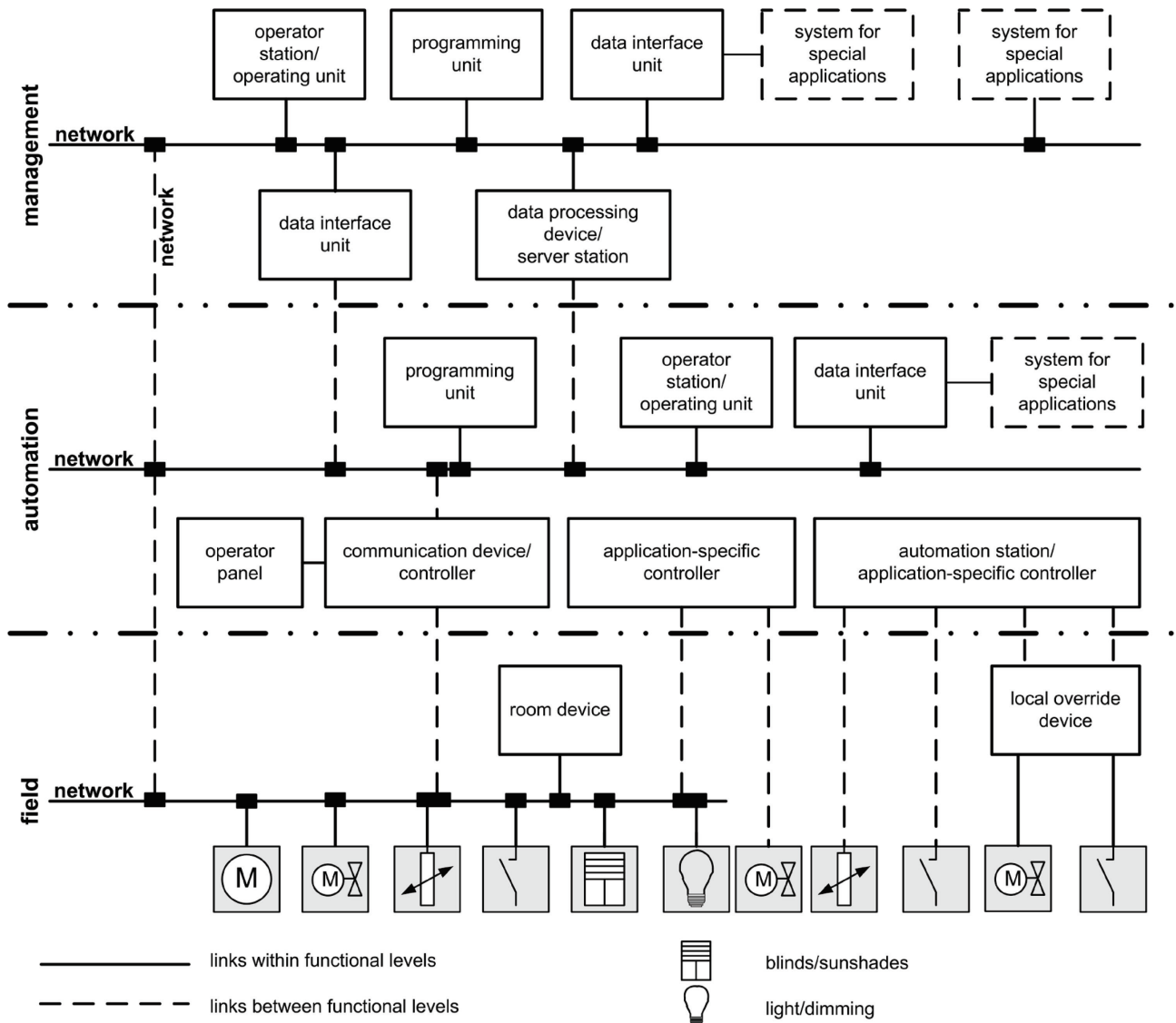


Figure 2. Structure of BA hardware and networks as per DIN EN ISO 16484-2

6.2 Energiemanagement

DIN EN ISO 50001 und GEFMA 124 sind Leitfäden für die Einführung bzw. Durchführung eines Energiemanagements. In der GA abgebildete Funktionen des Energiemanagements sind:

- Lastmanagement
 - Vermeidung von Leistungsspitzen
 - Aufzeichnung und Optimierung von Lastgängen
- Energiecontrolling
 - Verbrauchsdatenerfassung und -aufbereitung
 - Schwachstellenanalyse
 - Erfolgskontrolle und Nachweis der Wirksamkeit von Verbesserungsmaßnahmen

6.3 Meldungen und Berichte

Aus den erfassten Messwerten und Daten generiert die GA Meldungen und Berichte zur Auswertung.

6.2 Energy management

DIN EN ISO 50001 and GEFMA 124 give guidance for the implementation or use of an energy management system. Energy management functions mapped in BA are:

- load management
 - avoidance of power peaks
 - recording and optimisation of load curves
- energy monitoring and targeting
 - recording and editing of consumption data
 - weak-point analysis
 - check of success and verification of efficacy of improvements

6.3 Messages and reports

From the measured values and data recorded, BA generates messages and reports for analysis.

- Meldungsmanagement zur Veranlassung von Maßnahmen, z. B.
 - Betriebsmeldungen
 - Störungsmeldungen
 - Alarmer und Alarmverarbeitung
- Berichtswesen z. B. zum Nachweis der Erbringung von zugesicherten Leistungen (z. B. Anlagenverfügbarkeit im Zusammenhang mit SLA/(K)PI) oder als Entscheidungsgrundlage (z. B. Ersatzinvestition für den Austausch von Anlagen oder Komponenten), wie
 - Verfügbarkeitsberichte
 - Energieberichte

7 Erweiterung oder Errichtung einer betreibergerechten Gebäudeautomation

7.1 Planung und Ausführung

Zur Auslegung und zur Festlegung der Funktionen der GA sollen die Anforderungen für den vorgesehenen Betrieb berücksichtigt werden. Hierzu müssen dem GA-Planer Betriebsanforderungen durch den Betreiber gemacht werden. Dies sollte anhand eines detaillierten Betreiberkonzepts oder durch ein entsprechendes Lastenheft gemacht werden. Damit kann der GA-Planer die daraus resultierenden Auslegungsparameter und Funktionen üblicherweise in seine GA-Funktionsliste nach VDI 3814 bzw. DIN EN ISO 16484-3 aufnehmen.

Hierbei ist es wichtig, dass der Informationsinhalt für einen Eintrag in der Liste bei den Kommunikations-, Bedien- und Managementfunktionen projektspezifisch festgelegt wird. Dies gilt besonders bei den Kommunikationsobjekten nach DIN EN ISO 16484-5 (BACnet), weil hier viele der Properties (Informationen) als „optional“ gekennzeichnet sind. Die Anzahl an einzelnen Informationen je Datenpunkt und die Informationstiefe werden durch die Angabe der zu übertragenden (und darzustellenden) Objekt-Properties in der GA-Funktionsliste bestimmt.

Es gilt grundsätzlich der Wortlaut aus der Definition der GA-Funktionen nach VDI 3814 Blatt 1 bzw. DIN EN ISO 16484-3.

Die wesentlichen Unterlagen einer GA-Planung nach DIN 18386 (VOB/C) sind:

- ein detailliertes Betreiberkonzept mit den erforderlichen Bedien-, Überwachungs- und Dokumentationsanforderungen, Funktionen und Schnittstellen zu umgebenden Systemen sowie Angaben zu den Orten, an denen diese im Objekt verfügbar sein sollen

- message management for initiating measures to be taken, e.g.
 - status messages
 - fault messages
 - alerts and alert processing
- reports, e.g. for demonstrating due performance of services (such as system availability in the context of SLA/(K)PI) or as a basis for decision-making (concerning, e.g., investments for replacements of systems or components) such as
 - availability reports
 - energy reports

7 Extension or implementation of operator-oriented building automation

7.1 Planning and execution

In designing and specifying the BA functions, the requirements arising from the intended operation are to be taken into account. To this end, the operator shall specify to the BA planner the operational requirements, preferably on the basis of a detailed operator's concept or in the form of a user requirements specification. This will usually enable the BA planner to enter the resulting design parameters and functions in his BA function list as specified in VDI 3814 and DIN EN ISO 16484-3.

It is important that the information content of list entries for the communication, operating and management functions be specified for the specific project. This holds in particular for communication objects as per DIN EN ISO 16484-5 (BACnet), because many of the properties (items of information) are labelled as “optional” in this case. The number of individual items of information per data point and the depth of information are determined by specifying the object properties to be transmitted (and mapped) in the BACS function list.

As a matter of principle, the definition of the BA functions shall be verbatim from VDI 3814 Part 1 and DIN EN ISO 16484-3.

In accordance with DIN 18386 (VOB/C), the essential documents for BA planning are:

- detailed operator's concept including the required operating, monitoring and documentation requirements, functions and interfaces with neighbouring systems as well as information on the locations in the object where these are to be available

- Automationsschema je Anlage nach VDI 3814 Blatt 1 bzw. DIN EN ISO 16484
- GA-Funktionsliste (GA-FL) nach VDI 3814 Blatt 1 bzw. DIN EN ISO 16484
- Steuer- und Regel-Beschreibung, in Textbeschreibung und/oder als Zustandsgraph nach VDI 3814 Blatt 6
- LV-Texte nach STL B oder „freie“ Texte

Die vorgenannten Dokumente sind einer Ausschreibung beizufügen.

Natürlich erstellt der GA-Planer weitere Dokumente für die Massenermittlung, z. B.

- Geschoss-Schema mit Informationsschwerpunkten
- Schaltschrankliste
- Adressierungsschema
- Liste der elektrischen Verbraucher
- Sensoren- und Aktorenliste
- Ventil-, Klappen-, Brandschutzklappenliste
- Kabelliste

Aus dem Anlagenautomationsschema werden die Datenpunkte, Verarbeitungs- und Kommunikationsfunktionen für eine vollständige Automation sowie für die Mensch-System-Schnittstelle(n) für Bedienung, Energie- und Wartungsmanagement in einer GA-FL festgelegt.

Für die Auswahl der Software für die Bedien- und Managementeinrichtung der GA werden komplette, abgestimmte Lösungen oft auf der Basis marktüblicher Betriebssysteme und Anwender-Software-Produkte angeboten. Somit sollten die möglichen Anbieter bei der Auswahl mit einbezogen werden. Es sind verbindliche Kommunikationsprotokolle festzulegen, wenn Interoperabilität gefordert ist. Außerdem sollte festgelegt werden, ob das Internet oder andere Formen der Fernaufschaltung verwendet werden sollen.

Die verschiedenen Visualisierungssoftwareprodukte sind im Allgemeinen in der Darstellung und Bedienung vergleichbar, unterscheiden sich aber wesentlich in den Anpassungs-, Veränderungs- oder Erweiterungsmöglichkeiten bzw. dem Aufwand hierfür. Hier ist das für die individuellen Ansprüche geeignete Produkt auszuwählen.

Anmerkung: Die Auswahlmöglichkeiten sind in Abhängigkeit der Systeme oft eingeschränkt, sofern nicht eine genormte Kommunikation mit allen erforderlichen Parametern angeboten wird.

Um eine eindeutige Zuständigkeit und Verantwortung der Beteiligten sicherzustellen, sollten die Phasen der

- automation diagram for each installation as per VDI 3814 Part 1 and DIN EN ISO 16484
- BACS function list (BACS-FL) as per VDI 3814 Part 1 and DIN EN ISO 16484
- description of open- and closed-loop controls in text and/or as state graphs as per VDI 3814 Part 6
- BOQ texts as per STL B or free texts

These documents shall be appended to a tender.

The BA planner will, of course, draft further documents for quantity survey. Examples are:

- floor plans of storeys showing foci of information
- list of control cabinets
- addressing scheme
- list of consumers of electrical energy
- list of sensors and actuators
- list of valves, dampers, fire dampers
- list of cables

Based on the installation automation diagram, the data points, processing and communication functions for comprehensive automation as well as for the human-system interface(s) for operation and for energy and maintenance management are specified in a BACS-FL.

As for the selection of software for the operating and management equipment of BA, complete tailored solutions are often offered on the basis of commercially available operating systems and application software products. The potential suppliers should, therefore, also be considered in the selection. Mandatory communication protocols shall be specified where interoperability is required. Also, it should be specified whether the internet or other types of remote control are to be used.

Generally speaking, the various visualisation software products are similar in terms of representation and operation, but significant differences exist in the extent to which they can be adapted, modified or extended, and in the respective effort required. Select the product that best meets the individual requirements.

Note: Depending on the systems, choice is often limited unless standardised communication containing all required parameters is offered.

In order to ensure clearly defined responsibilities of the persons involved, the stages of

- Errichtung,
- Inbetriebnahme,
- Abnahme und
- Übergabe an und Übernahme durch den Betreiber oder Besteller

zeitlich aufeinanderfolgend ausgeführt und klar getrennt werden. Leider ist dies in der Praxis aufgrund des hohen Termindrucks meist nicht umsetzbar. Umso mehr ist dann darauf zu achten, dass diese Phasen zumindest formal festgelegt sind, strikt eingehalten und möglichst mängelfrei abgeschlossen werden. Diesem Umstand ist bereits in der Ausschreibung entsprechend Rechnung zu tragen, indem der Ablauf und die in diesen Phasen vom Besteller erwarteten Leistungen klar benannt, nach Möglichkeit als Leistungspositionen ausgeschrieben, angeboten und beauftragt werden.

7.2 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme einer GA unterscheidet sich durch ihre gewerkeübergreifende und offene Struktur ganz wesentlich von der Inbetriebnahme von Einzelgewerken (siehe auch VDI 6039). Darüber hinaus beeinflussen äußere Parameter, z.B. die jahreszeitlich verschiedenen klimatischen Bedingungen, ganz wesentlich die Anforderungen an die GA zur Steuerung oder Regelung des Innenraumklimas.

Die Inbetriebnahme der entsprechenden Teilbereiche der GA muss zusammen mit dem jeweiligen Gewerk erfolgen. Diese Vorgehensweise ist entsprechend zu planen und bereits bei der Ausschreibung der Gewerke, der Gebäudeautomation und der Bedieneinrichtung zu berücksichtigen, klar zu definieren und vorzugeben.

Der Errichter (Lieferant) muss bei der Inbetriebnahme alle Sensoren und Aktoren kalibrieren, alle Schaltfunktionen und Steuerungen testen, die Regelparameter und Zeiten einstellen und die Regelkreise in einem Probetrieb mit simulierten Einflussgrößen optimieren.

Bei der Inbetriebnahme sollte unbedingt das Verhalten bei Stromausfall („Black-Building-Test“) getestet werden. Nach Wiederanlauf der Systeme ist die volle Wiederkehr der Funktion aller Regelkreise zu kontrollieren.

Es bietet sich an, bei einer GA einen mehrtätigen Probetrieb zu fahren, um die Systemzuverlässigkeit nachzuweisen. In der Zeit vor der Abnahme wird das GA-System in der Verantwortung des Errichters betrieben.

- installation,
- commissioning,
- acceptance and
- handover to, and takeover by, the operator or orderer

should be performed consecutively, and should be clearly separated. In the majority of practical cases, however, a tight schedule forbids this line of action. It is all the more important, then, to ensure that these stages are specified at least formally, that they are strictly adhered to, and that they are completed with the least possible defects. This shall be taken into account already in the tender documents by clearly identifying the process and the services that the orderer expects to be performed at the respective stages. Preferably, the services should be itemised in the tender, quotation and contract documentation.

7.2 Commissioning

Due to the interdisciplinary and open structure of building automation, its commissioning is fundamentally different from the commissioning of separate trades (see also VDI 6039). Furthermore, external parameters, such as the varying seasonal climatic conditions, have a substantial impact on the BA requirements for controlling the indoor climate.

The commissioning of the corresponding BA sections must be carried out together with the commissioning of the trades in question. This procedure must be planned accordingly; it must be taken into account, clearly defined and specified already in the tender documents for the trades and the building automation and operating equipment; it must be clearly defined and specified.

In the course of commissioning, the installer (supplier) shall calibrate all sensors and actuators, test all switching functions and controls, set the control parameters and times, and optimise the control loops during a trial run with simulated influence quantities.

It is highly recommended that the power failure behaviour be checked during commissioning (“Black Building Test”). Check that all control loops have entirely resumed their functions after the systems have restarted.

A trial run over several days is a suitable means for demonstrating the reliability of the BA system. In the time prior to acceptance, the BA system is operated within the installer’s responsibility.

Weitere Anforderungen sind in den Normen DIN EN ISO 16484-2 und -3 beschrieben.

7.3 Abnahme

Die Abnahme hat eine wichtige juristische Bedeutung im Vertragsrecht und liegt in der Verantwortung des Bestellers (Auftraggebers) und seiner beauftragten Vertreter. Der Betreiber hat bei der Abnahme im Allgemeinen nur eine begleitende oder unterstützende Funktion.

Für die Abnahme der GA gelten folgende Handlungsempfehlungen:

- Die Abnahmen sollten analog zur Inbetriebnahme gewerkeübergreifend erfolgen. Bei Teilabnahmen sollten in jedem Fall die beteiligten Gewerke hinzugezogen werden.
- Um die generelle Funktion grundsätzlich und umfassend zu prüfen, sollten bei der Abnahme zunächst die einzelnen GA-Systemteile und Gewerke nacheinander, anschließend die gesamte GA mit allen Gewerken während des laufenden Betriebs vom Netz getrennt und das Netz anschließend wieder aufgeschaltet werden. („Black-Building-Test“)
- Um sicherzustellen, dass die geforderten Eigenschaften und Qualitäten der GA zur Verfügung stehen, sollte der Abnahme eine umfassende Systemüberprüfung nach einem vollen Betriebsjahr folgen. Dazu müssen die geforderten System- und Umweltparameter über das volle Betriebsjahr erfasst und ausgewertet werden. Nur so kann getestet werden, ob die Sollwerte, unabhängig von den jahreszeitlich verschiedenen äußeren Einflussgrößen, von der GA eingehalten werden. Diese Vorgehensweise muss entsprechend mit ausgeschrieben werden. Es ist sinnvoll, die Zahlungsbedingungen hierzu gesondert zu vereinbaren.
- Nach VOB ist grundsätzlich zur Abnahme vom Lieferanten eine komplette Prüfungsdokumentation für jeden Datenpunkt (1:1-Test) vorzulegen und zu prüfen. Eine vollständige Nachprüfung dieser Dokumentation empfiehlt sich aufgrund des Aufwands nur bei erhöhten Ansprüchen an Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit, sonst reicht eine Stichprobe.

Es empfiehlt sich, bei der Abnahme alle physikalischen und funktionalen Forderungen gemäß LV vorführen zu lassen. Feld- und Funktionsprüfung sowie Probetrieb sollten erfolgreich beendet und dokumentiert worden sein. Alle aktuellen Revisionsunterlagen sollen in Abhängigkeit der Projektkomplexität und des Projektumfangs einige Tage

Further requirements are specified in DIN EN ISO 16484-2 and -3.

7.3 Acceptance

Acceptance is of high legal importance in contract law; it falls within the responsibility of the orderer (customer) and his proxies. In general, the operator attends the acceptance tests only in a consulting or supporting capacity.

The following recommendations are given for the acceptance of the BA:

- Acceptance tests, like commissioning, should be interdisciplinary. In the case of partial acceptance tests, the trades involved should always be called in.
- For a fundamental and comprehensive check of general functioning in the context of acceptance, first each BA system component and trade successively, then the entire BA with all trades, should be disconnected from the mains while in operation, to be reconnected again (“Black Building Test”).
- Acceptance should be followed by a comprehensive system check after one full year of operation to make sure that the required features and qualities of the BA system are available. To this end, the required system and ambient parameters must be recorded and analysed for the entire year of operation. This is the only way to check if the setpoints are maintained by the BA system irrespective of seasonal variations in external influence quantities. It is worthwhile agreeing separate terms of payment for this.
- The German Construction Contract Procedures (VOB) stipulate the principle that, for the acceptance test, the supplier shall provide and check a complete test documentation for each data point (one-to-one test). Considering the effort required, a complete verification of this documentation should be limited to cases of increased reliability and availability requirements. Otherwise, checking at random will suffice.

It is advisable that all physical and functional requirements as stated in the BOQ should be demonstrated during acceptance testing. Field and function checks as well as the trial run should have been completed successfully and documented. Depending on the complexity and scope of the project, all current as-built documents should be

vor der Abnahmeprüfung dem Besteller zur Prüfung vorliegen.

Der 1:1-Test stellt die korrekte Funktion eines physikalischen Datenpunkts vom Sensor oder Aktor bis zum Erfassungs- bzw. Anzeigesystem (numerische Anzeige, Drucker, Bildschirmanzeige usw.) auf den Bedieneinrichtungen der GA sicher.

Die Dokumentation eines Datenpunkts ist eine aufwendige Leistung, da sehr viele Einzelinformationen zusammengestellt und geprüft werden müssen. Beginnend vom Sensor mit seinen Kontakten über die Verkabelung bis hin zu den Modulen und den Adresssystemen sind alle Informationen in ein Übersichtsblatt einzutragen. Für Aktoren gilt dieselbe Vorgehensweise in umgekehrter Reihenfolge. Ist die einwandfreie Funktion aller Datenpunkte für die Abnahme durch einen vollständigen 1:1-Test dokumentiert, lassen sich später auftretende Mängel leichter eindeutig zuordnen. Eine zyklische Wiederholung eines 1:1-Tests, z.B. während der Wartung, ist nur auf der Grundlage der Ergebnisse einer Gefährdungsanalyse gerechtfertigt.

7.4 Übernahme/Einweisung

Der Betreiber muss für die Übernahme umfassend in die Systeme, Funktionsweise und den Betrieb der GA eingewiesen werden und alle relevanten Unterlagen im Zugriff haben. Dazu soll der Errichter der GA oder, bei einem Betreiberwechsel, der bisherige Betreiber über eine vertragliche Verpflichtung das erforderliche Fachpersonal zur Verfügung stellen. Die Einweisung und die Übergabe der Unterlagen sind geeignet zu protokollieren. Es bietet sich an, den Errichter oder den bisherigen Betreiber dazu zu verpflichten, für eine angemessene Übergangszeit bei Bedarf dem aktuellen Betreiber geeignete Hilfestellung zu geben.

Als zweckmäßig erweist es sich, den Betreiber nach Möglichkeit in die Lastenhefterstellung des Bestellers (Formulierung der Betriebsanforderungen durch den Betreiber) und in die Pflichtenhefterstellung des Errichters (Sicherstellung der Betriebsanforderungen durch den Betreiber) zu integrieren. Auf diese Weise kann es gelingen, das vorhandene Betreiber-Know-how von Beginn an in den Errichtungsprozess zu integrieren, sodass die Wahrscheinlichkeit aufwendiger nachträglicher Anpassungen deutlich sinkt.

8 Betreiben der Gebäudeautomation

8.1 Betreiben und Instandhaltung

Die GA (von der Feldebene bis zur Managementebene, siehe Bild 2) unterliegt im Betrieb diversen Umwelteinflüssen, einer gewissen Abnutzung und

supplied to the orderer for checking several days prior to the acceptance test.

The one-to-one test ensures the proper functioning of a physical data point from the sensor or actuator up to the recording or indicating system (digital display, printer, display screen, etc.) on the operator facilities of the BA system.

The documentation of a data point takes considerable effort as it requires compiling and testing a large host of individual items of information. Starting at the sensor and its connections, via the wiring and up to the modules and address systems, all items of information must be entered in an overview sheet. The same process is inverted for actuators. Where the proper functioning of all data points has been documented for acceptance by means of a complete one-to-one test, the clear allocation of defects occurring later is greatly facilitated. A periodic re-run of a one-to-one test, e.g. during preventive maintenance, is only justified when based on the results of a hazard analysis.

7.4 Takeover/instruction

For the takeover, the operator shall be instructed comprehensively about the systems, functioning and operation of building automation, and he shall have all relevant documents at his disposal. To this end, the BA installer or, in the case of a change of operator, the previous operator, shall provide the required specialised personnel following a contractual obligation. The instruction and the handover of documents shall be documented suitably. It makes sense that the installer or previous operator should be bound by contract, for an adequate transition period, to provide assistance to the current operator as and when needed.

It has proven useful, where possible, to involve the operator in drafting the orderer's user requirements specification (specifying the operational requirements by the operator) and the installer's functional specification (ensuring the operational requirements by the operator). The existing know-how of the operator can thus be integrated in the installation process right from the beginning, reducing considerably the likelihood of expensive subsequent modifications.

8 Operating the building automation system

8.1 Operating and maintenance

The BA system (from the field level up to the management level, see Figure 2) is subject to various environmental influences, a certain wear and

Alterung. Darüber hinaus können eine erhöhte Beanspruchung und Beschädigungen ihre Funktionen beeinträchtigen. Zum Erhalt einer dauerhaften und umfänglichen Funktion und Verfügbarkeit müssen daher auch die Bestandteile der GA regelmäßig inspiziert und nach Bedarf instand gesetzt werden.

Beim Beheben von Störungen ist trotz der im Allgemeinen zahlreichen Analysemöglichkeiten zu beachten, dass beim Ausfall eines Systems in einer GA mit „offener Kommunikation“ das fehlerhafte System im Moment der Meldung oft nicht genau zu lokalisieren ist, weil das gesamte System möglicherweise viele Fehlermeldungen ausgibt. Technische Einrichtungen (Monitoringsysteme, Prüfsoftware, Netzwerkzeuge, Visualisierungen, Ausdrucke, Protokolle) müssen vorhanden sein, die den Fehler genau orten können. Darüber hinaus sollte die Möglichkeit gegeben sein, das fehlerhafte System vom Netz zu trennen, ohne das Gesamtsystem betriebsunfähig zu machen. Der fehlerfreie Bereich des GA-Systems kann seinen normalen Dienst verrichten und das Einsatzpersonal kann die Störungsursache beheben, ohne den Betriebsablauf durch neue Meldungen zu stören. Dies kann durch die physikalische Trennung der Verbindung oder einen Softwareschaltbefehl erfolgen. Systeme moderner Art verfügen über die Möglichkeit, entsprechende Softwareschalter in die Visualisierungen der Vernetzung einzubauen.

8.2 Erforderlicher Wartungs- und Serviceumfang

Leistungsumfang und Intervalle der Wartung können individuell nach VDMA 24186 festgelegt werden. Dabei ist die Tabelle der VDMA 24186-4 als anzupassende generelle Liste der Wartungstätigkeiten zu verstehen, wobei nur die zutreffenden Tätigkeiten auszuführen sind.

Rein elektronische Komponenten einer GA im Spannungsbereich bis 48 V sind mit Ausnahme von Batterien, Akkumulatoren oder Leuchtmitteln im Allgemeinen wartungsfrei und sind bei Bedarf auszutauschen. Elektromechanische Komponenten sind bei Bedarf funktionserhaltend zu reinigen oder nach Herstellerangabe zu warten. An Komponenten über 48 V sind gemäß ArbSchG und BetrSichV entsprechend der geforderten Gefährdungsbeurteilung regelmäßig die Prüfungen für ortsfeste und ortsveränderliche elektrische Anlagen und Betriebsmittel nach DIN VDE 701-702 bzw. DIN VDE 705 durchzuführen.

ageing during operation. Furthermore, increased operational demands and damage can impair its functions. Sustaining functioning and availability of the entire system therefore requires periodic inspections and, if necessary, repair of the BA components.

When repairing faults, keep in mind that despite the usual multitude of options for analysis, when a system fails within a BA structure with “open communication”, it is often impossible to identify the precise location of the faulty system at the instant the message is received, as the entire system possibly generates various fault messages. Technical devices (monitoring systems, test software, network tools, visualisations, printouts, logs) must be available for the fault to be located precisely. Also, it should be possible to disconnect the faulty system from the mains supply without incapacitating the overall system. The fault-free section of the BA system can continue to perform as intended while service personnel can eliminate the cause of the fault without disturbing operation through new messages. This can be achieved by means of physical separation of the connection or by a software switch command. Modern systems allow the implementation of software switches in their visualisation of the network.

8.2 Required scope of maintenance and service

The scope and intervals of preventive maintenance can be specified individually in accordance with VDMA 24186. The table of VDMA 24186-4 is to be understood as a customisable general list of maintenance activities of which only the relevant activities have to be carried out.

Purely electronic BA components using voltages up to 48 V, with the exception of batteries, rechargeable batteries and lamps, are maintenance-free and shall be replaced as needed. Electromechanical components shall be cleaned as needed to maintain their functioning, or the manufacturer's maintenance instructions shall be followed. For components using voltages in excess of 48 V, the German Occupational Health and Safety Act (ArbSchG) and the Ordinance on Industrial Safety and Health (BetrSichV) stipulate that the tests for stationary and portable electrical installations and equipment as specified in DIN VDE 701-702 and DIN VDE 705 be carried out periodically, in accordance with the required hazard assessment.

Speziell die Betriebssysteme und Systemsoftware werden von den Herstellern stetig weiterentwickelt und optimiert. Hierzu bieten Errichter und Hersteller besonders auch im Zusammenhang mit einer erweiterten Gewährleistung umfangreiche sogenannte Wartungs- und Serviceverträge an.

In der Praxis entsteht ein Bedarf an Softwarewartung und -pflege nur, wenn nutzungsbedingte Veränderungen oder Erweiterungen vorgenommen werden müssen. Eine regelmäßige Prüfung und Pflege gespeicherter Daten (Sicherung, „Aufräumen“, Garbage Collection) ist erforderlich.

Zur Entscheidung über Art und Umfang der erforderlichen und wirtschaftlich angeratenen Wartungs- und Serviceleistungen und zur Optimierung der Kosten im Sinne des Gebäudemanagements wird folgende Vorgehensweise empfohlen:

- klare Leistungsabgrenzung zwischen Errichtungs- und Betriebsphase durch eindeutige Definition und Zuordnung der Leistungen und Schnittstellen
- Planung und Ausschreibung der GA nach den Betriebs-, Verfügbarkeits- und Nutzeranforderungen auf Grundlage eines fundierten Betreiberkonzepts sowie nach den Qualitätsansprüchen des Bestellers
- Ausschreibung und Beauftragung der Inbetriebnahme-, Abnahme- und Dokumentationsleistungen sowie einer ausreichenden Einregulierungs- und Optimierungsphase als eigenständige Leistungspositionen oder -einheiten
- umfängliche und mängelfreie Ab- und Übernahme der GA nach Komponenten, Systemen, Errichtungsqualität und Funktionen nach Errichtung und Inbetriebnahme
- Die Erfordernis und der Umfang von Software- und Hardware-Serviceverträgen zur Sicherstellung der Systemaktualisierung sind anhand von Nutzungsbedürfnissen, z.B. geplanten Umnutzungen und Erweiterungen, festzulegen. Sind solche Serviceleistungen erforderlich oder angeraten, sind sie von den eigentlichen Wartungs- und Inspektionsleistungen zum Erhalt der Funktionalität und der Verfügbarkeit klar zu trennen und je nach Betreiberkonzept gegebenenfalls getrennt auszuschreiben und zu vergeben.
- Die erforderlichen Wartungs- und Inspektionsleistungen sind unter Berücksichtigung der Qualitäts- und Verfügbarkeitsansprüche von Eigentümer, Nutzer und Betreiber festzulegen. Um den Aufwand und die Kosten zu optimie-

Particularly the operating systems and system software are continuously updated and optimised by the manufacturers. In this regard, installers and manufacturers offer comprehensive, so-called maintenance and service agreements, especially in conjunction with extended warranty.

Under practical conditions, software maintenance and updating will only be required where conditions of use call for modifications or extensions. Periodic checking and updating of stored data (backup, clean-up, “garbage collection”) is required.

For the decision about the type and scope of required and economically advisable maintenance and service features, and for cost optimisation as intended by building management, the following procedure is recommended:

- clear differentiation of services rendered in the stages of installation and operation by unambiguous definition and allocation of services and interfaces
- planning and tendering of the BA system in accordance with the requirements of operation, availability and use, based on a well-founded operator’s concept and in line with the orderer’s quality standards
- tendering and contracting of commissioning, acceptance and documentation services and a sufficient adjustment and optimisation stage as individual service items or units
- comprehensive and defect-free acceptance and takeover of the BA system, separately for components, systems, quality of installation, and functions, distinguishing installation and commissioning
- The need for, and scope of, software and hardware service agreements for ensuring system updates shall be specified based on requirements of use, such as intended changes of use and extensions. Where such services are required or advisable, they shall be clearly distinguished from the actual maintenance and inspection services to sustain functionality and availability and, depending on the operator’s concept, they shall be tendered and contracted separately.
- The required maintenance and inspection services shall be specified taking into account the quality and availability standards of the owner, user and operator. In order to optimise effort and expenses, activities should be bundled in

ren, sollen die Tätigkeiten entsprechend der erforderlichen Qualifikation gebündelt und den wirtschaftlichen Aspekten folgend einzeln oder insgesamt vergeben werden.

- Für eine Optimierung der Instandhaltungskosten sind mit dem Hersteller, unabhängig von einem Herstellerwartungsvertrag, mit der Vergabe der Systeme der Automations- und Bedieneinrichtungen uneingeschränkte Zugriffsrechte auf die Anwendungen, die Verfügbarkeitszeit und adäquate Lieferkonditionen (Preis und Lieferzeit) für die Ersatzteile gesondert vertraglich zu vereinbaren.

8.3 Hinweise zu Wartungs- und Serviceverträgen

Die Lieferanten bieten in der Regel Standardverträge an, die in der Leistungsbeschreibung zur Wartung auf die VDMA 24186 verweisen. Diese lässt die genauen Wartungsinhalte und Intervalle offen. Daher sollten diese detailliert im Wartungsvertrag beschrieben und vereinbart werden. Wichtig ist die Klärung, ob es sich bei den angebotenen Leistungen um

- **notwendige** Leistungen zum Erhalt eines funktionsfähigen Sollzustands oder um
- **zusätzliche** Serviceleistungen (z.B. Updates) handelt.

Folgende Einzelheiten sollten in einem Wartungsvertrag geregelt sein:

- Kosten für weitere Lizenzen und Kosten für Updates von Lizenzen und Betriebssystem
- Formatvorgaben/Regelschemen in CAD
- Festlegungen zur Dokumentation der System- und Anwendungssoftware, Parameter und Sollwerte auf Datenträgern
- Aufwand und Kosten der Erweiterung von Datenpunkten
- Wartungsleistungen und -kosten für den Leit-rechner
- Bauteileliste mit Einbauort, Lieferungs- und Montagekosten
- Organisation der Freischaltung der Datenleitungen, Telefonnummern oder Internetzugang
- Katalog der Entstörmaßnahmen
- Leistungsbeschreibung und Schnittstellen für die Neueinrichtung von physikalischen und virtuellen Datenpunkten
- Beschreibung der Übergabeliste
- jährliche Abrechnung der Einsatzstunden anhand von Regieleistungen, Aufwand usw.

accordance with the required qualification, and should be contracted either separately or as a whole following economic considerations.

- For optimised maintenance costs, when contracting the systems of automation equipment and operator facilities, a separate agreement, independent of any manufacturer's maintenance agreement, shall be made with the manufacturer, stipulating unrestricted access to the applications, the availability time and adequate terms of supply (price and delivery time) for the spare parts.

8.3 Guidance on maintenance and service agreements

As a rule, suppliers offer standard agreements making reference, in their specification of services, to VDMA 24186. This document leaves the precise scope and intervals of maintenance undefined. These details should, therefore, be described and agreed explicitly in the maintenance agreement. It is important to clearly specify whether the services offered are

- **essential** services required to maintain the specified operational state or
- **additional** services (such as updates).

The following details should be specified in a maintenance agreement:

- cost of further licences and cost of updates of licences and operating system
- format requirements/CAD control diagrams
- specifications regarding the documentation of the system and application software, parameters and setpoints on data carriers
- effort and cost of extension of data points
- maintenance services for, and maintenance cost of, host computer
- list of components including site of installation, cost of supply and installation
- organisation of activation of data lines, phone numbers or internet access
- catalogue of fault clearance activities
- specification of services and interfaces for the implementation of new physical and virtual data points
- description of handover list
- annual billing of service hours as incurred, on a time and material basis, etc.

- Dokumenten- und Archivierungsmanagement
- Gewährleistung und Haftung
- Rufbereitschaft und Störmanagement mit Reaktionszeiten
- Schnittstellen zu umgebenden IT-Systemen, z.B. zu übergebende Parameter und Protokolle

Um einen angepassten und optimierten Wartungsvertrag abzuschließen, bedarf es einer detaillierten Analyse der Erfordernisse. Diese sollte mit Unterstützung eines erfahrenen und kompetenten technischen Gebäudemanagers oder Fachplaners erfolgen. Es ist zu entscheiden, ob eine Verbindung zwischen Errichtervertrag und Wartungs- bzw. Servicevertrag wirtschaftlich erforderlich und sinnvoll ist.

9 Verknüpfung der Gebäudeautomation mit CAFM-Software

CAFM-Software ist ein Werkzeug zur Abbildung mittelbarer Prozesse für das technische Anlagenmanagement. Mittelbare Prozesse haben, im Gegensatz zu den durch die GA abgebildeten Prozessen, kaufmännisch-organisatorischen Charakter:

- Dokumentation der Anlagenobjekte mit deren Merkmalen und Spezifikationen (z.B. Heizungsanlage mit dem Anlagenkennzeichen „AK12-04“, Feuerungsmedium „Gas“, Baujahr „2004“ usw.)
- Abbildung der Beziehungen zwischen Anlagen und Anlagenteilen (z.B. Bedienpanel „AK53-04“ des Heizungskessels „AK38-04“ in der Heizungsanlage „AK82-04“)
- Abbildung der Beziehungen zu Räumlichkeiten und Flächen (z.B. Heizungsanlage „AK82-04“ befindet sich im Raum „02-00-23“)
- Abbildung der Beziehungen zu Verantwortlichkeiten (z.B. die Heizungsanlage „AK82-04“ fällt in den Verantwortungsbereich von Mitarbeiter „Max Mustermann“)
- Abbildung, Terminierung, Informationsbereitstellung und Dokumentation von Instandhaltungs- und Abrechnungsprozessen (Workflow-Management)
- Aufbereitung von Entscheidungsgrundlagen (z.B. für Investitionsentscheidungen)

Ein zeit-, kosten- und qualitätsoptimiertes Management der technischen Anlagen erfordert die Verknüpfung der GA mit CAFM-Software. Im Folgenden werden die Ansatzpunkte für die Integration der beiden Informations- und Managementsysteme dargestellt. Die nachstehend dargestellten Ansatzpunkte für die Verknüpfung der GA mit

- document and archival management
- warranty and liability
- on-call service and fault management of malfunctions including response times
- interfaces with neighbouring IT systems, e.g. parameters to be handed over and protocols

A customised and optimised maintenance agreement requires a detailed analysis of needs. This analysis should be supported by an experienced and competent building services manager or technical planner. It must be decided whether it is economically required and reasonable to combine the installer's contract and the maintenance or service agreement.

9 Connecting building automation with CAFM software

CAFM software is a tool for mapping secondary processes for the purposes of building services management. In contrast to the processes mapped into the BA system, secondary processes are of commercial or organisational nature:

- documentation of system objects with their characteristics and specifications (such as the heating system with the system ID “AK12-04”, fuel: “gas”, year of manufacture “2004”, etc.)
- mapping of the relations between systems and system components (such as operator panel “AK53-04” of boiler “AK38-04” in the heating system “AK82-04”)
- mapping of the relations to rooms and areas (such as heating system “AK82-04” is located in room “02-00-23”)
- mapping of relations to responsibilities (such as heating system “AK82-04” falls within the responsibility of employee “John Doe”)
- mapping, scheduling, information supply and documentation of maintenance and billing processes (workflow management)
- preparation of bases for decisions (e.g. for investment decisions)

A building services management optimised in terms of time, cost and quality requires the BA system to be connected with CAFM software. Below, the points of integration of the two information and management systems are shown. Both technological aspects (such as interface design) and fitness for purpose (such as the assignment of

CAFM-Software sind bezüglich des individuellen Anwendungsfalls auf technologische Belange (z.B. Schnittstellenausgestaltung) und Zweckmäßigkeit (z.B. Zuordnung einzelner Funktionalitäten zur GA oder CAFM-Software) zu prüfen. Die besondere Herausforderung der Systemverknüpfungen besteht in der Zusammenführung technischer und kaufmännisch-organisatorischer Perspektiven, die oftmals in verschiedenen Organisationseinheiten (z.B. Abteilungen eines Unternehmens) verankert sind.

Die Abgrenzung der GA zu Produktionsleitsystemen stellt eine weitere Fragestellung dar. Die Belange der Medienumlage und Instandhaltung für Produktionsanlagen können in Abhängigkeit der unternehmensindividuell definierten Zuständigkeitsbereiche durchaus in den Aufgabenbereich des FM fallen. Der Übergang zwischen der reinen GA und der Automation im Produktionsbereich gestaltet sich fließend. Selbst eine vollständige Integration beider Belange auf Automationsebene ist denkbar. Die Ansatzpunkte zur Verknüpfung der GA mit CAFM-Software und die Ausgestaltung der daraus resultierenden FM-Prozesse sind unmittelbar übertragbar auf die FM-Belange von Produktionsanlagen. Vor diesem Hintergrund bedarf es für die nachfolgenden Ausführungen keiner weiterführenden Unterscheidungen.

9.1 Ansatzpunkte für die Verknüpfung der Gebäudeautomation mit CAFM-Software

Die Ansatzpunkte für die Verknüpfung der GA mit CAFM-Software sind in den Bereichen Instandhaltung, Umlage von Medienverbräuchen sowie Analysen und Auswertungen für die Schaffung von Entscheidungsgrundlagen zu suchen.

9.1.1 Unbedingt betriebsrelevante Instandsetzung

Unbedingt betriebsrelevante Instandsetzungen resultieren aus dem Ausfall unbedingt betriebsrelevanter Anlagen oder aus sonstigen Zuständen von technischen Komponenten, die den Betrieb der Kerngeschäftsprozesse unterbrechen, signifikant gefährden oder eine Gefahr für Leib und Leben darstellen. Denkbar wäre der Ausfall des zentralen Kühlaggregats einer Molkerei oder die Feuermeldung der Brandmeldeanlage eines Bürokomplexes. In diesen Fällen wird die Instandsetzung unmittelbar aus der GA heraus initiiert und über vorab definierte Alarmierungswege gezielt und schnell den für die Instandsetzung verantwortlichen Personen und Institutionen zugestellt. Beim Ausfall des Kühlaggregats werden unverzüglich die zuständigen Mitarbeiter der Instandsetzungsabteilung und der 24-h-Wartungsservice informiert. Der Feueralarm geht unmittelbar an die Einsatzleitstelle der

individual functionalities to either BA or CAFM software) must be checked for each point of connection between BA and CAFM software described below, keeping in mind the specific application. The particular challenge of system connections consists in the merging of technical and commercial/organisational perspectives which are often rooted in different organisational units (such as departments of an enterprise).

Determining the boundary between BA and production control systems is a further issue. The matters of cost allocation for utilities and maintenance for production facilities may well fall within the scope of FM depending on the areas of responsibility in the respective enterprise. The transition between mere BA and automation in the field of production is gradual. Even a complete integration of both issues at automation level is conceivable. The points of connection between BA and CAFM software and the designing of the resulting FM processes are immediately transferable to the FM needs of production facilities. Against this background, no further differentiation is required in the information to follow.

9.1 Points of connection between building automation and CAFM software

The points of connection between BA and CAFM software will be found in the fields of maintenance, cost allocation for utilities consumptions and analyses and evaluations as bases for decision-making.

9.1.1 Repairs of unconditional relevance to operation

Repairs of unconditional relevance to operation result from the failure of systems indispensable to operation or from other conditions of technical components which discontinue or significantly jeopardise the operation of core business processes, or present a hazard to life or limb. Conceivable examples would be the failure of the central refrigeration plant in a dairy or a fire alarm issued by the fire alarm system of an office block. In such cases, repair is initiated directly by the BA system; using predefined alarm paths, a prompt, specific request is forwarded to the persons and institutions in charge of repair. In the case of the refrigeration plant failure, the personnel in charge in the repair department and the 24-h maintenance service will be informed without delay. The fire alarm is relayed immediately to the fire brigade's control centre. Possible transmission paths include tele-

Feuerwehr. Mögliche Übertragungswege sind Telefon, SMS, Störmeldedruker, Notfalleitsysteme usw.

CAFM-Software kann unbedingt betriebsrelevante Instandsetzungsprozesse durch die Bereitstellung technischer Dokumentationen unterstützen. Das können zum einen direkt Informationen zu den betreffenden Anlagen und Komponenten (Anlagentyp, Seriennummern usw.), aber auch zu deren organisatorischen Verknüpfungen in die gesamten Rahmenbedingungen (verantwortlicher Mitarbeiter, Räumlichkeiten, Wartungsverträge usw.) sein.

Beispielsweise besteht die Konsequenz des Defekts einer Pumpe im Ausfall eines kritischen Kühlaggregats in einer Molkerei. Dem Betreiberpersonal wird der Defekt der Pumpe direkt aus dem GA-System gemeldet. Der Betreiber hat nun die Möglichkeit, über eine direkte Verknüpfung des Pumpensymbols im Anlagenbild der Benutzeroberfläche der GA die technischen Dokumentationen zur defekten Pumpe in der CAFM-Software einzusehen. Dadurch ist er in der Lage, die unbedingt betriebsrelevante Instandsetzung schnell und gezielt in die Wege zu leiten. Er findet in den Dokumentationen der CAFM-Software unter anderem Informationen über Hersteller, Anlagentyp und Seriennummer des defekten Bauteils, die Kontaktdaten der Servicefirma und den zugehörigen Wartungsvertrag. Er verfügt somit über alle relevanten Informationen, um die Servicefirma unverzüglich zu beauftragen und kann bereits bei der Beauftragung gezielte Informationen für die Instandsetzung mitliefern, sodass die Servicefirma z.B. die auszu-tauschenden Ersatzteile bereits zum Inspektionsbesuch mit vor Ort bringen kann. Im Ergebnis resultieren verkürzte Instandsetzungszeiten und eine höhere Anlagenverfügbarkeit bei geringeren Instandsetzungskosten aufgrund der gezielten Bereitstellung der richtigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt.

Für die Dokumentation des Instandsetzungsprozesses (z.B. Arbeitszeitbudgets, Rechnungen) bietet sich ebenfalls die CAFM-Software an. Lediglich die Initiierung des Instandsetzungsprozesses erfolgt in diesem Beispiel aufgrund der zeitkritischen Rahmenbedingungen direkt aus der GA.

9.1.2 Bedingt betriebsrelevante Instandsetzung

Bedingt betriebsrelevante Instandsetzungen resultieren aus dem Ausfall bedingt betriebsrelevanter Anlagen oder aus sonstigen Zuständen von technischen Komponenten, die den Betrieb der Kerngeschäftsprozesse nicht unmittelbar unterbrechen oder signifikant gefährden sowie keine Gefahr für

phone, text messaging, fault logger, emergency control systems, etc.

CAFM software can support repairs of unconditional relevance to operation by making technical documentation available. On the one hand, this may be information relating directly to the systems and components concerned (type of system, serial numbers, etc.), but also to their organisational relations within the overall framework (personnel responsible, rooms, service agreements, etc.).

For instance, the malfunction of a pump may result in the failure of a critical refrigeration plant in a dairy. The message about the pump malfunction is sent to the operator's personnel directly from the BA system. Via a direct link with the pump icon in the system map on the BA user interface, the operator can then access the technical documentations regarding the defective pump in the CAFM software. He is thus enabled to promptly initiate the specific repair that is unconditionally relevant to operation. In the documentations of the CAFM software he will find, among other things, information on the manufacturer, system type and serial number of the defective component, the contact data of the service company and the associated maintenance agreement. He gets all relevant information required to immediately place an order with the service company and, already when placing the order, he can supply the service company with specifics pertaining to the repair so that, e.g., spare parts to be exchanged can already be brought for the inspection visit on site. By specifically providing the right information at the right time, repair times are shortened and system availability is increased while reducing repair costs.

CAFM software also lends itself to the documentation of the repair process (e.g. working-hour budgets, billing). In this example, due to the critical time frame, merely the initiation of the repair process is effected directly by the BA system.

9.1.2 Repairs of conditional relevance to operation

Repairs of conditional relevance to operation result from the failure of systems whose relevance to operation is conditional, or from other conditions of technical components which do not immediately discontinue or significantly jeopardise the operation of core business processes, and do not present

Leib und Leben darstellen. In diesem Fall kann der Workflow für den Instandsetzungsprozess komplett in der CAFM-Software abgebildet werden. In der GA werden die zeitlich nicht kritischen Meldungen nach deren Auftreten direkt oder durch technisches Betreiberpersonal präqualifiziert an die CAFM-Software übermittelt, bevor sie dort die entsprechenden Instandsetzungsprozesse auslösen.

Beispiele sind der Ausfall von Rasenbewässerungsanlagen oder unkritische Störungen in Teilbereichen größerer Beleuchtungs-, Beschattungs- oder Druckluftanlagen.

Die Verknüpfung der GA mit der CAFM-Software ermöglicht die strukturierte Abbildung, Terminierung und Informationsbereitstellung für die Instandsetzungsprozesse sowie deren vollständige Dokumentation.

Für diese Art von Prozessen besteht keine Anforderung auf unmittelbare Reaktion durch Servicepersonal. Die Meldungen werden nach der Übergabe aus der GA in der Regel in der CAFM-Software qualifiziert und zur Abarbeitung zugewiesen. 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.

9.1.3 Vorbeugende Instandhaltung

Ziel der vorbeugenden (geplanten) Instandhaltung ist es, Ausfälle von Anlagen, Maschinen, Gebäuden usw. von vorne herein zu vermeiden und nicht wie bei der ausfallbedingten Instandsetzung im Nachhinein zu beheben. In diesem Sinne werden systematisch präventive Maßnahmen getroffen. Die Vorteile der vorbeugenden Instandhaltungsstrategie begründen sich in der daraus resultierenden hohen Zuverlässigkeit und Sicherheit des Anlagenbetriebs, höheren Anlagenlebensdauern sowie in einer verbesserten Planbarkeit der mit der Instandhaltung in Zusammenhang stehenden Arbeitsprozesse.

Das Auslösen vorbeugender Instandhaltungsmaßnahmen kann an unterschiedliche Kriterien gebunden sein. Die Bindung an feste Zeitintervalle impliziert, dass eine Wartungsmaßnahme in fixen zeitlichen Zyklen vorgenommen wird. Beispielsweise wird ein bestimmtes Ventil einer Druckluftanlage in einem Krankenhaus in regelmäßigen Zeitabständen von 90 Tagen ausgetauscht. Derartige Prozesse können, unabhängig von der GA, voll-

a hazard to life or limb. In such cases, the repair workflow can be mapped completely in the CAFM software. Messages received which are not time-critical are prequalified in the BA system either directly or by the operator's technical personnel, to be handed over to the CAFM software where they will trigger the associated repair processes.

Examples would be the failure of garden watering systems or uncritical malfunctions in subsections of extended lighting, shading or compressed-air systems.

The connection between BA and the CAFM software allows for structured mapping, scheduling and information supply for repair processes, and their complete documentation.

For this type of processes there is no call for immediate response by service personnel. Following handover from the BA system, the messages are usually qualified in the CAFM software, then to be assigned for processing. This procedure affords detailed, high-quality planning of fault repair (thanks to a wider time frame). Detailed categorisation and documentation of the actions by the CAFM software combined with the use of the reporting modules in the CAFM software allow detailed analyses and evaluations regarding the repair processes.

9.1.3 Preventive maintenance

Preventive (scheduled) maintenance aims to proactively avoid failures of systems, machinery, buildings, etc., rather than repairing failures after they have occurred. To this end, preventive actions are taken on a systematic basis. A preventive maintenance strategy is advantageous because of the resulting high operational reliability and safety, longer system lives and greater ease of scheduling of the work processes associated with maintenance.

Preventive maintenance measures can be triggered based on various criteria. Fixed time intervals imply that a maintenance activity is carried out in fixed cycles. For instance, a particular valve in the compressed-air system of a hospital is replaced at 90-day intervals. Such processes can be defined and mapped completely in the CAFM software, without relying on the BA system. Considerably more effective results can be achieved through a

ständig in der CAFM-Software definiert und abgebildet werden. Weitaus effektivere Ergebnisse lassen sich durch eine engere Kopplung der vorbeugenden Instandhaltung an die technischen Prozesse erzielen, indem das Auslösen der Maßnahmen von Betriebsstundenintervallen oder Grenzwertunter- oder -überschreitungen abhängig gemacht wird. Auch in diesem Zusammenhang lassen sich die Wartungszyklen in der CAFM-Software definieren und die Instandhaltungsprozesse abbilden. Entscheidend für das Auslösen der definierten Wartungsmaßnahmen in der CAFM-Software ist jedoch die Anbindung an die GA, da die GA über die Betriebsstunden der Anlagen und die notwendigen Sensoren für die zu erfassenden Verschleiß-, Temperatur-, Drucktatbestände usw. verfügt.

9.1.4 Umlage von Medienverbräuchen

Sowohl in der Wohnungswirtschaft als auch in der Industrie stellt die Umlage von Medienverbräuchen kritische Prozesse dar. Die Heizkostenverordnung, aber auch Mieter, Profitcenter, Kostenstellen usw. formulieren höchste Anforderungen im Sinne transparenter und verursachungsgerechter Verbrauchsumlagen. Die pauschale Erfassung in Form von Gemeinkosten und Zuordnung mittels Umlageschlüsseln genügt diesen Anforderungen nicht. Lösen lassen sich die Aufgabenstellungen durch die Verknüpfung der GA mit CAFM-Software.

Die individuellen Verbräuche verschiedenartiger Medien, wie Wasser, Strom, Gas, Wärmemengen usw. werden in der GA über Zähler automatisiert erfasst (siehe auch VDI 2077) und archiviert. In der CAFM-Software lassen sich die Zusammenhänge zwischen Verbrauchspunkten (Medienentnahme) und Verbrauchern (Mieter, Profitcenter, Kostenstellen oder Ähnliche) abbilden. Für die verursachungsgerechte Umlage der Medienverbräuche ist folglich die Verknüpfung zwischen den Zählerobjekten aus der GA und den Verbrauchspunkten in der CAFM-Software erforderlich. Ist die Verknüpfung realisiert, besteht aus der CAFM-Software heraus Zugriff auf die Verbrauchsdatenarchive der GA und es lassen sich Verbrauchsumlagen bezogen auf beliebige Zeiträume in der Vergangenheit vornehmen. Mit entsprechender Einbindung der Reportmodule der CAFM-Software können vollständige Nebenkostenabrechnungen und Kostenumlagen automatisiert generiert werden.

Neben hoher Transparenz und Genauigkeit der Umlageprozesse resultieren Zeit- und Kostensparnisse. Zeitraubendes und fehlerträchtiges ma-

closer coupling of preventive maintenance to the technical processes, by initiating measures based on operating hours or excursions above or below limits. Also in this context, maintenance cycles can be defined, and maintenance processes mapped, in the CAFM software. However, the initiation of the maintenance measures defined in the CAFM software is determined by the connection to the BA system, as the information on the operating hours of the systems and the sensors required for recording wear, temperature, pressure, etc. fall within the scope of the BA system.

9.1.4 Cost allocation for utilities consumptions

In residential as well as industrial premises, the cost allocation for utilities consumptions is a critical process. The Heating Cost Allocation Ordinance, but also tenants, profit centres, cost centres, etc., specify strict requirements in terms of transparent allocation of consumptions according to the costs-by-cause principle. These requirements are not satisfied by the recording of lump-sum overheads and the application of cost allocation formulas. The problems can be solved by connecting the BA system with CAFM software.

Individual consumptions of various utilities such as water, electrical energy, gas, heat, etc., are automatically recorded by meters within the BA system (see also VDI 2077), and are archived. The relations between points of use (withdrawal of utilities) and consumers (tenants, profit centres, cost centres, etc.) can be mapped in the CAFM software. Consequently, for utilities consumptions to be allocated according to the costs-by-cause principle, the meter objects within the BA system and the points of use in the CAFM software need to be connected. If the connection is implemented, the CAFM software can access the consumption data archives of the BA system and consumptions can be allocated for arbitrary periods in the past. Where the reporting modules of the CAFM software are integrated in a suitable manner, complete utilities statements and cost allocations can be generated automatically.

In addition to high transparency and accuracy of the allocation processes, time and expenses are saved. Time-consuming and error-prone manual

uelles Ablesen sowie händisches Einpflegen von Zählerdaten in die CAFM-Software entfallen.

9.1.5 Analysen und Auswertungen

Die über die Reportfunktionalitäten der CAFM-Software generierbaren Analysen und Auswertungen erfahren durch den Zugriff auf Informationen aus dem technischen Betriebsgeschehen in der GA eine maßgebliche Aufwertung sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht.

Neben den geschilderten Möglichkeiten zur Erstellung von Verbrauchsabrechnungen lassen sich umfangreiche Erkenntnisse über den Betrieb der technischen Anlagen hinsichtlich kaufmännischer Belange gewinnen. Die Erkenntnisse können in verschiedenartige Entscheidungsfindungsprozesse einfließen und bilden die Grundlage für die strategische Optimierung der Betriebsprozesse.

Beispielsweise fließen in die Entscheidungsgrundlagen für Erweiterungs- und Ersatzinvestitionen bezüglich technischer Anlagen sowohl Informationen aus der CAFM-Software als auch aus der GA ein. In der CAFM-Software ist der Ressourcenbedarf (Personal, Ersatzteile usw.) für die Instandhaltung bestehender Anlagentypen (möglicherweise von verschiedenen Herstellern) dokumentiert. Die GA verfügt über die Betriebsdaten der bestehenden Anlagen (Medienverbräuche, Verfügbarkeiten). Die Zusammenführung der Informationen erlaubt umfangreiche Schwachstellenanalysen bezüglich der bestehenden Anlagen. Ausfall- und Störungstatistiken sowie Instandhaltungskosten aus der Vergangenheit geben Input für aussagekräftige Wirtschaftlichkeitsanalysen und lassen Qualitätsurteile bezüglich verschiedener Hersteller und Lieferanten beim Abschluss von Wartungs- und Serviceverträgen zu.

9.2 Zuordnung von Funktionalitäten

Bezüglich der dargestellten Ansatzpunkte zur Verknüpfung der GA mit CAFM-Software lassen sich die Funktionalitäten des technischen FM oftmals wahlweise in der GA oder in der CAFM-Software abbilden. In den praktischen Anwendungsfällen gestaltet sich der Übergangsbereich fließend. In Abhängigkeit von bestehenden Informationssystemen und den darin bereits abgebildeten Funktionalitäten, der Zusammensetzung der Projektgruppen sowie der umgebenden FM- und Kerngeschäftsprozesse werden Funktionen situationspezifisch eher in der GA oder in der CAFM-Software positioniert.

Funktionalitäten in Zusammenhang mit Kostenrechnung und Controlling sowie Investitionsentscheidungen sind schwerpunktmäßig im Bereich der CAFM-Software angesiedelt. Funktionalitäten

meter reading and manual input of meter data into the CAFM software are eliminated.

9.1.5 Analyses and evaluations

With the access to technical operation information in the BA system, the analyses and evaluations that can be generated using the reporting functions of the CAFM software become considerably more valuable in terms of quality as well as quantity.

In addition to the options described above for consumption billing, extensive knowledge concerning commercial aspects can be obtained about the operation of building services. This knowledge can be taken into account in various decision-making processes and forms the basis for strategic optimisation of operational processes.

For instance, information from both the CAFM software and the BA system is incorporated in the bases for investment decisions such as extensions or replacements of building services. The demand for resources (labour, spare parts, etc.) required for the maintenance of existing system types (possibly of varying make) is documented in the CAFM software. The operational data of the existing systems (utilities consumptions, availabilities) are available in the BA system. Merging all items of information allows thorough weak-point analyses of the existing systems. Failure and fault statistics and previous maintenance costs provide input data for meaningful profitability analyses and enable comparative quality assessment of various manufacturers and suppliers when negotiating maintenance and service agreements.

9.2 Allocation of functionalities

With regard to the options for connecting BA and CAFM software as described above, the functionalities of technical FM can often be integrated either in the BA system or in the CAFM software. In practical applications, the transition is gradual. Depending on existing information systems and the functionalities already integrated therein, the composition of project groups, and the neighbouring FM and core business processes, functions are allocated to either the BA system or the CAFM software, whichever is more convenient in a specific situation.

Functionalities relating to costing and managerial accounting as well as investment decisions are clustered in CAFM software. Functionalities relating to maintenance are more indifferent in terms of

im Instandhaltungsbereich weisen ein höheres Maß an Indifferenz bezüglich der Zuordnung zur GA oder zur CAFM-Software auf. Typischerweise in der GA vorzufinden sind bestimmte Funktionalitäten des Energiemanagements (z.B. Lastmanagement mit der zugehörigen Anlagenoptimierung), wobei zur Analyse von Optimierungspotenzialen im Rahmen des Energiecontrollings wiederum auf Dokumentationen und Reportfunktionalitäten der CAFM-Software zurückgegriffen wird.

9.3 Schnittstellengestaltung

Im Zuge der Integration von der GA und CAFM-Software werden Schnittstellen zwischen den Systemen erforderlich. Die Lösungsansätze für die Ausprägung der Schnittstellen zum Datentransfer variieren projektspezifisch sehr stark (z.B. aufgrund von unternehmenspolitischen Vorgaben, technologischen Gegebenheiten, Komplexitätsaspekten usw.). Realisiert werden die Schnittstellen unabhängig von deren Ausprägungen für gewöhnlich zwischen der Gebäudeleittechnik-Software als Teil der GA und der CAFM-Software.

Folgende Schnittstellenkonzepte sind grundsätzlich möglich:

- intermediäre Datenbank:
Datentransfer über eine zwischengeschaltete, von den beteiligten Systemen unabhängige Datenbank
- Systemaufruf ohne Datentransfer
- direkter wechselseitiger Lese- und Schreibzugriff der beteiligten Systeme
- Datentransfer über Webservices
- Übergabe von Dateien

9.3.1 Intermediäre Datenbank

Die GA legt erfasste Daten (z.B. Medienverbräuche, Betriebs- und Anlagendaten) nach definierten Vorgaben in einer externen Datenbank ab und die CAFM-Software kopiert diese anschließend in das eigene Datenbanksystem. Der beabsichtigte Effekt besteht in der strikten Trennung zwischen GA und CAFM-Software. Zu beachten gilt die dadurch bedingte, redundante Datenhaltung (Gefahr der Informationsdifferenz, höherer Ressourcenbedarf bei den Speichermedien usw.). Zur Anwendung kommt die intermediäre Datenbank insbesondere bei zeitlich unkritischen Prozessen, wie der Übergabe von Medienverbräuchen zur Umlage und Abrechnung in der CAFM-Software.

9.3.2 Systemaufruf ohne Datentransfer

Aus der GA erfolgt der direkte Aufruf von Zieladressen in der CAFM-Software. Dabei werden in der Benutzeroberfläche der GA Sprungpunkte an

their allocation to either BA or CAFM software. Certain energy management functionalities (such as load management including the associated system optimisation) are typically found in the BA system, while documentations and reporting functionalities of the CAFM software are again used where optimisation potentials are to be analysed in the context of energy monitoring and targeting.

9.3 Interface design

Interfaces between the systems become necessary when integrating BA and CAFM software. The approaches for designing the interfaces for data transfer vary widely depending on the specific project in question (owing to, e.g., business policies, technological conditions, aspects of complexity, etc.). Regardless of their design, interfaces are usually implemented between the software of the building control system as part of BA and the CAFM software.

The following interface concepts are basically possible:

- intermediary database:
data transfer via intermediary database independent of the systems involved
- system call without data transfer
- immediate alternating write and read access by the systems involved
- data transfer using web services
- file handover

9.3.1 Intermediary database

The BA system saves recorded data (such as utilities consumptions, operational and system data) to an external database, taking into account specified requirements; the CAFM software then copies the data into its own database system. The intended effect is a strict separation between BA and CAFM software. Mind the ensuing redundant data storage (risk of differing information, increased demand for resources in terms of storage media, etc.). An intermediary database is used particularly where processes are not time-critical, as is the case with the handover of utilities consumptions for the purpose of cost allocation and billing.

9.3.2 System call without data transfer

The BA system issues a direct call to target addresses in the CAFM software. In the BA user interface, jump addresses are defined on graphical

Grafikelementen, Meldungen oder Baumpositionen definiert, über die der Bediener per Mausclick die Zieladressen in der CAFM-Software (z.B. CAD-Pläne, Wartungsverträge, technische Dokumentationen) aufruft. Die CAFM-Software öffnet ihre Benutzeroberfläche im Bereich der Zieladresse und gewährt Zugriff auf die hinterlegten Informationen. Im Rahmen des Systemaufrufs erfolgt kein Datentransfer zwischen den Systemen. Zweckmäßig ist diese Art der Systemintegration im Rahmen der akuten Störungsbehebung. Der Benutzer der GA hat im Störfall gezielten Zugriff auf Informationen, die zur Behebung der Störung erforderlich sind (Seriennummern und Leistungsdaten von Bauteilen, Ansprechpartner beim Kundendienst usw.).

9.3.3 Direkter wechselseitiger Lese- und Schreibzugriff

Zwischen der GA und der CAFM-Software erfolgt ein direkter, ereignisgesteuerter Datenaustausch auf Dienstebene. Die beiden Systeme tauschen gemäß festgelegter Regeln automatisch Daten und Informationen aus. Es besteht keine Möglichkeit seitens der Benutzer, die Interaktionen zwischen den Systemen unmittelbar zu beeinflussen. Der direkte wechselseitige Lese- und Schreibzugriff kann z.B. Verwendung finden, wenn über die GA erfasste Störmeldungen an die CAFM-Software übergeben werden, um die Störungen in den dort abgebildeten Instandsetzungsprozessen operativ zu beheben und zu dokumentieren. Erfolgreich abgeschlossene Instandsetzungsprozesse werden automatisch von der CAFM-Software an die GA zurückgemeldet.

9.3.4 Datentransfer über Webservices

Die CAFM-Software stellt über definierte Webservices (XML/SOAP) Datenanfragen an die GA. Gängig sind Abfragen bezüglich des Medienverbrauchs. In der CAFM-Software definiert der Benutzer über einen Abfragedialog die gewünschten Zähler und Verbrauchszeiträume. Die GA ermittelt die Verbräuche und übermittelt diese – ebenfalls über Webservices (XML/SOAP) – an die anfragende CAFM-Software. Der Vorteil der Schnittstellenlösung über Webservices gegenüber der intermediären Datenbank ist die Möglichkeit der gezielten Datenabfrage aus den Datenbanken der GA und damit die Vermeidung redundanter Datenhaltung in einer zusätzlichen Datenbank.

9.3.5 Übergabe von Dateien

Aus der GA heraus erfolgen (zyklisch oder ereignisorientiert) automatische oder manuelle Dateixports. In den Dateien (z.B. txt, csv, pdf oder xml) befinden sich gemäß einer definierten Vorgabe abgelegte Werte, Meldungen oder Grafiken. Der

elements, messages or tree positions, allowing the user to call the target addresses in the CAFM software (such as CAD drawings, maintenance agreements, technical documentation) by mouse clicking. The CAFM software opens its user interface at the target address and grants access to the information stored there. No data are transferred between the systems in the context of the system call. This type of system integration is useful for urgent fault repair. In the event of fault, the BA user has dedicated access to the information required for repairing the fault (serial numbers and performance data of components, contact at the service company, etc.).

9.3.3 Immediate alternating write and read access

An immediate, event-triggered data exchange between BA and CAFM software takes place at the service level. The two systems exchange data and information automatically in accordance with specified rules. Users have no means of direct intervention in the interactions between the systems. The immediate alternating write and read access can be used, e.g., where fault messages recorded in the BA system are handed over to the CAFM software for active fault repair and documentation in the repair processes mapped there. Repair processes which have been completed successfully are automatically reported back from the CAFM software to the BA system.

9.3.4 Data transfer using web services

The CAFM software queries data from the BA system using defined web services (XML/SOAP). Utilities consumption queries are common. The user specifies the respective meters and periods of consumption via a query dialog in the CAFM software. The BA system determines the consumptions and transmits them, also using web services (XML/SOAP), to the CAFM software making the query. The advantage of interfacing via web services over the intermediary database lies in the fact that targeted data queries can be made to the BA databases, avoiding redundant data storage in an additional database.

9.3.5 File handover

Automatic or manual file exports from the BA system are performed (either periodically or event-triggered). The files (e.g., txt, csv, pdf or xml) contain values, messages or graphs stored in accordance with specified requirements. Files are

Dateitransfer erfolgt über definierte Pfade mit Ordnerangaben zur Ablage der Dateien. Alternativ können die Dateien per E-Mail als Anhang versendet werden oder die Inhalte direkt in der E-Mail enthalten sein. Die CAFM-Software greift auf die abgelegten Dateien und deren Inhalte zu. Anwendung findet diese Art des Datentransfers zum Beispiel beim Versand monatlich generierter Verbrauchsreports einer GA.

transferred through defined paths including folder specifications for file storage. Alternatively, files can be sent as e-mail attachments, or the contents can be included in the e-mail body. The CAFM software accesses the stored files and their contents. This type of data transfer is used, e.g., for monthly consumption reports issued by the BA system.

Schrifttum / Bibliography

Gesetze, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften / Acts, ordinances, administrative regulations

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – **ArbSchG**) vom 7. August 1996 (BGBl I, 1996, Nr. 43, S. 1246–1253)

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung – **BetrSichV**) vom 27. September 2002 (BGBl I, 2002, Nr. 70, S. 3777–3816)

Technische Regeln / Technical rules

DIN 276-1:2008-12 Kosten im Bauwesen; Teil 1: Hochbau (Building costs; Part 1: Building construction). Berlin: Beuth Verlag

DIN 18386:2010-04 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen; Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Gebäudeautomation (German construction contract procedures (VOB)); Part C: General technical specifications in construction contracts (ATV); Building automation and control systems). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN 13306:2010-12 Instandhaltung; Begriffe der Instandhaltung; Dreisprachige Fassung EN 13306:2010 (Maintenance; Maintenance terminology; Trilingual version EN 13306: 2010). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 16484-1:2011-03 Systeme der Gebäudeautomation (GA); Teil 1: Projektplanung und -ausführung (ISO 16484-1:2010); Deutsche Fassung EN ISO 16484-1: 2010 (Building automation and control systems (BACS); Part 1: Project specification and implementation (ISO 16484-1:2010); German version EN ISO 16484-1:2010). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 16484-2:2004-10 Systeme der Gebäudeautomation (GA); Teil 2: Hardware (ISO 16484-2:2004); Deutsche Fassung EN ISO 16484-2:2004 (Building automation and control systems (BACS); Part 2: Hardware (ISO 16484-2: 2004); German version EN ISO 16484-2:2004). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 16484-3:2005-12 Systeme der Gebäudeautomation (GA); Teil 3: Funktionen (ISO 16484-3:2005); Deutsche Fassung EN ISO 16484-3:2005 (Building automation and control systems (BACS); Part 3: Functions (ISO 16484-3: 2005); German version EN ISO 16484-3:2005). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 16484-5:2011-03 Systeme der Gebäudeautomation; Teil 5: Datenkommunikationsprotokoll (ISO 16484-5: 2010); Englische Fassung EN ISO 16484-5:2010, nur auf CD-ROM (Building automation and control systems; Part 5: Data communication protocol (ISO 16484-5:2010); English version EN ISO 16484-5:2010, only on CD-ROM). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 16484-6:2009-11 Systeme der Gebäudeautomation; Teil 6: Datenübertragungsprotokoll; Konformitätsprüfung (ISO 16484-6:2009); Englische Fassung EN ISO 16484-6:2009, nur auf CD-ROM (Building automation and control systems (BACS); Part 6: Data communication conformance testing (ISO 16484-6:2009); English version EN ISO 16484-6:2009, only on CD-ROM). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 50001:2011-12 Energiemanagementsysteme; Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 50001: 2011); Deutsche Fassung EN ISO 50001:2011 Energy man-

agement systems; Requirements with guidance for use (ISO 50001:2011); German version EN ISO 50001:2011). Berlin: Beuth Verlag

DIN IEC 60050-351:2009-06 Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch; Teil 351: Leittechnik (IEC 60050-351:2006) (International Electrotechnical Vocabulary; Part 351: Control technology (IEC 60050-351:2006)). Berlin: Beuth Verlag

DIN VDE 0701-0702*VDE 0701-0702:2008-06 Prüfung nach Instandsetzung, Änderung elektrischer Geräte; Wiederholungsprüfung elektrischer Geräte; Allgemeine Anforderungen für die elektrische Sicherheit (Inspection after repair, modification of electrical appliances; Periodic inspection on electrical appliances; General requirements for electrical safety). Berlin: Beuth Verlag

GEFMA 124 Energiemanagement. www.gefma.de

PAS 1067 GAEB DA XML:2006 GAEB-Datenaustausch XML (GAEB DA XML); Organisation des Austausches von Informationen über die Durchführung von Baumaßnahmen (Organization of the information exchange regarding the execution of construction work). Berlin: Beuth Verlag

VDI 1000:2010-06 VDI-Richtlinienarbeit; Grundsätze und Anleitungen (VDI Guideline Work; Principles and procedures). Berlin: Beuth Verlag

VDI 2077 Verbrauchskostenabrechnung für die Technische Gebäudeausrüstung (Energy consumption accounting for the building services). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3814 Blatt 1:2009-11 Gebäudeautomation (GA); Systemgrundlagen (Building automation and control systems (BACS); System basics). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3814 Blatt 2:2009-07 Gebäudeautomation (GA); Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln (Building Automation and Control Systems (BACS); Legislation, technical rules). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3814 Blatt 3:2007-06 Gebäudeautomation (GA); Hinweise für das Gebäudemanagement; Planung, Betrieb und Instandhaltung (Building automation and control system (BACS); Advices for technical building management; Planning, operation, and maintenance). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3814 Blatt 5:2010-03 Gebäudeautomation (GA); Hinweise zur Systemintegration (Building automation and control system (BACS); Advices for system integration). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3814 Blatt 6:2008-07 Gebäudeautomation (GA); Grafische Darstellung von Steuerungsaufgaben (Building automation and control systems (BACS); Graphical description of logic control tasks). Berlin: Beuth Verlag

VDI 3814 Blatt 7:2012-05 Gebäudeautomation (GA); Gestaltung von Benutzeroberflächen (Building automation and control systems (BACS); Design of user interfaces). Berlin: Beuth Verlag

VDI 6039:2011-06 Facility-Management; Inbetriebnahme-Management für Gebäude; Methoden und Vorgehensweisen für gebäudetechnische Anlagen (Facility management; Managing of building commissioning; Methods and procedures for building-services installations). Berlin: Beuth Verlag

VDMA 24186-4:2002-09 Leistungsprogramm für die Wartung von technischen Anlagen und Ausrüstungen in Gebäuden; Teil 4: MSR-Einrichtungen und Gebäudeautomationssysteme (Program of services for the maintenance of technical systems and equipment in buildings; Part 4: Measurement and control equipment and building automation and control systems). Berlin: Beuth Verlag