

HIS
Hochschul-
Informations-
System
GmbH

**Hochschul-
planung 129**

**Ralf-Dieter Person
Ralf Tegtmeyer**

Gebäudeautomation in Hochschulen

Planung, Organisation und Betrieb

HIS GmbH Hannover 1998

HIS

Hochschulplanung · Band 129

Herausgegeben von der
HIS Hochschul-Informations-System GmbH

Ralf-Dieter Person
Ralf Tegtmeyer

Gebäudeautomation in Hochschulen

Planung, Organisation und Betrieb

HIS GmbH
Hannover 1998

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Person, Ralf-Dieter:

Gebäudeautomation in Hochschulen : Planung, Organisation und
Betrieb / Ralf-Dieter Person; Ralf Tegtmeyer. HIS GmbH. –

Hannover : HIS, 1998

(Hochschulplanung ; Bd. 129)

ISBN 3-930447-18-5

© 1998 by HIS GmbH, Gosseriede 9, 30159 Hannover

Printed in the Federal Republic of Germany

Druck: poppdruck, Langenhagen

ISBN 3-930447-18-5

Vorwort

In den Jahren 1987 und 1989 sind von HIS Hochschulplanungen zum Thema Gebäudeautomation erschienen. Der Band 65 hatte die Ergebnisse von Untersuchungen zum Einsatz „Zentraler Gebäudeleittechnik“ in Hochschulkliniken zum Inhalt, der Band 73 enthielt Hinweise zur Planung und zum Betrieb von „Zentraler Gebäudeleittechnik“.

Seit dem Erscheinen dieser Hochschulplanungen sind von HIS eine Reihe von Vor-Ort-Projekten, die sich mit dem praktischen Einsatz von Gebäudeautomations-Systemen befaßten, durchgeführt worden. Zwischen 1991 und 1995 sind dabei Konzepte für die Universität Hohenheim, die Universität Bremen, die Universität Tübingen, das Klinikum der Universität Erlangen-Nürnberg und das Universitäts-Krankenhaus Hamburg-Eppendorf entstanden. Für HIS lag es nahe, die durch die intensive Beschäftigung mit dem Thema gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Unterstützt wurde diese Absicht durch ein nachhaltig bekundetes Interesse von Hochschulen und Bauverwaltung. Auch die große Resonanz der Hochschulen auf eine 1997 durchgeführte HIS-Befragung zum Einsatz von Gebäudeautomation an Universitäten, Hochschulkliniken und Fachhochschulen bestätigt den Bedarf. Der Stellenwert, den das Thema an den Hochschulen einnimmt und das Interesse an Fragestellungen zur Gebäudeautomation wurde durch die vielen Anregungen, Hinweise und Wünsche deutlich, die geäußert wurden. Derzeit sind mehr als die Hälfte der in unserer Befragung antwortenden Hochschulen im Begriff, eine Erweiterung ihrer bestehenden Gebäudeleittechnik vorzunehmen oder planen, erstmals eine Gebäudeleittechnik zu installieren.

Die vorliegende HIS-Hochschulplanung richtet sich vornehmlich an einen Personenkreis, der sich mit dem Neubau, der Erweiterung oder der Sanierung von Gebäudeautomation befaßt. Sie ist als Hilfsmittel für die Planung und den Betrieb gedacht und soll dazu dienen, Entscheidungen vorzubereiten und zu begründen. Angesichts der schnellen technischen Entwicklung ist es nicht möglich, sämtliche Neuentwicklungen darzustellen oder zu bewerten. HIS ist jedoch gern bereit, auf Anfrage detailliertere Informationen zur Verfügung zu stellen oder spezielle Fragen zu beantworten. Stellungnahmen, Kommentare und Anregungen zur vorliegenden Hochschulplanung sind erwünscht.

An der Untersuchung haben sich eine Reihe von Personen aus Hochschulen und Länderbauverwaltungen durch hilfreiche Vorschläge, Beratung und Diskussion beteiligt. Besonderer Dank für die Unterstützung gilt an dieser Stelle Herrn Dr. Menkhauß und Herrn Sandkaulen, Medizinische Einrichtungen der Universität Düsseldorf; Herrn Brandstädter, Universität Göttingen; Herrn Ruta und Herrn Wehmeyer, Universität-Gesamthochschule Kassel; Herrn Göthe und Herrn Mohr, Universität Magdeburg; Herrn Blome, Universität Osnabrück; Herrn Kitzmüller, Universität Regensburg; Herrn Krokowski, OFD Rostock; Herrn Dettinger und Herrn Jahn, Universität Tübingen und Herrn Frey, Staatliches Vermögens- und Hochbauamt Ulm.

Dr. J. Ederleh
Geschäftsführer HIS GmbH

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Entwicklung der Gebäudeautomation	1
1.2	Stand der Gebäudeautomation in Hochschulen – Ergebnisse der HIS-Befragung	4
2	Aufgaben und Grundlagen der Gebäudeautomation	9
2.1	Aufgaben der Gebäudeautomation	9
2.2	Technische Grundlagen	10
2.2.1	Begriffe der MSR-Technik	10
2.2.2	Digitale Signalverarbeitung	12
2.2.3	Spezielle Regelungssysteme	14
2.2.3.1	Adaptive Regelung	14
2.2.3.2	Kaskadenregelung	14
2.2.3.3	Fuzzy-Logik	15
3	Einbindung der Gebäudeautomation in ein Gebäudemanagement	17
3.1	Aufgaben der Gebäudeautomation im Rahmen eines Gebäudemanagements	17
3.2	Gebäudeautomation als Bestandteil eines Gebäudeinformations-Systems	19
4	Technische Merkmale von Gebäudeautomations-Systemen	23
4.1	Aufbau von Gebäudeautomations-Systemen	23
4.1.1	Die Feldebene	24
4.1.2	Die Automationsebene	24
4.1.3	Leitebene	29
4.1.4	(Übergeordnete) Managementebene	30
4.1.5	Spezielle Anwendungen von Leit- und Überwachungssystemen	31
4.1.5.1	Gefahrenmeldeanlagen	31
4.1.5.2	Netzeleitsysteme für Mittelspannungs-Schaltanlagen	32
4.1.5.3	Überwachungssysteme für Förderanlagen	33
4.1.5.4	Prozeßleitsysteme	33
4.2	Kommunikationstechnik in der Gebäudeautomation	33
4.2.1	Struktur von Datennetzen	34
4.2.2	Zugriffsverfahren	35
4.2.3	Aufbau von Datennetzen	36
4.2.4	Darstellung von Kommunikationssystemen	38

4.3	Offene Kommunikation und Offene Systeme	40
4.3.1	Offene Kommunikation	40
4.3.2	Kommunikationsprotokolle in der Gebäudeautomation	42
4.3.2.1	BACnet	42
4.3.2.2	EIB	44
4.3.2.3	FACN	46
4.3.2.4	FND	47
4.3.2.5	LONWORKS	50
4.3.2.6	PROFIBUS	52
4.3.2.7	Weitere Bus-Systeme	54
4.3.3	Einzellösungen	59
4.3.3.1	Direkte Systemkopplung	59
4.3.3.2	Sonderlösungen zur Problematik heterogener Systeme	61
4.3.4	Offene Systeme	62
4.4	Systembedienung	63
4.4.1	Bedienoberflächen	63
4.4.2	Reaktionszeit und Prozeßabbild	64
4.4.3	Bedienung vor Ort	64
4.4.4	Hand- und Notbedienebene	65
4.5	Infrastruktur für die Gebäudeautomation	66
4.5.1	Stromversorgung	66
4.5.2	Verkabelung	66
4.5.3	Raumbedarf	66
5	Konzeption und Planung von Gebäudeautomations-Systemen	69
5.1	Vorüberlegungen für Konzeption und Planung einer Gebäudeautomation	69
5.1.1	Bedarf für eine Gebäudeautomation	69
5.1.2	Standortliche Rahmenbedingungen für die Gebäudeautomation	70
5.2	Gesamtkonzept für eine Gebäudeautomation	70
5.2.1	Allgemeine Anforderungen	70
5.2.2	Elemente des Konzeptes	71
5.2.2.1	Anforderungen an GA-Komponenten	71
5.2.2.2	Installationsumfang von Gebäudeleitsystemen	72
5.2.2.3	Aufschaltung der Gebäudeleittechnik	73
5.2.2.4	Aufschaltung einzelner Gewerke	74
5.2.3	Auswahl geeigneter Gebäudeautomations-Systeme	77
5.2.3.1	Hardware	77
5.2.3.2	Software	80
5.3	Ausführungsplanung einer Gebäudeautomation	81
5.3.1	Inhalte des Planungsprozesses	81
5.3.2	Besonderheiten bei heterogenen Systemen	84
5.3.3	Planungshilfsmittel	85
5.4	Wirtschaftlichkeitsüberlegungen	86
5.4.1	Betrachtungen zum Nutzen von Gebäudeautomation	87
5.4.2	Grundlagen zur Investitionsrechnung	90
5.4.3	Kostenermittlung	92
5.4.4	Einfluß der Datenpunktanzahl auf Kosten und Nutzen einer Gebäudeautomation	93

6	Organisation und Betrieb von Gebäudeautomations-Systemen in Hochschulen . .	95
6.1	Einbindung der Gebäudeautomation in die Organisation Technischer Abteilungen .	95
6.1.1	Die Aufbauorganisation	95
6.1.2	Aufgaben von Betriebsbüro, Leitwarte und MSR-Technik	100
6.2	Personalausstattung	100
6.2.1	Personalqualifikation	101
6.2.2	Schulung der Mitarbeiter	102
6.2.3	Personalbedarf	102
6.2.4	Fremdpersonal	103
6.3	Anforderungen an die Sachausstattung	103
6.4	Instandhaltung von Gebäudeautomations-Systemen	103
6.5	Installation und Betrieb durch Dritte (Contracting)	104
7	Ausblick	105

Literaturverzeichnis

Sachregister

Anhang

Abkürzungsverzeichnis

(k)Ω	(Kilo) Ohm	IGM	Infrastrukturelles Gebäudemanagement
AMEV	Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen	IPX	Internet Package Exchange
ANSI	American National Standards Institute	ISP	Inter Operable Systems Project
BACnet	Building Automation and Control Network	ISA	Instrument Society of America
BHKW	Blockheizkraftwerk	KGM	Kaufmännisches Gebäudemanagement
BTA	Betriebstechnische Anlagen	kW	Kilo-Watt
CAD	Computer Aided Design	LAN	Local Area Network
CAE	Computer Aided Engineering	LON	Local Operating Network
CEN	Comité Européen de Normalisation	LWL	Lichtwellenleiter
CENELEC	... Electrotechnique	mA	Milli-Ampère
CSMA	Carrier Sense Multiple Access	Mbit	Mega-Bit
CSMA/CA	.../Collision Avoidance	MS (-Excel)	Microsoft (Excel)
CSMA/CD	.../Collision Detection	MSR(-Technik)	Meß-, Steuer- und Regelungs(-Technik)
DBMS	Datenbankmanagement-system	OE	Organisationseinheit/en
DDC	Direct Digital Control	OLE	Object Linking and Embedding
DDE	Dynamic Data Exchange	OSF	Open Software Foundation
DIN	Deutsches Institut für Normung	OSI	Open Systems Interconnection
(E)DV	(elektronische) Datenverarbeitung	PID-Regler	Proportional-, Integral- oder Differential-Regler
EHS	Electronic Home System	RLT	Raumlufttechnik
EIB	Europäischer Installationsbus	SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
EVU	Energieversorgungsunternehmen	SQL	Structured Query Language
FACN	Facilities Automation Communications Network	SSA	Standard-Schnittstellenadapter
FDDI	Fiber Distributed Data Interchange	TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
FH	Fachhochschule/n	TGM	Technisches Gebäudemanagement
FM	Facility Management	U	Universität/en
FND	Firmenneutrales Datenübertragungssystem	USV	Unterbrecherfreie Stromversorgung
GA	Gebäudeautomation	(m,k)V	(Milli-, Kilo-) Volt
GLT	Gebäudeleittechnik	VDI	Verein Deutscher Ingenieure
GM	Gebäudemanagement	VdS	Verband der Sachversicherer
HNF	Hauptnutzfläche	VVS	Variabler Volumenstrom
HS	Hochschule/n	ZLT	Zentrale Leittechnik
IEC	International Electro-technical Commission	ZVEI	Zentralverband der Deutschen Elektroindustrie
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers		

Abbildungsverzeichnis

1:	Ausstattung mit GLT-Systemen	4
2:	Installierte Systeme bei vorhandener Gebäudeleittechnik	5
3:	Anteil der an eine GLT angeschlossenen Betriebstechnischen Anlagen	6
4:	Besetzung der Leitzentrale	7
5:	Offene Steuerung und geschlossener Regelkreis	11
6:	PID-Regler mit Darstellung der idealisierten Einzelkennlinien	11
7:	Darstellung einer Funktion 2. Ordnung in der digitalen Signalverarbeitung	13
8:	Schematischer Aufbau eines DDC-Controllers	14
9:	EDV- und Gebäudeautomations-System im Gebäudemanagement	20
10:	Schematischer Aufbau eines Gebäudeautomations-Systems mit übergeordneter Managementebene	23
11:	Verbindung von Feld- und Automationsebene gemäß VDI 3814	25
12:	Beispiel für einen Lastgang	28
13:	Aufbau eines Datenbankmanagementsystems (DBMS)	31
14:	Netztopologien	34
15:	Möglicher Aufbau eines Datennetzes	36
16:	Komponenten zur Verbindung unterschiedlicher Teilnetze und Segmente	37
17:	OSI-Referenzmodell	38
18:	In der Automatisierungstechnik gebräuchliche Kommunikationsprotokolle	42
19:	Zusammenschaltung unterschiedlicher, nicht-kompatibler GLT-Systeme	60
20:	Möglicher Aufbau eines LAN-basierten GLT-Systems	80
21:	Beispiel für den möglichen Aufbau einer Nutzeradresse	82
22:	Nutzen einer GLT	90
23:	Kosten und Einsparungen in Abhängigkeit von der Ausstattung mit Datenpunkten ...	94
24:	Gewerkeweise Gliederung einer kleineren Technischen Abteilung	96
25:	Gewerkeweise Gliederung einer größeren Technischen Abteilung	97
26:	Funktionale Aufteilung einer Technischen Abteilung einer Hochschule mit Klinikum ..	98
27:	Regionale Gliederung einer großen Technischen Abteilung	99

1 Einführung

Bereits seit einer Reihe von Jahren stößt das Thema Gebäudeautomation auf großes Interesse. Die Gebäudeautomation hat sich dabei nicht nur als ein geeignetes Instrument zur Steuerung, Regelung und Überwachung Betriebstechnischer Anlagen erwiesen, sondern auch als Chance, vorhandene Ressourcen wirtschaftlicher zu nutzen und die Betriebskosten zu senken.

Es ist naheliegend, daß insbesondere Gebäude mit einem umfangreichen Anlagenbestand und hochtechnisierten Einrichtungen für den Einsatz von Gebäudeautomation in Frage kommen. Dazu zählen vor allem die Hochschulkliniken; aber auch für den übrigen Hochschulbereich mit seinem komplexen Gebäudebestand und seinen vielfältigen Nutzungen ist der Einsatz von Gebäudeautomations-Systemen überlegenswert.

HIS hat sich seit Mitte der 80er Jahre mit dem Einsatz von „Zentraler Leittechnik“ im Hochschulbereich befaßt und zwei Publikationen zu diesem Thema veröffentlicht^{1,2}. Im vergangenen Jahrzehnt wurden von HIS außerdem für mehrere Hochschulen bzw. Hochschulkliniken ortsbezogene Planungsstudien erarbeitet, in denen es um die Entwicklung von Konzepten zum Ausbau von Gebäudeleittechnik unter Berücksichtigung vorhandener Strukturen ging.

Die Vor-Ort-Projekte bildeten eine wichtige Grundlage für die Erarbeitung dieser Planungshilfe. Die dort gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse sind dabei in die Hinweise und Empfehlungen eingeflossen. Neben Hilfestellung bei der Planung und Einführung von Gebäudeautomations-Systemen werden Hinweise zu Organisation und Betrieb gegeben. Dem Leser soll ein Überblick über Vorteile und Probleme, die beim Einsatz von Gebäudeautomation entstehen können, vermittelt werden. Außerdem werden technische Begriffe und Hintergründe soweit erläutert, wie es für das Grundverständnis erforderlich ist.

Die Veröffentlichung richtet sich vorwiegend an den Personenkreis aus Hochschulen und Bauverwaltung, der sich mit der Planung und dem Betrieb von Gebäudeautomation befaßt. Aus diesem Grund sind viele Fragen aus der Sicht dieser Adressaten als Auftraggeber bzw. Anwender behandelt worden. Sachverhalte, die in großer Detailtiefe und sinnvollerweise von Fachplanern zu behandeln wären, werden daher nicht berücksichtigt.

1.1 Entwicklung der Gebäudeautomation

Die Ausstattung von größeren Gebäuden mit Betriebstechnischen Anlagen (BTA), z. B. Heizungs- und Klimatechnik, war schon immer verbunden mit Meß-, Steuerungs-, Überwachungs- und Regelungsaufgaben. Die Überwachung der technischen Anlagen erfolgte im wesentlichen dezentral vor Ort, ebenso wie die Durchführung von Eingriffen in den Betriebsablauf. Beispielsweise ließen sich durch den Einsatz von Zeitschaltuhren bestimmte Betriebsabläufe programmieren, wobei die Einstellung der Schaltzeiten für jede Anlage getrennt vor Ort vorgenommen werden mußte.

Vorläufer heutiger Gebäudeleittechnik-Systeme (GLT-Systeme) gab es bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts³. Aber erst mit der Verbreitung von Halbleiterbauelementen ab etwa 1960 fanden GLT-Systeme (früher als Zentrale Leittechnik – ZLT bezeichnet) größere Verbreitung. Bis zum Ende der 70er Jahre zeichneten sich solche Systeme durch eine zentrale Struktur aus:

¹ Zentrale Gebäudeleittechnik in Hochschulkliniken. Untersuchung zum ZLT-G-Einsatz [Kahle, van Dijk, 1987].

² Zentrale Gebäudeleittechnik. Hinweise zu Planung und Betrieb von ZLT-Systemen einschließlich DDC. [Kahle, van Dijk, 1989].

³ Im Jahre 1910 wurde im Reichstag in Berlin eine „Fernthermometeranlage“ der Firma Siemens mit einer „Leitzentrale“ zur Fernüberwachung von 60 Meßstellen installiert [Kranz, 1997].

Eine Zentraleinheit enthielt einen Computer, der die Durchführung einer Reihe von Funktionen zur Überwachung und Beeinflussung von Anlagen ermöglichte. Die Funktionen beschränkten sich im wesentlichen auf die Erfassung von Meßwerten und die Auslösung von Schaltvorgängen (Fernschalten). Es war außerdem bereits möglich, Vorgänge zu speichern, um die Daten zu einem späteren Zeitpunkt auszuwerten sowie DV-Programme auszuführen, die z. B. zeit- oder ereignisabhängige Schaltungen durchführen konnten. Jeder Fühler und jedes Stellglied war, soweit Informationen zur Zentrale geliefert werden sollten, über eine Leitung mit dem Leitreechner verbunden. Die Regelung der Anlagen fand vor Ort – mit analoger Regelungstechnik – statt. Regelungstechnische Aufgaben wurden durch elektronische bzw. elektromechanische Schaltungen oder durch pneumatische Einrichtungen, die in der Nähe der Anlagen in Schalt-schränken eingebaut waren, ausgeführt.

Zu dieser Zeit gab es eine klare Trennung zwischen dem Leitreechner und der Meß-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR-Technik) in den Anlagen vor Ort. Deutlich wird dies in den einschlägigen Technischen Regeln (VDI 3814), die diese Trennung schaltungstechnisch in Form einer Klemmleiste mit potentialfreien Kontakten definiert.

Die Datenübertragung erfolgte in Form analoger Signale (Spannung, Strom) über vieladrige Kabel. Genormte Strom- oder Spannungspegel (0...20 mA, 4...20 mA, 0...10 V) sorgten dafür, daß Geräte unterschiedlicher Hersteller angeschlossen werden konnten. In einfachen Systemen war sogar eine 1:1 Verdrahtung zwischen den Betriebstechnischen Anlagen und dem Leitreechner vorgesehen. Der Verkabelungsaufwand war entsprechend hoch. Eventuell vorhandene Unterstationen hatten praktisch nur die Funktion der Signalverteilung. Komplexere Systeme verwendeten ein Leitungsmultiplexsystem zur Datenpunktanwahl (Matrix) und Informationsübertragung (binäre Signale, analoge Meßwerte, analoge Stellwerte) unter Beibehaltung einer physikalischen Punkt-zu-Punkt Verbindung. Anstelle der n-Leitungen bei der 1:1 Verdrahtung traten nun $2 \cdot \log_2 n$ Adressleitungen zur Anwahl plus einige wenige Leitungen für die (analoge) Übertragung von Meßwerten und binären Signalen. Die Übertragung zwischen ZLT-Unterstation und Betriebstechnischen Anlagen erfolgte weiterhin direkt (1:1) potentialfrei in Form von binären Signalen oder Meßwerten.

Die Entwicklung der konventionellen oder auch klassischen ZLT endete mit einer Datenübertragung zwischen Leitzentrale und ZLT-Unterstation in Form eines reinen Zeitmultiplexverfahrens (bitserielle Übertragung) mit Adressanwahl und codierter digitaler Übertragung der Signale (binäre und analoge Meßwerte). Damit war die Verwendung von Zwei- oder Vierdraht-Verbindungen möglich, so daß sich der Aufwand für die Verdrahtung erheblich reduzierte. Die Übertragung zwischen ZLT-Unterstation und Betriebstechnischen Anlagen erfolgte nach wie vor über die potentialfreie Klemmleiste.

Mit der Verbreitung der Mikroprozessoren veränderte sich Anfang der 80er Jahre auch die Gebäudeleittechnik. DDC-(Direct Digital Control) Controller erlaubten die Verlagerung von Funktionen, die bisher vom Leitreechner ausgeführt wurden, auf die Unterstationen⁴. Die Kommunikation zwischen Leitreechner und DDC-Unterstation erfolgte nun mit Hilfe von Kommunikationsschnittstellen durch serielle Datenübertragung auf Zwei- oder Vierdrahtleitungen. Die DDC-Controller arbeiteten bereits zu dieser Zeit als eigenständige Rechner, d. h. sie konnten Programme selbständig ausführen, ohne daß dazu eine Kommunikation mit dem (zentralen) Leitreechner erforderlich war. Folgerichtig wurde daher der Ausdruck Zentrale Leittechnik durch den Begriff Gebäudeleittechnik⁵ abgelöst. Gebäudeleittechnik beinhaltet als Teil der Gebäudeautomation die Aufgaben des Bedienens und Beobachtens von Betriebstechnischen Anlagen.

⁴ Üblich sind heute auch Begriffe wie Automationsstation oder Informationsschwerpunkt.

⁵ Zunächst wurde die Bezeichnung ZLT-G (Zentrale Leittechnik für Betriebstechnische Anlagen in Gebäuden) verwendet.

Grundlegend neu war auch der Einzug der digitalen Signalverarbeitung in die Regelungstechnik. DDC-Controller waren in der Lage, das Verhalten von Reglern mit Hilfe von fest programmierten Algorithmen nachzubilden. Lediglich die Parameter mußten für die zu regelnde Anlage festgelegt werden. Danach arbeitete das System stabil, d. h. weitgehend ohne die Nachteile analoger Regelungen, wie Alterung von Bauteilen und damit verbundenen Toleranz- oder Temperaturfehlern. Dabei war es möglich, Reglerbausteine, logische Blöcke und Berechnungen nahezu beliebig miteinander zu verknüpfen, ohne daß dafür aufwendige Verdrahtungsarbeiten notwendig wurden. Der Anschluß von Sensoren, Aktoren, Schaltelementen etc. erfolgte direkt am DDC-Controller – hier sind die genormten Schnittstellen weitgehend erhalten geblieben. Da die Reglerelemente jedoch Bestandteil des DDC-Controllers wurden, war die Veränderung der zugehörigen Parameter nicht mehr – wie vorher – durch Verdrehen der entsprechenden Einsteller am Reglermodul möglich, sondern erforderte spezielle Eingabegeräte zum direkten Anschluß an die DDC-Station, oder die Eingabe der Werte erfolgte von der Leitzentrale aus.

Mit dieser neuen technischen Entwicklung wurde die Inbetriebnahme einer Unterstation erheblich aufwendiger. Eine DDC-Station muß zunächst konfiguriert werden, was die Zuteilung der Adressen für die einzelnen Datenpunkte, die Zuordnung der benötigten Ein- und Ausgänge und die Definition von Kennlinien der jeweiligen Meßfühler bedeutet. Anschließend ist die Verknüpfung der Reglerbausteine mit den zugehörigen Regel- und Stellgrößen durchzuführen und schließlich die Reglerparametrierung, vergleichbar mit den Einstellarbeiten, die in der analogen Regelungstechnik notwendig waren. Diese hier nur knapp dargestellten Aufgaben erfordern speziell geschultes Personal mit entsprechenden EDV-Kenntnissen, so daß die Aufgaben von den GLT-Herstellerfirmen – abgesehen von wenigen Ausnahmen – durchgeführt und in Rechnung gestellt werden.

Der hohe Preis dieser Technik – Soft- und Hardware (DDC-Controller) – verhinderte zunächst eine Durchsetzung auf breiter Ebene. Erst etwa ab Mitte der 80er Jahre hat sich das Preis-/Leistungsverhältnis so weit verschoben, daß seitdem – vor allem in größeren Liegenschaften – fast ausschließlich DDC-Technik installiert wurde.

Ein Nachteil der DDC-Systeme wirkt allerdings auch heute noch schwer: die fehlende Kompatibilität von Geräten unterschiedlicher Hersteller. Gelegentlich können sogar verschiedene Modellreihen eines Herstellers nicht ohne weiteres miteinander kombiniert werden. Zusätzlicher Aufwand, z. B. der Einsatz von Gateways, ist dann notwendig.

Inzwischen ist die Leistungsfähigkeit der Systeme gestiegen, und die Hardwarekosten sind stark zurückgegangen. Die Kosten für digitale Regelungstechnik sind mittlerweile geringer als die für analoge und pneumatische Regelungstechnik. Digitale Regelungen sind zu einem Massenprodukt geworden und finden daher selbst in einfachen bzw. kleinen Systemen wie Heizungsregelungen in Kleinf Feuerungsanlagen Verwendung. Daneben gibt es heute eine Vielzahl von Aufgaben, wie Energieoptimierung, Überwachungs- und Managementfunktionen, die diese Systeme mit übernehmen.

Während neue Entwicklungen in der Regelungstechnik (z. B. „Fuzzy Logic“) für den Anwender nach außen hin weniger auffällig sind, haben sich im Bereich der Kommunikationstechnik erhebliche und auch deutlich wahrnehmbare Veränderungen ergeben. Schnellerer und systemübergreifender Datenaustausch, Client/Server-Systeme mit verteilten Datenbanken und zunehmende Vernetzung verbunden mit stärkerer Dezentralisierung haben zu neuen Systemstrukturen geführt. Die klassische Hierarchie Leitrechner – Unterstation – Meßwertempfänger/Stellglied muß in dieser Form nicht mehr gelten. Eine immer weitgehendere Verlagerung der „Intelligenz“ in die Endgeräte bei gleichzeitiger „Kommunikationsfähigkeit“ dieser Systeme führt zu einer Anordnung vernetzter „intelligenter“ Knoten. Selbst einfache Schalt-, Meß- und Stellglieder, also die klassischen Feldgeräte, ermöglichen durch integrierte Busankopplungen neue Konzepte. Der damit entfallende Verdrahtungsaufwand zeigt bereits Wirkung. Der „Schaltschrank-freien“ Installation könnte die Zukunft gehören und der klassische DDC-Controller würde angesichts „intelligenter Systeme“ mit standardisierten Schnittstellen obsolet werden.

1.2 Stand der Gebäudeautomation in Hochschulen – Ergebnisse der HIS-Befragung

Um einen Überblick über die derzeitige und geplante Ausstattung mit Gebäudeautomations-Systemen in den Hochschulen zu bekommen, hat HIS im zweiten Halbjahr 1997 eine bundesweite Bestandsaufnahme der Gebäudeautomation in Hochschulen vorgenommen. Die Befragung wurde mittels Erhebungsbogen (siehe Anhang D) durchgeführt.⁶ Im folgenden werden die Ergebnisse zusammenfassend dargestellt.

An der Erhebung nahmen 203 von 223 angeschriebenen Hochschulen teil, das entspricht einer Beteiligung von 91 %. Darunter waren 80 Universitäten (U), 31 Hochschulkliniken bzw. Medizinische Einrichtungen (ME) und 92 Fachhochschulen (FH).

Ausstattung der Hochschulen mit Gebäudeleittechnik-Systemen

Die HIS-Befragung ergab, daß ca. zwei Drittel (127) aller antwortenden Hochschulen Gebäudeleittechnik nutzen. Etwa jede weitere achte Hochschule plant, in naher Zukunft Gebäudeleittechnik einzuführen. Etwa ein Viertel aller Hochschulen verfügt über kein GLT-System.

Wird der Einsatz von Gebäudeleittechnik nach Hochschul-Typ (Universitäten, Hochschulkliniken⁷, Fachhochschulen) differenziert betrachtet, so zeigen sich erhebliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Gruppen. In Abb. 1 wird deutlich, daß nahezu sämtliche Universitäten und Hochschulkliniken GLT-Systeme einsetzen (66 der 80 teilnehmenden Universitäten und 28 von 31 antwortenden Hochschulkliniken). Weit weniger verbreitet sind diese Systeme dagegen in den 92 sich beteiligenden Fachhochschulen, von denen lediglich 36 Gebäudeleittechnik installiert haben. Letzteres hat oft eine Ursache in einer anforderungsbedingt geringeren technischen Ausstattung vieler Fachhochschulen, die den Einsatz solcher Systeme nicht rechtfertigt.

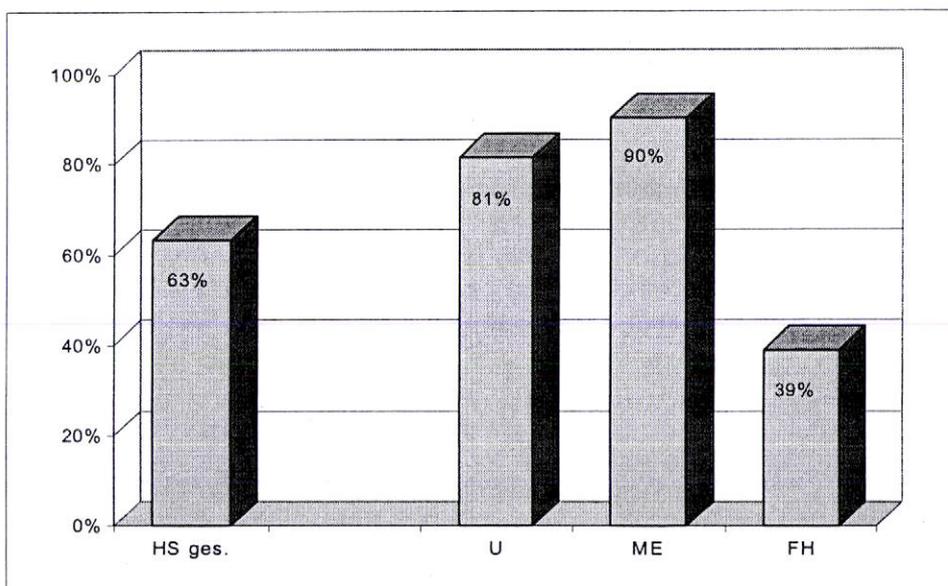


Abb. 1: Ausstattung mit GLT-Systemen

⁶ In einem zweiten Teil des Erhebungsbogens wurden zudem einige Informationen zur EDV-Ausstattung in den Technischen Abteilungen der Hochschulen abgefragt.

⁷ Darunter sind drei Kliniken, die zusammen mit der jeweiligen Universität eine Gebäudeleittechnik nutzen.

Die Ausstattung mit Gebäudeleittechnik in Hochschulen kann nach der Art der Installation unterschieden werden in:

- **ein homogenes System**, in dem (nahezu) sämtliche Gebäudeautomations-Komponenten von einem Hersteller stammen und auf eine gemeinsame Leitwarte aufgeschaltet werden,
- **zwei oder mehrere in sich homogene Systeme**, wobei hier die Einzelsysteme jeweils eigenständig betrieben werden, d. h. nicht auf eine gemeinsame Leitwarte aufgeschaltet sind,
- **ein heterogenes System**, bei dem Systeme unterschiedlicher Hersteller auf ein gemeinsames Leitsystem – z. B. über geeignete Schnittstellen – aufgeschaltet sind.

Die Befragung ergab, daß 66 der mit Gebäudeleittechnik ausgestatteten Hochschulen ein homogenes System einsetzen. 40 Hochschulen verfügen über mehrere, in sich homogene Systeme, in den übrigen 21 Hochschulen sind unterschiedliche Systeme in einem heterogenen System zusammengeschlossen. Zur Kopplung werden hier im allgemeinen firmenspezifische Lösungen z. B. über Gateways sowie in wenigen Fällen FND und PROFIBUS verwendet. Abb. 2 veranschaulicht die Ausstattung für die gesamten Hochschulen sowie für die einzelnen Hochschul-Typen.

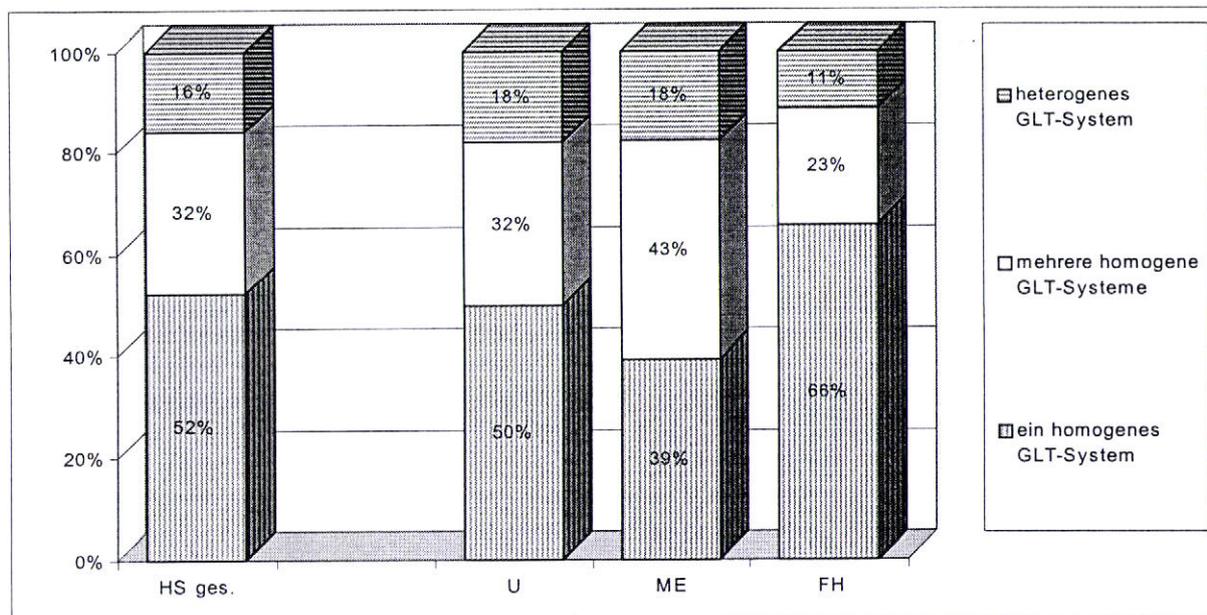


Abb.2: Installierte Systeme bei vorhandener Gebäudeleittechnik

Darüber hinaus wurde der Umfang der Betriebstechnischen Anlagen, die durchschnittlich auf die Gebäudeleittechnik aufgeschaltet sind, ermittelt. In jeder zweiten Hochschule sind mehr als die Hälfte der Betriebstechnischen Anlagen an die Gebäudeleittechnik angebunden. Jede vierte Hochschule nutzt für mehr als 90 % der Betriebstechnischen Anlagen GLT-Systeme. Weniger als 20 % der Betriebstechnischen Anlagen werden in einer von elf Hochschulen auf die Gebäudeleittechnik aufgeschaltet (s. Abb. 3).

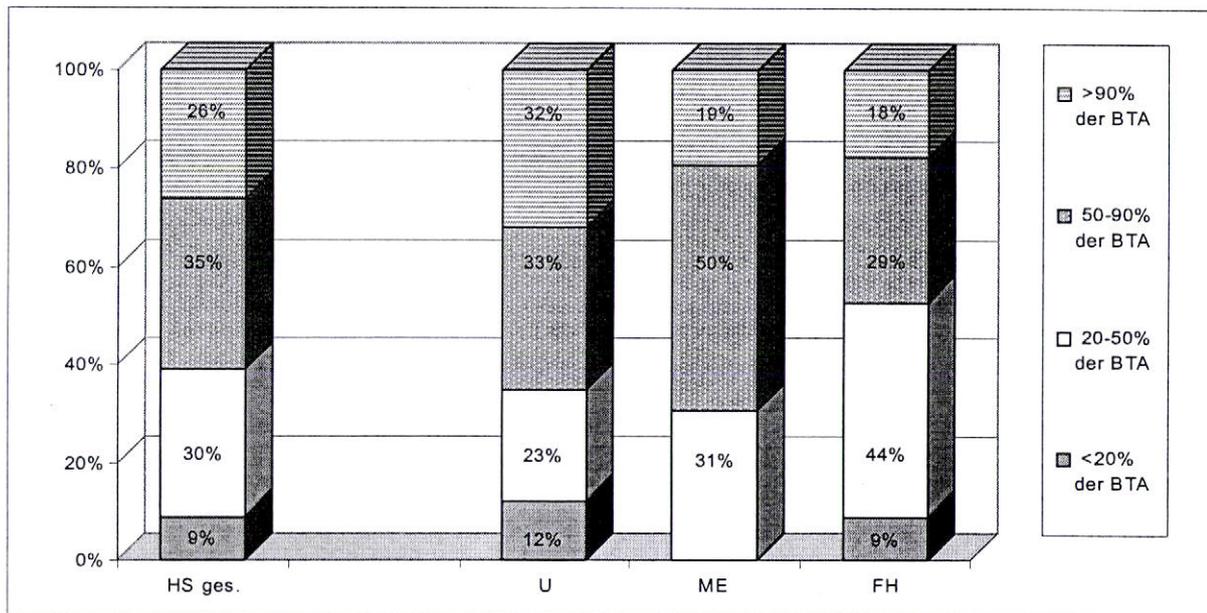


Abb.3: Anteil der an eine GLT angeschlossenen Betriebstechnischen Anlagen

Die Gründe für die unterschiedliche Aufschaltung sind mehrschichtig. Zum einen gibt es Unterschiede zwischen den Hochschul-Typen – in Hochschulkliniken und Universitäten ist der Anteil der aufgeschalteten Betriebstechnischen Anlagen höher als in Fachhochschulen. Zum anderen üben möglicherweise auch die Größe und die technische Ausstattung der Hochschule, der Umfang der Betriebstechnischen Anlagen sowie das Alter der Gebäudeleittechnik einen Einfluß aus.

Bei den Leitsystemen werden zu etwa 40 % Systeme der Firma Landis & Staefa (bzw. von deren Vorläufer-Firmen) eingesetzt. Mit einem Anteil von jeweils ca. 10 bis 15 % werden Systeme der Fabrikate Honeywell, Johnson Controls, Kieback & Peter sowie Siemens verwendet. Darüber hinaus wurden Systeme der Anbieter Sauter, AEG, ABB und in Einzelfällen weitere genannt.

Als Betriebssysteme werden vornehmlich OS/2 und DOS (41 bzw. 34 Nennungen) sowie Unix und Windows 3.1/3.11 (27 bzw. 21 Nennungen) verwendet. Windows 95 und Windows NT sind (z.Zt. noch) wenig vorhanden (je 7 Nennungen).

Gebäudesystemtechnik wird in den Hochschulen noch recht selten genutzt, lediglich 17 Universitäten, Medizinische Einrichtungen und Fachhochschulen setzen EIB, LON o.ä. (s. unter 4.3) ein.

Weitergehende Nutzung der Gebäudeleittechnik

Neben der Nutzung für Störmeldungen setzen jeweils vier von fünf mit Gebäudeleittechnik ausgestatteten Hochschulen die Gebäudeleittechnik für Aufgaben der MSR-Technik und der Betriebsführung ein.

Eine Verbindung der Gebäudeautomation mit anderen Leitsystemen besteht vornehmlich zu Brandmeldesystemen (in 43 Hochschulen). Darüber hinaus ist in Einzelfällen die Gebäudeleittechnik mit einem Netzleitsystem, Systemen zur Lichtsteuerung, Zutrittskontrolle oder Telekommunikation verbunden.

Etwas mehr als die Hälfte der Hochschulen (Universitäten und Medizinische Einrichtungen zu zwei Drittel, vier von zehn Fachhochschulen) nutzt die durch die Gebäudeleittechnik bereit-

gestellten Daten für weitergehende Auswertungen (z.B. Energiebericht). Ein Datenaustausch zwischen der Gebäudeleittechnik und anderen Informationssystemen (Stammdaten, Verbrauchsdaten) kann ebenfalls in jeder zweiten Hochschule (gleiche Anteile der einzelnen Hochschul-Typen) erfolgen.

Organisation / Personaleinsatz

Die Besetzung der Leitzentrale ist in den einzelnen Hochschul-Typen sehr unterschiedlich geregelt. Dabei überwiegt in den Medizinischen Einrichtungen die 24-stündige Besetzung der Leitwarte. Fachhochschulen weisen nahezu ausschließlich eine Besetzung mit weniger als zehn Stunden pro Tag auf (s. Abb. 4).

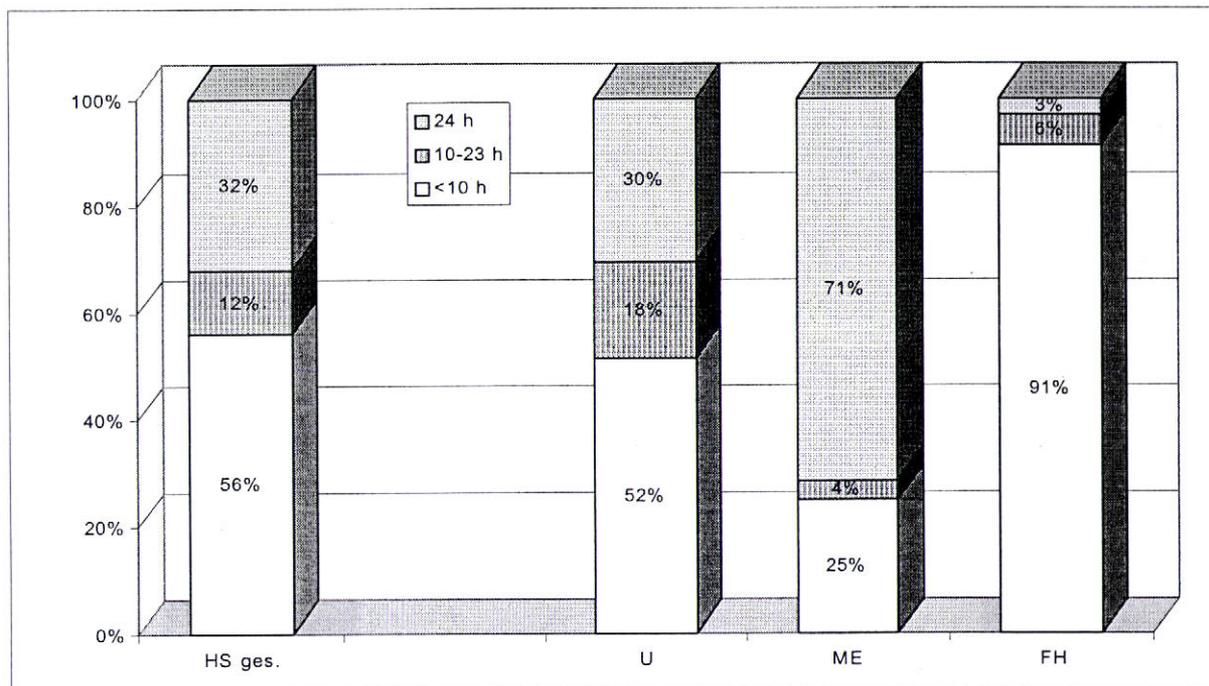


Abb.4: Besetzung der Leitzentrale

Interessant ist weiterhin der Gesichtspunkt der Eigen- oder Fremdleistung. Für das Bedienen ist in nahezu sämtlichen Hochschulen das eigene Personal zuständig. Aufgaben der Systemparametrierung werden zu zwei Drittel in Eigenleistung durchgeführt. Die Programmierung wird hingegen in sieben von zehn Hochschulen von externem Personal (i.d.R. durch den GLT-Anbieter) vorgenommen.

Ausblick und Bewertung der Situation durch die befragten Hochschulen

Neben den 23 Hochschulen, die derzeit planen, eine Gebäudeleittechnik neu zu installieren, ist in sieben von zehn Hochschulen eine Erweiterung der bereits vorhandenen Systeme in näherer Zukunft geplant oder in Ausführung begriffen.

Die Beurteilung und Einschätzung der derzeitigen GLT-Ausstattung durch die Hochschulen lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Technik wird als veraltet bzw. die Ausstattung als zu gering erachtet (33 Nennungen).
- Es sind (zu) viele unterschiedliche GLT-Systeme vorhanden, deren Integration bzw. Verbindung untereinander problematisch ist (9 Nennungen).
- Die Möglichkeiten, die die vorhandene Gebäudeleittechnik bietet, werden häufig nicht genutzt (6 Nennungen).
- Die Ausstattung wird positiv beurteilt (10 Nennungen, davon 4 Nennungen sehr gut).

Darüber hinaus werden Schwierigkeiten in der Abstimmung der Beteiligten (z.B. zwischen Hochschule, zuständigem Bauamt, Ingenieurbüro und Auftragnehmern), fehlendes qualifiziertes Personal und die nicht vollständige Dokumentation als Problembereiche genannt.

2 Aufgaben und Grundlagen der Gebäudeautomation

Erst seit Beginn der 90er Jahre wird der Begriff „Gebäudeautomation“ – in Anlehnung an Begriffe aus der industriellen Produktion wie Industrieautomation und Automatisierungstechnik – verwendet, um damit Einrichtungen zur Steuerung, Regelung und Überwachung von technischen Anlagen zu beschreiben. Die Bedeutung der Gebäudeautomation und deren Stellenwert bei der Planung von Bau- und Sanierungsmaßnahmen und beim Betrieb von technischen Anlagen hat sich in dieser Zeit bereits stark verändert. Die isolierte Betrachtung von Gebäudeautomation als ein Instrument von Technischen Abteilungen ist aufgebrochen worden. Schlagworte wie „Gebäudemanagement“, „ganzheitliche Gebäudebewirtschaftung“ und „Facility Management“ stehen nun im Vordergrund und haben die alleinige Betrachtung von Fragen der Optimierung von technischen Anlagen, Meß-, Steuer- und Regelungstechnik und Gebäudeleittechnik verdrängt. Hinter den „neueren Begriffen“ lassen sich aber in der Praxis vielfach Fragestellungen erkennen, die auch schon in der Vergangenheit wichtig waren. Neu ist aber die stärkere Vernetzung verschiedener Informationssysteme.

2.1 Aufgaben der Gebäudeautomation

Oberstes Ziel beim Einsatz von Gebäudeautomation, insbesondere in Verbindung mit einem GLT-System, ist die Reduzierung der Kosten für den Betrieb der technischen Anlagen. Hinzu kommen noch andere Gründe wie Sicherheitsaspekte, bessere Kontrollmöglichkeiten etc., die für den Einsatz solcher Systeme sprechen. In vielen Fällen sind außerdem die Folgekosten alternativer Lösungen höher. Beispielsweise könnten im einfachsten Fall Schaltuhren zur Steuerung von Ein- bzw. Ausschaltzeiten von Anlagen eingesetzt werden. Dies hätte dann niedrigere Investitionskosten zur Folge, würde aber einen höheren Aufwand für die Bedienung und Überwachung erfordern, da Änderungen und Überprüfungen lediglich vor Ort möglich sind.

Innerhalb einer Gebäudeautomation besteht die Hauptaufgabe darin, die Meß- Steuer- und Regelungsaufgaben für die betriebstechnischen Anlagen zu übernehmen und so den bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlagen zu gewährleisten. Diese Aufgaben werden heute in der Regel durch DDC-Controller ausgeführt. Zur Wahrnehmung übergeordneter Funktionen des Bedienens und Beobachtens und zur Vereinfachung des Eingriffs in den Programmablauf der DDC-Controller ist der Einsatz eines Leitsystems erforderlich.

Die VDI 3814 ist die am häufigsten angewendeten Technischen Regel im Bereich der Gebäudeautomation. Dort ist die Aufgabe einer **Gebäudeleittechnik** mit „Überwachen und Führen von Betriebstechnischen Anlagen“ definiert. Hiermit ist zunächst die Anlagenüberwachung, z. B. in Form eines Störmeldesystems, oder die Übernahme von Sicherheitsfunktionen wie z. B. Aufzugsnotruf gemeint. Durch die Überwachung der Anlagenzustände können Störungen schnell erkannt und Maßnahmen unverzüglich eingeleitet werden, so daß größere Folgeschäden an Gebäuden und Einrichtungen vermieden werden. Da die Art der Störung in der Leitwarte durch die Überprüfung weiterer Anlagenzustände weitgehend einzugrenzen ist, können sofort die „richtigen“ Mitarbeiter (Techniker, Handwerker) an die Störungsstelle geschickt werden. Auch ist es möglich, bei mehreren Störungen die Schäden prioritär geordnet zu beseitigen.

Hierauf darf sich jedoch der GLT-Einsatz nicht beschränken, da für reine Störmeldesysteme und Sicherheitsfunktionen wesentlich kostengünstigere Lösungen als GLT-Systeme existieren. Das zweite wesentliche Aufgabenfeld der GLT ist die (technische) Betriebsführung. Dabei ermöglicht die GLT nicht nur eine Reduzierung der Energiekosten (die bereits durch den Einsatz von DDC-Controllern allein effizienter zu erreichen ist), sondern auch eine ständige Kosten- und Verbrauchskontrolle sowie die Unterstützung von Instandhaltung und Arbeitsplanung. Besonders die Gewinnung und Auswertung von Daten, die die Kenntnis des Zustandes der Anlagen hinsichtlich Abnutzung, Verschleiß und Alterung verbessern, ermöglicht es, die Instandhaltung in erhöhtem Maße zustandsabhängig durchzuführen und die Effizienz zu steigern. Als weitere

Folgen der Bereitstellung von (aufbereiteten) Daten durch die GLT ergeben sich eine höhere Transparenz des Betriebsgeschehens sowie eine zusätzliche Beschleunigung der Instandsetzung durch Bereitstellung von Zusatzinformationen für die Handwerker.

Heute ist davon auszugehen, daß die GLT allenfalls in geringem Umfang Automatisierungsaufgaben wahrnimmt. Automation und Optimierung des Anlagenbetriebs sind mittlerweile weitgehend dezentralisiert und dabei auf den unteren Ebenen (Automations- und Feldebene) angesiedelt. Dies gewährleistet eine hohe Selbständigkeit der BTA und damit Betriebssicherheit sowie Sparsamkeit auch bei einem Ausfall der GLT. Übergeordnete Automations- und Optimierungsaufgaben sowie solche, die anlagenübergreifend wirksam werden, werden dagegen weiterhin zentral durch die GLT wahrgenommen bzw. koordiniert.

Zusammenfassend lassen sich typische Einsatzfelder der Gebäudeautomation in Verbindung mit einer Gebäudeleittechnik beschreiben als:

- Anlagenüberwachungssystem (Störmeldesystem) zur Gewährleistung hoher Betriebssicherheit, kurzer Anlagenausfallzeiten und geringer Störungsfolgekosten bei geringstmöglichem Personaleinsatz;
- Fernwirksystem zur Durchführung von Not- und Ersatzschaltungen zwecks Reduzierung von Ausfallzeiten bei minimalem Personaleinsatz;
- Energiemanagementsystem zur Minimierung der Energieverbräuche und deren Kosten;
- Instandhaltungssteuerungssystem zur Erhöhung der Effizienz geplanter vorbeugender Instandhaltung und Beschleunigung von Instandsetzungen (Personalreduzierung bzw. Erhöhung der Instandhaltungsqualität);
- Informationssystem zur Bereitstellung von Betriebsdaten, die es ermöglichen, eine effiziente Betriebsführung zu erreichen und als Basis für betriebliche Entscheidungen dienen (Energieeinsparmaßnahmen, Instandhaltungsstrategien, Ersatzbeschaffungen).

Insbesondere in Liegenschaften mit einer hochkomplexen Struktur von gebäudetechnischen Anlagen und umfangreichen internen und externen Abhängigkeiten wird ein effizienter Betrieb von Betriebstechnischen Anlagen durch den Einsatz von GLT möglich.

2.2 Technische Grundlagen

Die folgenden Abschnitte erläutern einige Grundbegriffe und Anwendungen aus der Regelungstechnik, deren Verständnis hilfreich bei der Beschäftigung mit Gebäudeautomations-Systemen sein kann. Bei den Erläuterungen geht es in erster Linie darum, Begriffe, die häufig verwendet werden, zu verdeutlichen. Eine umfassende Darstellung regelungstechnischer Grundlagen und Verfahren ist nicht beabsichtigt.⁸

2.2.1 Begriffe der MSR-Technik

Hinter dem Begriff MSR-Technik stehen die wichtigsten Funktionen, die zum Betrieb von technischen Anlagen benötigt werden. Durch das Messen werden physikalische Kenngrößen wie Temperatur, Strom, Spannung, Durchflußmenge etc. ermittelt, um daraus im Vergleich mit entsprechenden Soll-Werten Aktionen abzuleiten, z. B. „Temperatur zu niedrig → Heizung einschalten“. Bei einem Regelungssystem erfolgt immer ein Soll-Ist-Vergleich (Abb. 5). Im Beispiel der Heizung wird eine Soll-Temperatur voreingestellt (Führungsgröße w) und diese ständig mit der Ist-Temperatur (Regelgröße x) verglichen. Aus der Abweichung zwischen Soll-

⁸ Für eine weitere Vertiefung des Themas sei auf einschlägige Literatur, z. B. [Knabe,1992] und [Bach, Baumgarth, Forsch, 1983] verwiesen.

und Ist-Wert (durch Einfluß der Störgröße z) wird eine Stellgröße (y) berechnet, die – je nach Art der Heizung – z. B. den Brenner an bzw. abschaltet und/oder die Brennstoffzufuhr verändert. Bei einem Steuerungssystem erfolgt kein Soll-Ist-Vergleich. Einmal eingeschaltet würde die Heizung solange weiterlaufen, bis sie wieder abgeschaltet wird (oder der Brennstoffvorrat aufgebraucht ist).

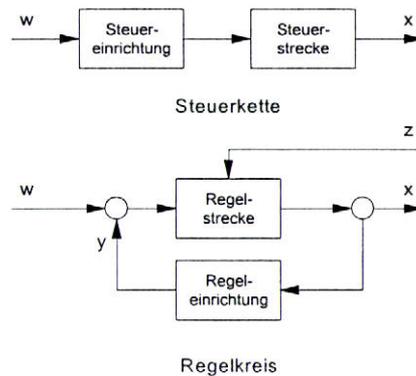


Abb.5: Offene Steuerung und geschlossener Regelkreis

Übliche Systeme zur Regelung linearer Systeme sind als Proportional- (P-), Integral- (I-) oder Differential- (D-) Regler oder als Kombination dieser Elemente aufgebaut. Universell verwenden läßt sich beispielsweise ein PID-Regler (s. Abb. 6), der je nach Variation der Regelparameter (Verstärkung k_p , Integral- bzw. Nachstellzeit T_i bzw. T_N und Differential- bzw. Vorhaltezeit T_D bzw. T_v) die Einstellung verschiedener Regelcharakteristiken zuläßt.

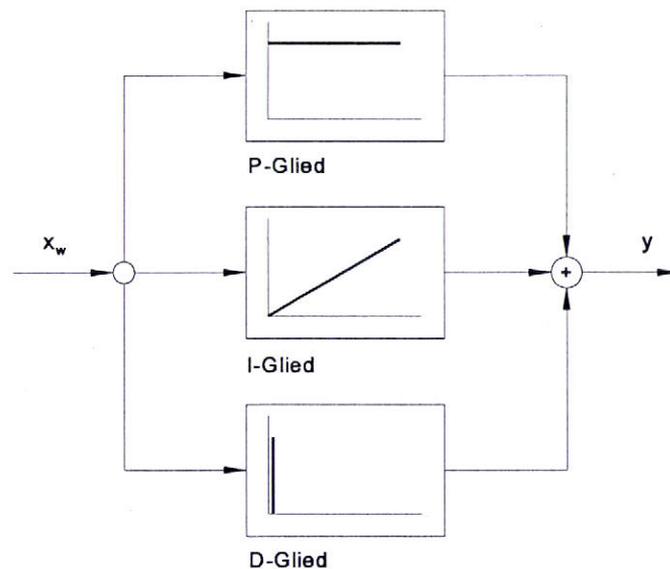


Abb.6: PID-Regler mit Darstellung der idealisierten Einzelkennlinien

Für das Verständnis von Regelungsvorgängen ist außerdem von Bedeutung, daß es weitere Eigenschaften gibt, die sowohl den Regler als auch die Regelstrecke auszeichnen. Hierzu gehören Verzögerungsglieder (z. B. Verzögerungsglieder 1. Ordnung: PT_1 , DT_1) und Totzeitglieder (T_t). Neben den Systemen, die sich durch lineare Funktionen bzw. entsprechende

Annäherungen beschreiben lassen, gibt es Nichtlineare Systeme. Weitere regelungstechnische Zusammenhänge sollen an dieser Stelle nicht betrachtet werden. Es sei hierzu auf diesbezügliche Fachliteratur verwiesen.

2.2.2 Digitale Signalverarbeitung

In einem Mikroprozessorsystem ist es möglich, einen Regelalgorithmus zu programmieren. Zur Signalbearbeitung, d. h. zur Berechnung der Ausgangswerte, müssen die Eingangswerte in geeigneter Form vorliegen. Technisch geschieht dies, indem die kontinuierlich vorliegenden Eingangssignale (z. B. Spannungen) in diskrete Signale (Spannungswerte zu bestimmten Zeitpunkten = Abtastwerte) umgesetzt werden. Diese Umsetzung erfolgt in einem Analog-Digital-Umsetzer (ADU)⁹.

Die Umsetzung wird mit einer konstanten Abtastperiode T ausgeführt, wobei die (kontinuierlich verlaufende) Zeit t in diskrete Abschnitte mit der Dauer jeweils einer Abtastperiode zerlegt wird:

$$t = k \cdot T$$

Für die Regelgröße $x(t)$ und die Stellgröße $y(t)$ folgt damit:

$$\begin{aligned} x(t) &= x[k \cdot T] = x[k] \text{ bzw. für die Stellgröße } y(t): \\ y(t) &= y[k \cdot T] = y[k] \end{aligned}$$

Zu jeder Abtastperiode T kann nun aus dem zu einem bestimmten Zeitpunkt anstehenden diskreten Wert $x[k_n]$ ein Ausgangswert $y[k_n]$ berechnet werden. Diese Berechnung kann durch ein geeignetes Programm erfolgen, das beispielsweise zur Darstellung eines PID-Reglers folgenden Regelalgorithmus beinhalten kann:

$$\Delta y_R[k] = K_P \left[x_W[k] - x_W[k-1] + \frac{T}{T_I} x_W[k] + \frac{T_D}{T} (x_W[k] - 2 x_W[k-1] + x_W[k-2]) \right]$$

Der obige Algorithmus macht den Unterschied zwischen kontinuierlicher und diskreter Verarbeitung deutlich. Während das Ausgangssignal eines analogen PID-Reglers zu jedem Zeitpunkt t_k durch die Lösung einer Differentialgleichung 2. Ordnung bestimmbar ist, besteht die Berechnung für den Regelalgorithmus des Digitalreglers aus simplen Grundrechenarten (Addition, Subtraktion und Multiplikation) von Konstanten mit der Eingangsgröße x_W . Zu beachten ist, daß der Wert k für einen beliebigen Takt steht, $k-1$ für den Takt davor, $k-2$ für einen weiteren Takt davor etc. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit der Zwischenspeicherung von Werten, denn der Algorithmus enthält Berechnungen mit Werten zu verschiedenen Zeitpunkten (k , $k-1$ u. $k-2$).

⁹ Oft auch als Analog-Digital-Converter (ADC) oder A/D-Wandler bezeichnet.

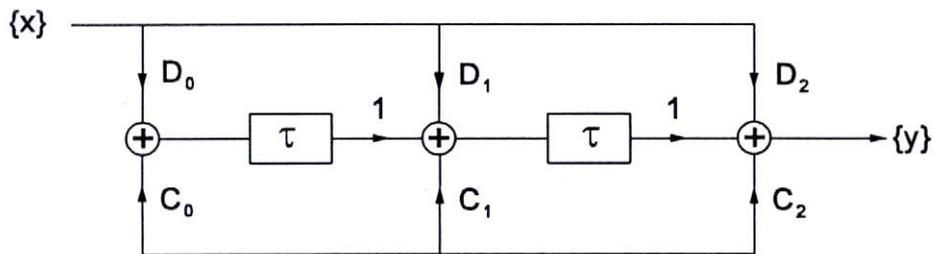


Abb.7: Darstellung einer Funktion 2. Ordnung in der digitalen Signalverarbeitung

In Abb. 7 ist die prinzipielle Realisierung einer Funktion 2. Ordnung in der digitalen Signalverarbeitung in allgemeiner Form dargestellt. Die mit dem Buchstaben τ gekennzeichneten Kästchen stellen Verzögerungselemente (Zwischenspeicher) dar. Durch die Koeffizienten C_x und D_x wird die Funktion beschrieben.

Zusammenfassend läßt sich feststellen: Für den Aufbau eines digitalen Reglers wird ein Umsetzer für die Eingangssignale (in diskrete Form), ein Prozessor zur Durchführung von Rechenoperationen (überwiegend Additionen, Subtraktionen und Multiplikationen) und Speicher-möglichkeiten für Zwischenwerte benötigt.

Zum Aufbau eines DDC-Controllers sind weitere Komponenten erforderlich. Das System benötigt die Möglichkeit zur Ausgabe, damit z. B. Stellglieder angesteuert werden können. Zur Ansteuerung von analogen Stellgliedern (z. B. motorisch betriebene Ventile) ist die Umwandlung der diskreten (digitalen) Ausgangssignale in analoge Stellgrößen (z. B. Spannungen 0...10 V oder Ströme 0...20 mA) erforderlich. Die Umsetzung geschieht mit Digital-Analog-Umsetzern (bzw. -Convertern), auch kurz als DAU bzw. DAC bezeichnet. Zum Datenaustausch mit anderen Controllern oder einem Leitsystem benötigt ein DDC-Controller eine Kommunikationseinheit, die häufig mit einem eigenen Prozessor ausgerüstet ist. Nichtflüchtige Programmspeicher (ROM, EPROM, EEPROM¹⁰ o. ä.) enthalten das Betriebssystem (i. a. Echtzeit- und Multitaskingfähig¹¹) und die Standard-Programme, die durch den Prozessor abgearbeitet werden. Flüchtige Speicher (RAM¹²) dienen zur Speicherung aktueller Werte und zum Speichern von unmittelbaren Programmänderungen oder von eigenentwickelten Programmen. Eine Pufferung durch Akkus, Batterien oder sog. GoldCaps¹³ sorgt dafür, daß die Daten bei einem Ausfall der Stromversorgung nicht verlorengehen. Abb. 8 zeigt vereinfacht den Aufbau eines DDC-Controllers.

¹⁰ **ROM** = Read Only Memory, Festwertspeicher; **EPROM** (Erasable Programmable ROM) und **EEPROM** (Electrical Erasable Programmable ROM) sind neu programmierbar (im Ggs. zu ROM).

¹¹ Unter **Echtzeitfähigkeit** eines Programms oder Systems wird die Fähigkeit verstanden innerhalb einer definierten Zeitspanne garantiert auf ein Ereignis zu reagieren. Das setzt voraus, daß das System hinreichend schnell reagiert und außerdem in der Lage ist einen Prozeß innerhalb einer vorhersagbaren Zeit zu bedienen. **Multitasking** beinhaltet die quasi gleichzeitige Bearbeitung mehrerer Prozesse. Von preemptivem Multitasking wird gesprochen, wenn das System die Verteilung der Rechenzeit auf die einzelnen Prozesse unabhängig vom Prozeß vornimmt. Kooperatives Multitasking ist auf eine Freigabe des jeweils bearbeiteten Prozesses angewiesen (d. h. ein Prozeßabsturz führt in diesem Fall auch zu einem Systemabsturz).

¹² RAM = Random Access Memory, Speicher mit wahlfreiem Zugriff.

¹³ GoldCap von Gold Capacitor (Gold-Kondensator); Kondensator, der sich durch besonders hohe Kapazität bei kleiner Baugröße auszeichnet und vor allem zur Langzeitversorgung von Schaltungen mit niedriger Energieaufnahme (z. B. flüchtiger Speicher) bei Stromausfall verwendet wird. In solchen Fällen ist er als Ersatz für Akkumulatoren oder Batterien geeignet.

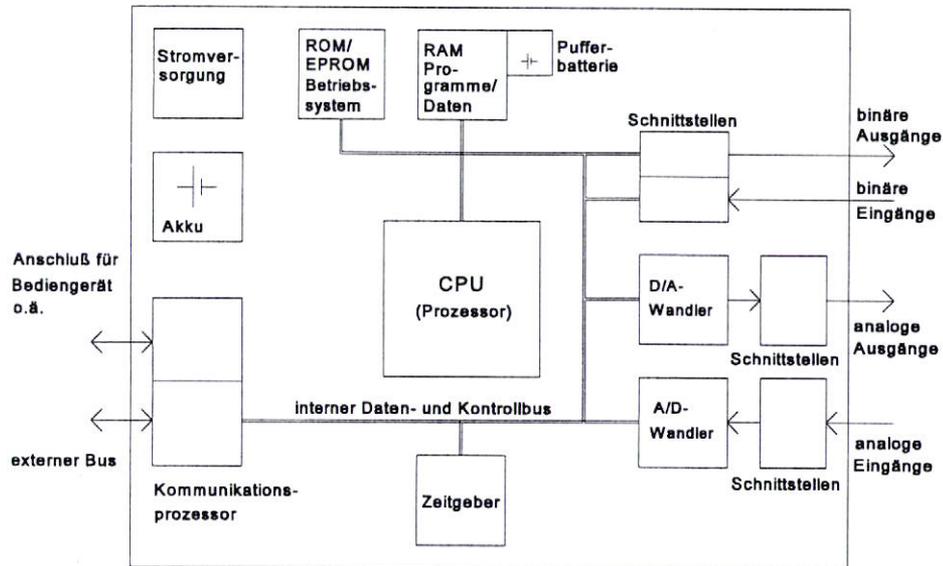


Abb.8: Schematischer Aufbau eines DDC-Controllers

2.2.3 Spezielle Regelungssysteme

2.2.3.1 Adaptive Regelung

Heutige Regelsysteme bieten die Möglichkeit, den Betrieb von Heizungs- und Lüftungsanlagen an die thermischen Eigenschaften eines Gebäudes (Gebäudekennlinie) anzupassen (zu adaptieren). Die Raumtemperatur eines Referenzraumes im Gebäude wird dafür mit dem zugehörigen Sollwert verglichen. Entsprechend der Abweichung erfolgt eine Korrektur der Heizkurve. Häufig wird ein selbstadaptierender Regelalgorithmus in Verbindung mit einer Heizzeitoptimierung (gleitendes Schalten) eingesetzt. Ein solches System ist beispielsweise in der Lage, optimale Ein- und Abschaltzeitpunkte (Tag- und Nachtbetrieb) für Heizungs- und Lüftungsanlagen unter Berücksichtigung der thermischen Speicherfähigkeit von Gebäuden zu ermitteln. Bei größeren Abweichungen werden die Parameter durch das Programm neu ermittelt und in einer Datenbank gespeichert.

2.2.3.2 Kaskadenregelung

Zweck einer Kaskadenregelung ist es, die Stabilität eines Regelkreises zu verbessern. Erreicht wird dies durch den Einsatz eines zweiten Reglers, durch den die Aufschaltung einer Hilfsregelgröße im Regelkreis erfolgt. Störungen werden so abgebaut, bevor sie die (Haupt-) Regelgröße erreichen. Die Kaskadenregelung besteht aus einem Führungs- (Haupt-) Regler und einem Hilfsregler. Der Führungsregler führt den Sollwert des Hilfsreglers. Der Hilfsregler ist mit dem Stellglied verbunden. Regelabweichungen im Führungsregelkreis werden durch Sollwertverstellung des Hilfsreglers, Störungen im Hilfsregelkreis durch den Hilfsregler selbst abgebaut [Knabe, 1992].

Kaskadenregelungen werden in der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik angewandt, z. B. bei raumtemperaturgeführten außentemperaturabhängigen Heizkesseltemperaturregelungen (Regelgröße = Raumtemperatur, Hilfsregelgröße = Vorlauftemperatur), Wärmeübertragern (Regelgröße = Vorlauftemperatur im Sekundärkreis, Hilfsregelgröße = Primärkreis-Massenstrom) und bei raumluftechnischen Anlagen. Bei einer zweistufigen Kaskade zur Regelung einer Lüftungsanlage wird aus der Raum- und der Außentemperatur in einem Führungsregler ein Soll-Wert für den Folgeregler gebildet, der die Stellglieder (Vorerhitzer, Kühler, Nacherhitzer) in Abhängigkeit von der Zulufttemperatur steuert (Regelgröße = Raumtemperatur, Hilfsregelgröße = Zulufttemperatur). DDC-Controller enthalten meist fertig konfigurierte Module, die als Kaskadenregelung eingesetzt werden können.

2.2.3.3 Fuzzy-Logik

Als Begründer der Fuzzy-Logik gilt Professor L.A. Zadeh von der Universität Berkeley (Kalifornien). Bereits 1965 veröffentlichte er seine ersten wissenschaftlichen Beiträge zu dem Thema. Erst 20 Jahre später wurde das Potential von Zadehs Theorie (in Japan) erkannt und hauptsächlich in Konsumgeräten (Mikrowellenherde, Kameras etc.) umgesetzt. Mittlerweile hat sich die auf Fuzzy-Logik basierende Technik als sinnvolle Ergänzung der Regelungstechnik durchgesetzt [Arend und Pfannstiel, 1993].

Insbesondere wenn die Beschreibung eines Prozesses mit einem hohen mathematischen Aufwand verbunden ist, bietet sich die Verwendung von Fuzzy-Logik an. Dabei ermöglicht es diese Technik, „unscharfe Informationen“, Wissen und Beschreibungen in einer dem menschlichen Arbeits- und Denkprozeß ähnlichen Weise in den Regelungsprozeß einfließen zu lassen. Für den Einsatz dieser Technik ist die Heizungstechnik besonders geeignet, weil dadurch aufwendige mathematische Beschreibungen des thermodynamischen Verhaltens der betroffenen Komponenten (bis hin zum Gebäude) vermieden werden können. Auch stößt die außentemperaturgeführte Heizungsregelung besonders bei gut wärmegeprägten Gebäuden an ihre Grenzen. Hier empfiehlt es sich, eine Größe, die den tatsächlichen Wärmebedarf berücksichtigt, mit in die Regelung einfließen zu lassen (z. B. Kesselwassertemperaturverlauf).

Ein Fuzzy-basiertes Regelungssystem läßt sich prinzipiell auf drei Blöcke reduzieren, die mit Fuzzifizierung, Fuzzy-Interferenz und Defuzzifizierung bezeichnet werden. Bei der Fuzzifizierung werden physikalische Meßwerte bestimmten Ausdrücken, die in einer Tabelle hinterlegt sind, zugeordnet (z. B. „aktueller Energieverbrauch ist hoch“). Auf die so erhaltenen Ausdrücke läßt sich ein Regelwerk (heuristisches Wissen) in der Form von Wenn-Dann-Beziehungen anwenden (Fuzzy-Interferenz). Die Defuzzifizierung dient anschließend dazu, aus den Regeln eine Reaktion in Form einer Ausgangsgröße zu erzeugen (z. B. aktueller Wärmebedarf). Fuzzifizierung, Fuzzy-Interferenz und Defuzzifizierung können nach unterschiedlichen, für den jeweiligen Anwendungsfall geeigneten Methoden durchgeführt werden, die zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.

3 Einbindung der Gebäudeautomation in ein Gebäudemanagement

3.1 Aufgaben der Gebäudeautomation im Rahmen eines Gebäudemanagements

Die Anforderungen an ein Gebäude ändern sich. Die Betriebsausgaben erhöhen sich durch Preissteigerungen für Strom, Wasser/Abwasser, Gas etc. Energieoptimierung wird angestrebt. Das fortschreitende Alter der Anlagen erhöht die Ausfallwahrscheinlichkeit und erfordert kürzere Instandhaltungsintervalle. Die Kosten eines Ausfalls nehmen zu, weil die Nutzeranforderungen an die technische Ausrüstung der Gebäude (Klima, Lüftung, aber auch Labor- und Hörsaaltechnik, EDV-Ausstattung) sowie die Preise für die Instandhaltung steigen¹⁴. Das Leitungspersonal einer Einrichtung fordert zunehmend Informationen über den Zustand technischer Anlagen und die Kosten der Instandhaltung ein, um effizientere Planungsentscheidungen (Ersatz, Fremdvergabe) treffen zu können.

Um diese Aufgaben und Vorgänge rund um die Gebäude transparenter zu gestalten, die Funktionsfähigkeit der Gebäude erhöhen und die Betriebskosten minimieren zu können, hat sich in den letzten Jahren eine integrierte Sichtweise unter dem Begriff „Gebäudemanagement“ etabliert.

Gebäudemanagement (GM) kann als die „Gesamtheit technischer, infrastruktureller und kaufmännischer Leistungen zur Nutzung von Gebäuden/Liegenschaften auf der Grundlage einer gesamtheitlichen Strategie mit dem Ziel der Aufrechterhaltung und Optimierung aller Betriebsfunktionen sowie der Kostenreduzierung und Kostentransparenz“ definiert werden¹⁵. Es ist auf den Lebenszyklus eines Gebäudes bezogen und auf die Nutzungs- oder Betriebsphase fokussiert.

Hinsichtlich der Aufgabenbereiche kann das Gebäudemanagement in Technisches, Infrastrukturelles und Kaufmännisches Gebäudemanagement unterteilt werden. Das Technische Gebäudemanagement (TGM) umfaßt das Anlagen-, Energie- und Kommunikationsmanagement sowie die Bauunterhaltung. Unter dem Infrastrukturellen Gebäudemanagement (IGM) sind vornehmlich Sicherheits-, Reinigungs-, Hausmeister- und Entsorgungsdienste zu verstehen. Vertrags-, Objekt- und Flächenmanagement sind Bestandteile des Kaufmännischen Gebäudemanagements (KGM).

Der in diesem Zusammenhang häufig genannte Begriff des „Facility Managements“ (FM) ist in der Regel weiter gefaßt. Facility Management bezieht sich zum einen auf sämtliche Liegenschaften, nicht nur auf Gebäude, sondern auch auf andere Flächen. Zum anderen erstreckt es sich auf den gesamten Lebenszyklus der Liegenschaft, bei Gebäuden also von der Planung bis zum Abriß. Gebäudemanagement kann mithin als Teil des Facility Managements angesehen werden.¹⁶

Im Bereich des Technischen Gebäudemanagements ist die Gebäudeautomation und dabei besonders die Gebäudeleittechnik ein wichtiger Baustein. Mit ihrer Hilfe werden Informationen gewerke-, abteilungs- und aufgabenübergreifend gesammelt, zusammengeführt, ggf. ausgewertet und für weitere Maßnahmen und Analysen zur Verfügung gestellt. Auf der Ebene der Leitzentrale ist es möglich, fehlerhafte Anlagenzustände zu analysieren, Langzeitauswertungen durchzuführen (z. B. energetische Bewertung von Verbrauchsdaten, Schwachstellenanalyse)

¹⁴ Vgl. auch [Leibundgut, 1995], S. 52.

¹⁵ Nach VDMA-Einheitsblatt 24196 [AIG, 1996].

¹⁶ Für beide Begriffe gibt es mehrere Definitionen. Auf Grundlage des VDMA-Einheitsblattes erarbeitet z. Zt. ein Normungsausschuß „Gebäudemanagement“ eine Richtlinie. Eine ausführliche FM-Definition liegt in der Richtlinie 100 des Deutschen Verbands für Facility Management (GEFMA e.V.) vor.

und technische Prozesse zu optimieren (E-Max-Überwachung mit Lastabwurf, selbst-optimierende Start-Stop-Programme)¹⁷.

Durch den Einsatz einer Gebäudeautomation kann die Flexibilität, Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Anlagen gesteigert werden. Verfügbarkeit heißt in diesem Zusammenhang nicht nur, daß die Anlagen jederzeit betriebsbereit sind. Vielmehr kann deren Leistung bedarfsorientiert abgefordert werden, d. h. die Anlagen werden je nach Bedarf ein- oder ausgeschaltet bzw. in ihrer Leistung angepaßt.

Beispielsweise kann durch eine Verbindung zu Zutrittskontrolle und Zeiterfassung die Beleuchtung, Heizung und Lüftung in Räumen jeweils dem tatsächlichen Bedarf angepaßt werden, so daß die Anlagen lediglich dann zugeschaltet werden müssen, wenn die Leistung auch benötigt wird (und nicht, um für eine nur wahrscheinlich auftretende Nutzung Leistung zu erbringen).

Die drei Aufgabenbereiche des Gebäudemanagements dürfen jedoch nicht isoliert betrachtet werden, sie sind vielmehr intensiv vernetzt. Beispielsweise ist die (Tele-) Kommunikation ein Bestandteil des Infrastrukturellen Gebäudemanagements, die Telefonanlage gehört zum Technischen Gebäudemanagement und Überlegungen, den Betrieb kostengünstiger zu gestalten, liegen im Aufgabenbereich des Kaufmännischen Gebäudemanagements. Die Gebäudeautomation steht somit in vielfältigen Beziehungen auch zum Infrastrukturellen und zum Kaufmännischen Gebäudemanagement. Beispielsweise sind für die Vertragsgestaltung sind u. a. Informationen über die Technischen Anlagen notwendig.

Darüber hinaus kann die Gebäudeautomation im Rahmen des Gebäudemanagements zur Kontrolle von fremdvergebenen Leistungen, besonders auch von drittmittelfinanzierten Projekten zur Energieeinsparung (Contracting) herangezogen werden. Mittels Gebäudeleittechnik generierter und ausgewerteter Daten können z. B. Analysen von Verbrauchs- und Ausfallwerten durchgeführt werden. Die Ergebnisse der Tätigkeit der Auftragnehmer lassen sich besser dokumentieren. Eine Erfolgskontrolle kann fundierter durchgeführt und nachweisbarer gestaltet und die fremdvergebenen Leistungen können daher besser beurteilt werden.¹⁸

Nicht nur bei Instandhaltungsaufgaben ist die aktuelle, vollständige und schnelle Verfügbarkeit der Anlagendaten hilfreich, sie ist auch eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Initiierung und Bewältigung von Veränderungsprozessen wie Modernisierung und umfassende Erneuerung der Anlagen oder auch Personalwechsel bei den Technikverantwortlichen (Know-how-Transfer). Hinzu kommt die – in Zukunft möglicherweise zunehmende – Nutzer- und Nutzungsänderung durch Vermietung der Gebäude sowie durch Umzug und Umnutzung durch die Hochschule selbst.

Das „intelligente Gebäude“

Im Zusammenhang mit Gebäudeautomation und Gebäudemanagement ist der Begriff des „intelligenten Gebäudes“ geprägt worden. Darunter kann verstanden werden, daß ein Gebäude intelligent geplant und mit entsprechender Infrastruktur ausgestattet ist, so daß der Betreiber-aufwand minimiert wird bzw. „die Gebäudetechnik hocheffizient in möglichst geringem Umfange zum Einsatz kommt“¹⁹.

Gebäude werden auch dann als „intelligent“ bezeichnet, wenn die über vernetzte Meß-, Steuer- und Regelungstechnik optimierten technischen Anlagen sowie die Kommunikationsanlagen

¹⁷ Vgl. auch [Peil-Annerfelt, 1997].

¹⁸ Weitere Informationen zum Gebäudemanagement in Hochschulen finden sich in [Stratmann, Tegtmeyer und Mazur, 1997] und [Stratmann und Tegtmeyer, 1997].

¹⁹ [HL-Technik AG, 1994].

jeweils in einem Gesamtsystem und beide wiederum in einem „Computer Integrated System“ zusammengefaßt sind und mit den dort tätigen Menschen in das Gesamtsystem „Gebäude“ integriert werden²⁰.

Während zwischen der Datenpunktdichte einer Gebäudeautomation und der Anlagenkomplexität (Anzahl Stellglieder, Sensoren) eine eindeutige Beziehung besteht, führt eine Erhöhung der spezifischen Datenpunktdichte nicht zwingend zu einem niedrigeren Energieverbrauch.²¹ Darüber hinaus besteht eine Schwierigkeit darin, die Ziele der Optimierung, beispielsweise Energieeinsparung klar zu definieren und zu gewährleisten, daß diese im Betrieb erkennbar sind, denn das „intelligente Gebäude“ an sich ist nicht zwangsläufig mit einem optimierten Betrieb verbunden.

3.2 Gebäudeautomation als Bestandteil eines Gebäudeinformations-Systems

Für eine effektive Verwaltungsarbeit ist die schnelle Verfügbarkeit aktueller Gebäudedaten – besonders im Falle zukünftiger Haushaltsglobalisierung – zunehmend von Bedeutung. Dabei sind die Informationen nicht nur für die technische Betriebsführung, sondern auch für Organisationsbereiche wie etwa Planung/Controlling oder Haushalt relevant. Derzeit stellen allerdings – besonders auch im Hochschulbereich – verteilte Datensammlungen in verschiedenen Zuständigkeitsbereichen, Datenredundanzen und Dateninkompatibilität sowie ein Anlagenwissen, das stark auf einzelne Mitarbeiter bezogen ist, ein nicht unerhebliches Hindernis für notwendige Veränderungsprozesse im Bereich des Liegenschafts- und Gebäudemanagements dar.²²

Die Integration der Gebäudeautomation in ein Gebäudemanagement bedeutet nicht zuletzt auch die Verknüpfung von Betriebs- und Bestandsdaten. Beispielsweise sind für die Ermittlung spezifischer Kosten die – mittels Gebäudeleittechnik erfaßten – Verbrauchsdaten den Flächen oder anderen Bezugsgrößen zuzuordnen. Ist bei Gebäuden mit geringem Technikanteil die Daten- und Kostenermittlung noch relativ einfach zu bewerkstelligen, so gestaltet sich diese bei hochtechnisierten Liegenschaften schwieriger, da besonders die Inventarisierung komplexer und zudem auch teurer ausfällt²³. Darüber hinaus ist ein Vergleich der auf die Fläche der einzelnen Gebäude bezogenen Kosten allein nicht immer aussagekräftig, vielmehr sind weitere Daten zu berücksichtigen, die durch die Gebäudeautomation im Zusammenspiel mit anderen Informationssystemen generiert werden können.

Die Dokumentation der Anlagen und Gebäude sowie ggf. deren Visualisierung ist – im Zuge einer umfassenden Planung einer Gebäudeautomation wie auch während des Betriebes – von großer Bedeutung für eine funktionierende, effiziente Gebäudebewirtschaftung. Derzeit werden Gebäudeautomations-Systeme und EDV-Systeme zur Flächen- und Bestandsführung, d. h. zur Visualisierung per CAD und zur Datenerfassung und -verwaltung per Raumbuch etc., fast ausnahmslos getrennt entwickelt und betrieben. Dabei werden mit den EDV-Systemen vornehmlich stationäre Daten verwaltet, die aufgrund von lediglich geringen zeitlichen Änderungen bedarfsweise zu aktualisieren sind. Demgegenüber ermittelt und liefert ein

²⁰ [Wahlen, 1995].

²¹ [Leibundgut, 1995], S. 54. Es werden jeweils zwei gleichartige Gebäude mit der jeweiligen Datenpunktdichte und dem Elektrizitätsverbrauch gegenübergestellt.

²² Vgl. auch [FM, 1997].

²³ Vgl. auch [Weber, 1996].

Gebäudeautomations-System hauptsächlich instationäre Daten, die sich laufend ändern, z. B. Meßwerte, Verbrauchswerte, Betriebszustände (s. Abb. 9)²⁴.

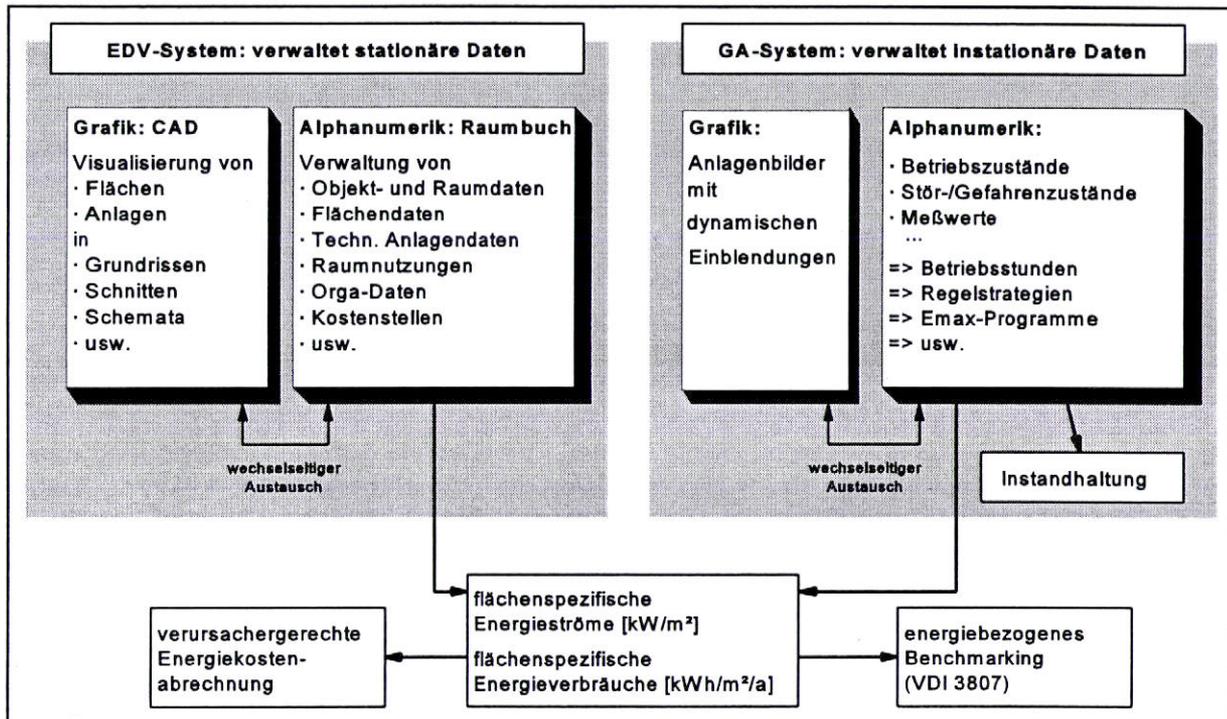


Abb.9: EDV- und Gebäudeautomations-System im Gebäudemanagement

Durch eine Verbindung von Gebäudeautomations-Systemen und EDV-Systemen kann ein EDV-gestütztes Gebäudeinformations-System aufgebaut werden, aus dem alle relevanten gebäudebezogenen Daten abrufbar sind. Diese stehen dann nicht nur für Bauunterhaltung, Instandhaltung, Beschaffung, Reinigung etc. zur Verfügung, sondern können auch für Rechnungslegung, Raumvermietung etc. und ggf. für ein übergreifendes Controlling genutzt werden.

Mit Hilfe eines Gebäudeinformations-Systems, in dem Bestandsdaten, Betriebsdaten, Stammdaten, Wartungsintervalle etc. gespeichert und laufend aktualisiert werden, kann durch die Kombination dieser Daten beispielsweise der optimale Zeitpunkt des Ersatzes von Anlagen(teilen) und die Wirtschaftlichkeit von Anlagen bestimmt werden. Durch die Kopplung mit einem Instandhaltungsplanungssystem ist es möglich, Wartungs- und andere Instandhaltungsintervalle und -leistungen zu optimieren und eine automatische Terminplanung einzurichten. Die regelmäßig erfaßten Zählerwerte (für Energie und Wasser) können mittels eines EDV-Programmes beispielsweise monatlich zusammengestellt und ausgewertet werden, um daraus eine Energiebilanz und am Jahresende ggf. einen Jahresabschlußbericht zu erstellen. Die Datenverwaltung kann transparenter gestaltet werden, die Informationen werden freier zugänglich. Aufgrund dieser verbesserten Datenverfügbarkeit können Kosten für Gebäudebetrieb und Gebäudeunterhaltung reduziert werden, da rechtzeitiger Anlagenersatz erleichtert wird, ineffektive oder entbehrliche Instandhaltungsleistungen besser erkannt werden können, übergreifende Einsparpotentiale leichter zu erfassen sind und Arbeitsabläufe optimiert werden können.

²⁴ Vgl. [Glauche, 1997].

Um eine rasche und möglichst fehlerfreie Informationsübermittlung sowie redundanzfreie, effiziente Arbeitsabläufe zu erreichen, kann ein Datenfluß zwischen der MSR-Technik via Gebäudeleittechnik und anderen gebäudebezogenen Datenquellen, z. B. dem Raumbuch (für flächen- und raumbezogene Verbrauchswerte, Umzugsplanung), oder weiteren in die Datenverarbeitung eingebundenen Aufgabenbereichen wie der Studentenverwaltung (für die Hörsaalbelegungsplanung), der Rechnungslegung und weiteren Verwaltungstätigkeiten ermöglicht werden. Mehrfache Datenerhebung, die neben dem Mehraufwand die erhöhte Gefahr von Eingabefehlern birgt, kann unterbleiben.

Die künftige Perspektive ist, neben einer konzeptionellen Integration durch die Zusammenführung der Aufgaben im Rahmen eines Gebäudemanagements, eine (kommunikations-) technische Verknüpfung durch DV-gestützte Gebäudemanagement- oder Facility-Management-Systeme anzustreben. Maßgebend bei der Implementierung solcher Systeme ist, daß die Planung des Gebäudemanagements nicht aufgrund der Möglichkeiten der Software geschieht, sondern zunächst an den Anforderungen betrieblicher Funktionserfordernisse orientiert ist.

4 Technische Merkmale von Gebäudeautomations-Systemen

Der Begriff Gebäudeautomation wird erst seit Anfang der 90er Jahre verwendet und als Oberbegriff für die gesamte gebäudebezogene MSR- und Überwachungstechnik (Gebäudeleittechnik, DDC-Systeme, Gebäudesystemtechnik, Gefahrenmelde- und Sicherungsanlagen etc.) gebraucht.

4.1 Aufbau von Gebäudeautomations-Systemen

Gebäudeautomation kann, jeweils nach den zugeordneten Aufgabenbereichen, in vier Ebenen gegliedert werden. Abb. 10 zeigt schematisch den praktischen Aufbau eines solchen Gebäudeautomations-Systems. Die Leitebene kann sich bei größeren Einheiten aus einer Gesamtleitebene und mehreren Gruppenleitebenen zusammensetzen (s. a. VDI 3814, Blatt 1).

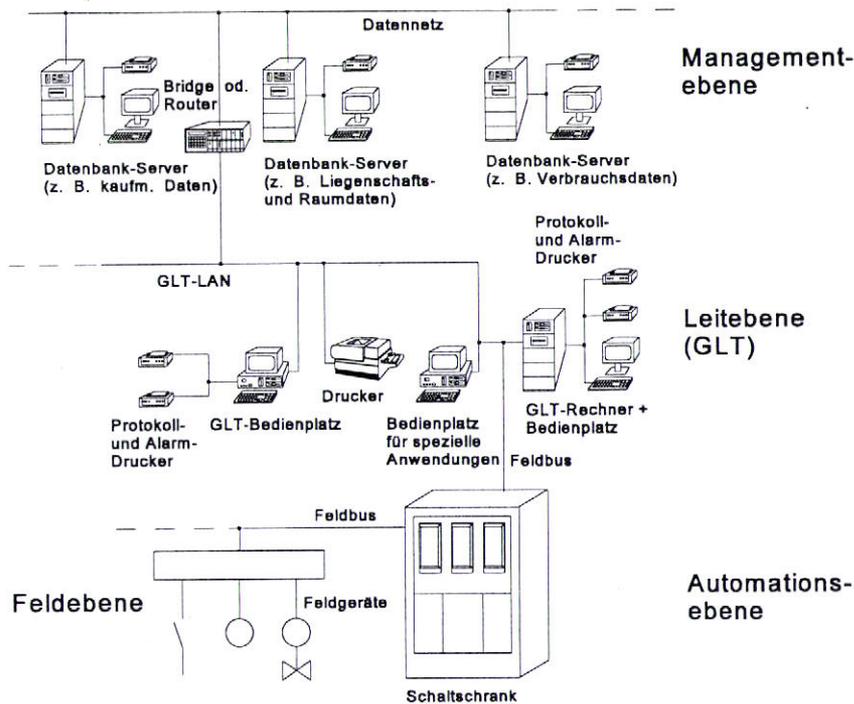


Abb.10: Schematischer Aufbau eines Gebäudeautomations-Systems mit übergeordneter Managementebene

Der Aufbau von Gebäudeautomations-Systemen kann mittels der „klassischen“ Hierarchie aus Feld-, Automations-, Leit- und Managementebene verdeutlicht werden. Neben den GLT-Systemen werden für besondere Aufgaben meist spezielle Systeme eingesetzt. Hierzu zählen u. a. Gefahrenmeldeanlagen, Netzleitsysteme und Prozeßleitsysteme.

4.1.1 Die Feldebene

Die unterste Ebene in der Gebäudeautomations-Hierarchie stellen die Feldgeräte dar. Hierzu werden die Bauteile und Geräte gezählt, die zwischen den technischen Anlagen und den MSR- und Überwachungssystemen angeordnet sind. Sie dienen der unmittelbaren Aufnahme bzw. Ausführung der Grundfunktionen nach VDI 3814 (Melden, Messen, Zählen, Schalten und Stellen). Unterschieden werden je nach Funktion **Sensoren** und **Aktoren** (Aktuatoren). Nach VDI 3814 werden Sensoren und Aktoren auch als **Geber** bezeichnet. Sensoren wandeln die zu messenden physikalischen Größen wie Druck, Temperatur etc. in genormte elektrische Ausgangssignale um. Dabei sind analoge Signale in Form von Spannungen (0...10 V) oder Strömen (0 bzw. 4...20 mA) üblich, bei passiven Gebern sind Widerstände vorgegeben (0...200 Ω oder 0...1 k Ω). **Meßumformer** setzen abweichende Spannungen oder Ströme in genormte Werte um. **Meldekontakte** liefern binäre Informationen, z. B. Ein/Aus, Örtlich/Fern. **Geber mit digital-kodierten Ausgangssignalen**, z. B. Zähler mit Impulsausgang, werden verwendet, um bestimmte Größen zeitabhängig auszuwerten (z. B. um Wärm- und Elektroenergie zu ermitteln). **Aktoren** setzen analoge Spannungs- bzw. Stromwerte in entsprechende mechanische Funktionen um, beispielsweise als Stellmotor bei einem Ventiltrieb. **Befehlskontakte** werden durch binäre Signale aktiviert.

Sensoren und Aktoren mit analogen Ein- und Ausgängen sowie binäre Geber werden zunehmend durch Bausteine mit integriertem Mikroprozessor und Kommunikationsschnittstelle verdrängt. Während analoge Systeme für jeden Geber die Verdrahtung zum Schaltschrank, in dem sich die DDC-Controller befinden, benötigen, ist für digitale Systeme eine üblicherweise zweiadrige Busleitung zur Verbindung mehrerer Geber mit dem DDC-Controller ausreichend. Lediglich die Anschlüsse zur Stromversorgung des Gebers sind noch erforderlich. Der Verkabelungsaufwand reduziert sich damit drastisch. Derzeit gibt es eine Reihe von Bus-Systemen, die sich am Markt durchsetzen müssen, u. a. ASI, CAN, Interbus-S, Local Operating Network (LON), M-Bus und PROFIBUS-DP (s. Abschnitt 4.3.2).

Im Zuge des Einsatzes von „intelligenten“ Gebern ist es auch möglich, Funktionen aus der Automationsebene direkt in die Feldebene zu verlegen. Beispielsweise bieten die Hersteller von Heizungspumpen bereits Pumpen mit integrierter Regelung und Bus-Schnittstelle an.

4.1.2 Die Automationsebene

Die Automationsebene stellt die Verbindung zwischen der Feldebene und den Leitebenen dar. Automationsgeräte (DDC-Controller) nehmen die Informationen aus der Feldebene auf (vgl. Abb. 11) und führen lokale Verarbeitungsfunktionen aus, z. B. Programme zur Steuerung und Regelung der gebäudetechnischen Anlagen. Informationen zur Betriebsüberwachung in Form von Meß- und Zählwerten, Rückmeldungen sowie Störungs- und Alarmmeldungen werden an die Leitebene(n) weitergegeben. Befehle zum zeit- und ereignisabhängigen Schalten sowie zum Steuern und Regeln der Anlagen werden in den Automationsstationen vor Ort durch die ablaufenden Programme generiert oder von der Leitebene an die Automationsstation geschickt, um von dort aus weitergegeben zu werden.

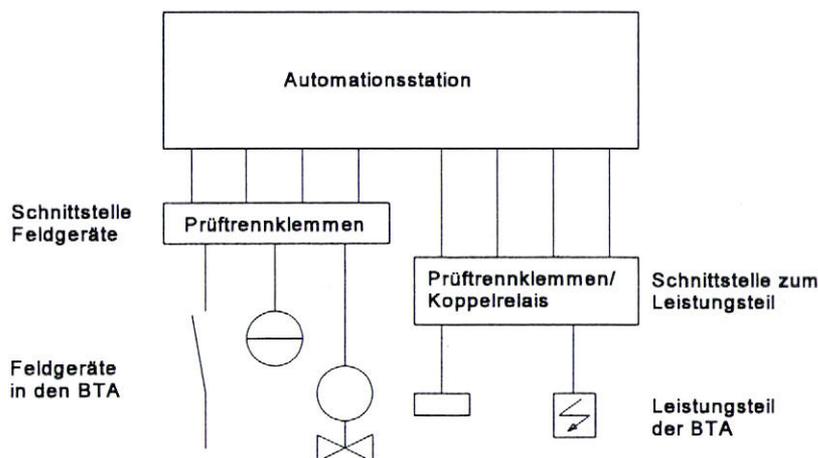


Abb.11: Verbindung von Feld- und Automationsebene gemäß VDI 3814

Die zum Programmablauf notwendigen Daten (Signale) von den Anlagen gelangen auf unterschiedliche Art in die Automationsstationen:

- **Digitale Eingänge** dienen der Erfassung der Zustände von Anlagen und Aggregaten.
- **Analoge Eingänge** werden zur Erfassung und Verarbeitung analoger elektrischer Größen benötigt. Zu unterscheiden sind aktive und passive Meßwertgeber. Aktive Geber liefern als Ausgangswerte Spannungen oder Ströme, passive Geber Widerstände. Die Umsetzung der Meßwerte in die gewünschten physikalischen Größen (Temperatur, Druck etc.) erfolgt über Kennlinien, die auch zur Erfassung nichtlinearer Signalcharakteristiken verwendet werden können, indem eine ausreichende Anzahl Stützwerte gebildet wird. Meßwerte können auch mit oberem und unterem Grenzwert versehen werden und bei deren Über- bzw. Unterschreitung eine Reaktion in Form einer Störungs- oder Alarmmeldung auslösen.
- **Digitale Ausgänge** dienen der Ausgabe von Schaltbefehlen und nicht-stetigen Stellbefehlen. Die Ausgabe sollte als Dauer- oder Impulssignal möglich sein.
- **Analoge Ausgänge** dienen zur Ausgabe stetiger Stellbefehle. Üblich sind hier Gleichspannungssignale (0...10 V oder 0...20 mA).

Die Bildung von **Zählwerten** erfolgt durch ein Softwaremodul, das binäre Impulse zählt, die z. B. an einem digitalen Eingang anliegen. Die Zählimpulsfrequenz muß nach VDI 3814 (Blatt 2) zwischen min. 5 Hz und max. 20 Hz liegen. Zähler dienen u. a. der Erfassung von Energiemengen und Betriebszeiten.

Da innerhalb eines Systems häufig Meßwerte verarbeitet werden, die von mehreren Anlagen stammen, sollte auch die Möglichkeit zur Bildung von **Mittelwerten** und zur Auswahl von **Min/Max-Werten** gegeben sein. Diese Aufgaben werden in der Regel in der Automationsstation durchgeführt. Merkmale solcher Funktionen sind die Anzahl der Werte, auf die sie angewendet werden können und die Möglichkeit, Störungen bzw. Ausreißer ausblenden zu können. Unplausible Werte, die auf Störungen an Meßfühlern hinweisen, sollten erkannt werden und zu entsprechenden Störmeldungen führen.

In der VDI 3814 werden vier Kategorien von Meldungen unterschieden:

- **Gefahrenmeldungen** (oft als **Alarm** bezeichnet) kennzeichnen einen kritischen Zustand, der eine sofortige Reaktion, z. B. Abschalten der Anlage, erforderlich macht. Gefahrenmeldungen müssen vom Bediener im System (nach der Schadensbeseitigung) quittiert werden, bevor der Anlagenbetrieb fortgesetzt werden kann. Eine typische Gefahrenmeldung wäre z. B. ein bevorstehender Überlauf in einer Neutralisationsanlage. Gefahrenmeldungen können in verschiedene Prioritätsstufen eingeteilt sein.
- **Störmeldungen** kennzeichnen einen fehlerhaften Zustand in einem Teil einer Anlage. Diese führen aber i. a. nicht zum Abschalten der ganzen Anlage. Störmeldungen zeigen z. B. den Ausfall eines Motors oder einer Sicherung an. Sie sollten ebenfalls quittiert werden.
- **Wartungsmeldungen** weisen darauf hin, daß die Funktionsfähigkeit der Anlage eingeschränkt ist und entsprechende Arbeiten ausgeführt werden sollten. Wartungsmeldungen führen nicht zum Abschalten einer Anlage. Sie können, müssen aber nicht quittiert werden. Beispiele für Wartungsmeldungen sind verschmutzte Luftfilter in Lufttechnischen Anlagen oder Informationen zum Füllstand von Tankanlagen.
- **Betriebsmeldungen** geben den Schaltzustand eines Aggregates an, z. B. Ein/Aus, Stufe I, II oder III etc.

Gefahren-, Stör- und Wartungsmeldungen funktionieren nach dem Ruhestromprinzip, Betriebsmeldungen nach dem Arbeitsstromprinzip.

Einige DDC-Controller bieten bereits vor Ort die Möglichkeit, Systeminformationen wie Meßwerte und Anlagenzustände anzuzeigen. Dies kann im einfachsten Fall durch ein vorhandenes Display geschehen, auf dem aktuelle Meßwerte und Zustände abrufbar sind, oder durch den Anschluß eines externen Rechners (PC, Laptop). Ist eine graphische Darstellung der Werte möglich, z. B. indem sie innerhalb einer schematischen Darstellung der Anlage eingeblendet werden, so wird dieser Vorgang als **Prozeßvisualisierung** bezeichnet.

Viele Gebäudeautomations-Hersteller haben ihre Systeme so aufgebaut, daß eine zusätzliche Ebene zwischen Automations- und Feldebene entsteht. Eingesetzt werden dort sog. **Anschlußmodule**, die über eine eigene Bus-Leitung (vorwiegend herstellerspezifische Lösungen, vereinzelt auch Lösungen auf der Basis standardisierter oder verbreiteter Feldbus-Systeme) mit dem DDC-Controller verbunden sind und häufig bereits die Umsetzung der Daten in digitale Signale übernehmen. Üblich sind aber auch Anschlußmodule, die über eine sog. Backplane²⁵ direkt mit dem Controller verbunden sind. Hier dienen die Module nur zur Pegel- bzw. Signalanpassung. Anschlußmodule werden meist auch zur Realisierung einer Handbedienebene (als Notbedienebene) benutzt.

Die Verbindung der DDC-Controller untereinander bzw. mit der Leitebene erfolgt über **Bus-Systeme**, die in der Regel herstellerspezifisch ausgeführt sind. Im ungünstigsten Fall verwenden Hersteller für unterschiedliche Serien ihrer Systeme zueinander inkompatible **Bus-Protokolle**. Der Aufwand für die **Protokollumsetzung** ist abhängig von den spezifischen Eigenheiten der zu verbindenden Systeme. Unter Umständen wird der Anschluß eines Protokollumsetzers (Gateway) erforderlich. Neben der Umsetzung von Protokollen zur Datenübertragung, die für standardisierte Protokolle in der Regel nur geringe Kosten verursachen, gestaltet sich der anwendungsspezifische Datenaustausch, d. h. der Austausch der GLT-spezifischen Daten, wesentlich schwieriger. Das Grund ist, daß die Hersteller für ihre eigenen Protokolle Rechte geltend machen und ggf. den Abschluß besonderer Übertragungsvereinbarungen verlangen. Dies führte in der Vergangenheit bei der Zusammenschaltung von Systemen verschiedener Hersteller häufig zu Problemen. Einige genormte oder standardisierte Kommunikationssysteme

²⁵ Rückwandverdrahtung in Form einer Schiene oder Platine mit Steckplätzen (Stromversorgungs- und Signalleitungen), die für die Aufnahme von Modulen oder Steckkarten vorgesehen sind.

haben mittlerweile aber Marktanteile für sich beanspruchen können. Hierzu zählen u. a. der Process Field Bus und das Local Operating Network (LON) mit ihren – allerdings nicht genormten – Gebäudeautomations-Profilen.

Zentraler Bestandteil der **Software** von DDC-Controllern sind **Programme** zur Steuerung und Regelung der Betriebstechnischen Anlagen. Zu den **Steuerungsaufgaben** zählen z. B. das Stellen von Außen- und Fortluftklappen, Einschalten von Pumpen, Enthalpie-abhängige Umluftklappensteuerung, Nachtkühlbetrieb und das An- und Herunterfahren bestimmter Anlagen. Für die Regelung sind Algorithmen, die eine P-, PI- oder PID-Charakteristik aufweisen, gebräuchlich. In der Heizungs- und Raumluftechnik wird, zur Verbesserung des Regelverhaltens, häufig eine spezielle Kombination von Reglern eingesetzt, die als **Kaskadenregelung** bezeichnet wird.

Speziell zur Regelung von Heizungs- und Lüftungsanlagen gibt es eine Vielzahl von Software-Modulen, die in den Systemen der jeweiligen Hersteller verwendbar sind, z. B. **Heizkurvenberechnung** (Berechnung der Abhängigkeit der Heizungsvorlauftemperatur von der jeweiligen Außentemperatur). Durch eine adaptive Regelung ist es möglich, die Heizkurve an die thermischen Eigenschaften eines Gebäudes anzupassen. Zum Teil werden auch DDC-Controller angeboten, die speziell auf die Regelung von RLT- oder Heizungsanlagen, wahlweise als Stand-Alone-Systeme²⁶ oder als Teil eines Leitsystems, zugeschnitten sind.

Auch auf der Automatisierungsebene ist bereits die Ausführung sog. **übergeordneter Aufgaben**, die ansonsten der Leitebene (s. Abschnitt 4.1.3) zuzuordnen sind, möglich. Das Zusammenschalten von DDC-Controllern über eine Bus-Leitung schafft in der Regel ein völlig autarkes System, das es ermöglicht, auch ohne Kommunikation mit der Leitzentrale Daten auszutauschen, Programme abzuarbeiten und Befehle auszuführen. In sog. **Peer-Netzwerken** (auch Peer-to-Peer-Netze genannt) ist der direkte Datenaustausch zwischen den verschiedenen DDC-Controllern möglich, ohne daß ein dedizierter Server vorhanden sein muß. Die Steuerung der Kommunikation (Buszugriff) wird von einem DDC-Controller, dem die Aufgabe eines Masters zugewiesen wurde, übernommen.

So können beispielsweise **Zeitprogramme** (zeitabhängige Reaktionsprogramme) in einem DDC-Controller abgearbeitet werden, die Schalthandlung selbst wird jedoch über eine andere, räumlich entfernte Automationsstation ausgeführt. Zeitprogramme können in einem DDC-Controller abgelegt werden und zu den vorprogrammierten Zeitpunkten Anlagen ein- oder ausschalten. Darüber hinaus kann zwischen mehreren Stufen oder Anlagenparametern (z. B. Reglersollwerten) umgeschaltet werden. Zeitschaltprogramme lassen die Eingabe der Schaltzeiten nach einem Tages-, Wochen- oder Jahresplan zu. Ferien- und Feiertage lassen sich in den Plan übernehmen. Die verschiedenen Systeme unterscheiden sich durch die Bedienungsmerkmale und durch die Möglichkeit, bestimmte Operationen, Programme etc. frei den Schalthoptionen zuzuordnen.

Ereignisabhängige Reaktionsprogramme werden eingesetzt, wenn in Abhängigkeit von bestimmten Ereignissen – z. B. Zustandmeldungen, bestimmte Meß- oder Zählwerte bzw. deren Über- oder Unterschreitungen – Reaktionen in Form von Schaltbefehlen ausgelöst oder Programme gestartet werden.

Beispielsweise kann die Unterschreitung eines Meßwertes für die Beleuchtungsstärke die Beleuchtung einschalten. Die Meldung eines gerissenen Ventilator-Keilriemens in einer Lüftungsanlage kann dafür sorgen, daß der betreffende Motor abgeschaltet wird und bei Bedarf ein Programm starten, das – über entsprechende Schnittstellen – einen Service-Techniker per Funk oder Telefon alarmiert.

²⁶ Unter einem Stand-Alone-System wird i.a. ein DDC-System verstanden, das aus einzelnen oder mehreren miteinander verbundenen Controllern besteht und das autark, d.h. ohne Verbindung zu einem Leitsystem, die Regelung bzw. Steuerung einer Anlage übernimmt.

Zu den ereignisabhängigen Programmen zählen auch die im folgenden beschriebenen Optimierungsprogramme (Heizzeiτοptimierung und Spitzenlastoptimierung).

Beim **gleitenden Schalten** in Verbindung mit der **Heizzeiτοptimierung** wird unter Berücksichtigung von Außen- und Gebäudeinnentemperatur der Einschaltzeitpunkt der Heizung für den Tagbetrieb und der Abschaltzeitpunkt für den Nachtbetrieb so gelegt, daß mit dem geringstmöglichen Energieaufwand die gewünschte Raumtemperatur zum gewünschten Zeitpunkt erreicht wird. Das Programm sollte in der Lage sein, die verzögerte Temperatureaufnahme infolge der Speicherfähigkeit der Wände zu berücksichtigen. Bei Nichtnutzung wird die Heizleistung entsprechend zurückgenommen, bis bei einem festgelegten Minimalwert nur noch ein **Stützbetrieb** gefahren wird.

Ein weiteres Programm, mit dem in vielen Fällen hohe Kosteneinsparungen erreicht werden können, ist die sog. **Spitzenlastoptimierung (E-Max)**. Interessant ist der Einsatz dieses Programms, wenn an der Stromeinspeisung des Energieversorgungsunternehmens (EVU) ausgeprägte Leistungsspitzen auftreten, da diese i. d. R. in den Leistungspreis einfließen. Zur Ermittlung des Leistungspreises werden diese vom EVU über eine Meßperiode von 15 Minuten gemittelt (für den Leistungspreis ist i. a. der Mittelwert der drei höchsten Monatsmaxima eines Jahres ausschlaggebend). Gemessen wird jeweils der Momentanwert der Leistung und durch Interpolation der zu erwartende Wert am Ende der Meßperiode ermittelt. Die Meßperiode des DDC-Controllers muß dabei mit der des EVU übereinstimmen, was durch Auswertung des EVU-Synchronimpulses gewährleistet ist. Wenn das Programm eine zu große Leistungsaufnahme erwartet, werden Verbraucher nach einer festgelegten Reihenfolge abgeschaltet. Dies erfolgt nach Prioritäten gestaffelt. Es sollte dabei festlegbar sein, wie groß die Mindestdauer zwischen zwei Schaltvorgängen an einer Anlage sein muß (– dies kann durch eine Einschaltsperr erreicht werden). Vom Programm müssen auch außergewöhnliche Zustände (Anlagenreparatur, befristeter Dauer-Handbetrieb) berücksichtigt werden können. Schaltvorgänge sollten dabei auf ein Minimum reduziert werden. Sofern die wesentlichen Verbraucher über die betreffenden DDC-Controller angesprochen werden, kann dieses Programm auf der Ebene der Automationsstation ablaufen. Häufig, besonders wenn mehrere Systeme oder verschiedene Systemgenerationen zu koordinieren sind, findet sich diese Software allerdings auf dem Leitsystem. Das eingesetzte System muß für das eingesetzte EVU-Meßverfahren und ggf. besondere Tarifabsprachen geeignet bzw. umschaltbar sein. In Abb. 12 ist als Beispiel der Tageslastgang eines Transformators dargestellt.

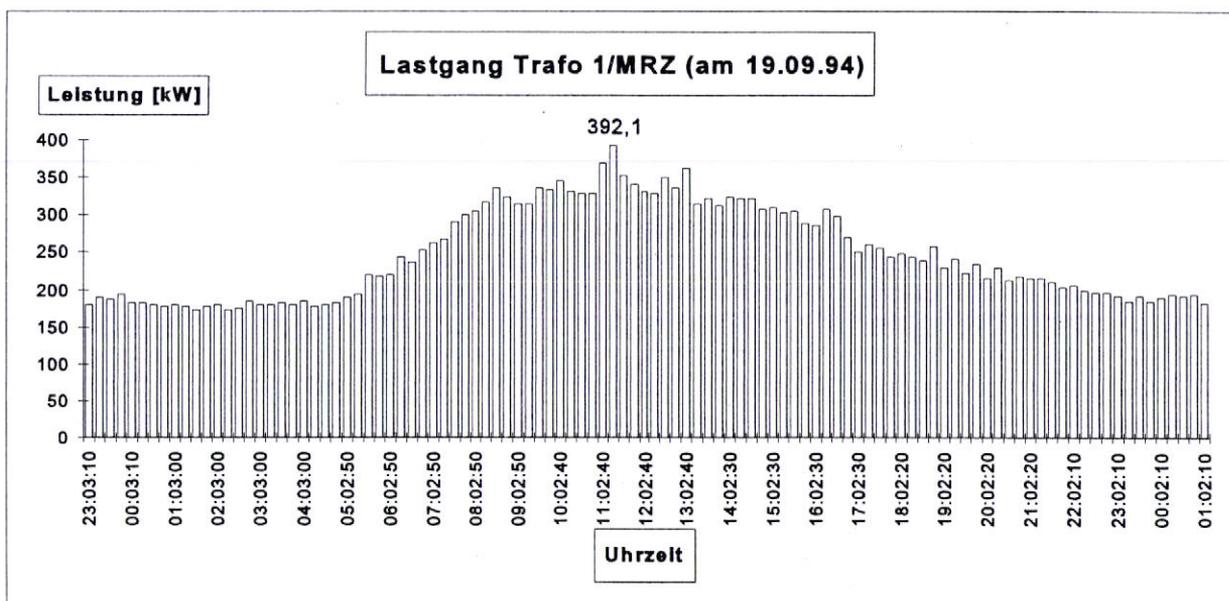


Abb.12: Beispiel für einen Lastgang

Wäre der Trafo in dem Beispiel direkt mit einem EVU-Zähler zur Leistungsmessung ausgestattet, so würde dieser einen Spitzenwert von 392,1 kW anzeigen. Liegt die EVU-Messung in drei Monaten des Jahres in einem vergleichbaren Bereich, so ist die Leistung in der entsprechenden Höhe abzurechnen. Bei einem angenommenen Leistungspreis von ca. 200 DM/kW (je nach Vertrag sind Werten von ca. 180 bis 300 DM üblich) und einem Leistungs-Mittelwert über drei Monatsmaxima von 390 kW sind beispielsweise 78.000 DM zu bezahlen. Abb. 12 läßt vermuten, daß durch den Einsatz eines Spitzenlastoptimierungsprogramms eine Leistungsreduzierung auf ca. 350 kW zu erreichen ist. Diese Reduzierung bedeutet eine Kostenersparnis von ca. 8.000 DM im Jahr (ca. 10% der Gesamtkosten).

Eine weitere Aufgabe der Software auf DDC-Controller-Ebene ist die Gewährleistung einer **energiesparenden Betriebsweise** der angeschlossenen Anlagen. Dies kann, außer durch die Möglichkeiten der Abschaltung außerhalb der Hauptnutzungszeiten, auch durch die Bereitstellung geeigneter Regelungsfunktionen erfolgen. Dadurch kann beispielsweise die Wärmerückgewinnung einer Lüftungsanlage gesteuert, eine RLT-Anlage optimal an die klimatischen Verhältnisse angepaßt oder das automatische Abschalten von Anlagen oder Anlagenteilen in Abhängigkeit von Bedarf und Nutzungsart ermöglicht werden.

4.1.3 Leitebene

In der DIN 19222 sind die Begriffe Leiten und Leitebene näher definiert. Demnach wird unter Leiten „die Gesamtheit aller Maßnahmen [verstanden], die einen im Sinne festgelegter Ziele erwünschten Ablauf eines Prozesses bewirken. Die Maßnahmen werden vorwiegend unter Mitwirkung des Menschen aufgrund der aus dem Prozeß oder auch aus der Umgebung erhaltenen Daten mit Hilfe der Leiteinrichtung getroffen.“ Nach der weiteren Definition dieser Norm umfaßt die Leiteinrichtung „alle für die Aufgaben des Leitens verwendeten Geräte und Programme sowie im weiteren Sinne auch Anweisungen und Vorschriften“. Zu den Aufgaben des Leitens gehören das Messen, Zählen, Steuern, Regeln, Optimieren, Überwachen, Schützen, Auswerten, Anzeigen, Melden, Aufzeichnen, Protokollieren, Eingreifen sowie das Erfassen, Eingeben und Verarbeiten, Übertragen und Ausgeben von Daten. Einige Funktionen dieser Aufzählung werden bereits auf der Automationsebene durchgeführt und ggf. an die Leitebene weitergegeben. Damit wird deutlich, daß es eine scharf abgegrenzte Leitfunktion in einem Prozeß nicht gibt. Die Leitebene benötigt vielmehr die darunter liegende Automationsebene, um als GLT-System zu funktionieren.

Häufig ist eine Unterteilung der Leitebene in Einzel- und Gruppenleitebene anzutreffen. Grundsätzlich ändert dieser Umstand nichts an der Definition eines Leitsystems. Die Gründe für eine solche Aufteilung können technischer Natur sein (Inselrechner als Protokollumsetzer) oder organisatorische Gründe haben (geforderter Bedienplatz für eine Anlage bzw. eine Anlagengruppe, erwünschter Zugriff einer bestimmten Gruppe).

Auf der Leitebene werden **zentrale Verarbeitungsfunktionen** und Programme mit **anlagenübergreifenden Funktionen** ausgeführt. Dazu zählen beispielsweise Zeitschaltprogramme, die sich auf mehrere Anlagen oder Gebäude beziehen, übergeordnete Energiemanagementprogramme (z. B. Lastspitzenoptimierung) sowie übergeordnete Betriebsführungsaufgaben. Werden Programme mit übergeordneten Funktionen eingesetzt, so ist insbesondere bei heterogenen Systemen oder beim Einsatz nicht vollständig kompatibler Systemfamilien darauf zu achten, daß die gewünschten Funktionen ohne unerwünschte Leistungseinbußen realisierbar sind. Bei der Planung und Ausführung ist darauf zu achten, daß das Zeitverhalten des Gesamtsystems den Anforderungen genügt und Parameter für übergeordnete Funktionen (z. B. Abschaltprioritäten für E-Max-Programme) einheitlich festgelegt werden können, damit die Programme bestimmungsgemäß ausgeführt werden können.

Zentrale Bedeutung kommt der Leitebene bei den Aufgaben **Bedienen** und **Beobachten**, **Alarmieren** und **Protokollieren** zu. Diese Aufgaben erfordern Aktionen und Reaktionen von Außen, beispielsweise durch das Bedienpersonal. Für die Leitebene eines Gebäudeautomations-Systems hat daher die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine eine wichtige Funktion.

Auf der Leitebene finden sich eine Reihe von **Managementaufgaben**, die insbesondere Energie- und Instandhaltungsmanagement umfassen. Beispielsweise ermöglicht es die Auswertung von **Trendkurven**, ein eventuelles Fehlverhalten oder ungünstige Betriebszustände der Anlagen frühzeitig zu erkennen, so daß eine Schadensvermeidung oder -begrenzung möglich wird. Ein Schwerpunkt liegt in der **Betriebsführung**. Dazu zählen Aufgaben wie die Erarbeitung und Umsetzung von Vorgaben für den Betrieb, die Erstellung von Analysen und Berichten über Kosten und Verbräuche, Erstellung, Pflege und Verwaltung von Dokumentationen, Führung von Statistiken sowie die Durchführung von Ingenieuraufgaben an den Anlagen selbst (z. B. Optimierung, Schwachstellenanalyse und -beseitigung). In der VDI 3814 (1 u. 3) sind weitere Managementfunktionen aufgeführt.

Hinzu kommen Funktionen zum Datenaustausch mit anderen Systemen sowie zur Fernbedienung und zum Fernbetrieb von Anlagen. Außerdem werden Funktionen zur Datensicherung und Archivierung benötigt. Häufig nicht für den Endkunden verfügbar oder nur schwer zu beschaffen sind die speziellen Werkzeuge zur Änderung, Erweiterung und zum Test des Gebäudeautomations-Systems. [Kranz, 1995].

Auf der Leitebene wird oft ein Datenaustausch oder eine Verknüpfung mit anderen Leit- und Überwachungssystemen realisiert. Damit ist z. B. die Aufschaltung von Brand- und Gefahrenmeldeanlagen, Netz- und Prozeßleitsystemen gemeint, sofern diese nicht ohnehin schon in die GLT integriert sind. Vorteilhaft wirkt sich zumindest die Aufschaltung von Stör-, Wartungs- und Alarmmeldungen solcher Systeme auf die GLT aus, da dann alle Meldungen an einer zentralen Stelle bzw. einem ständig besetzten Bedienplatz zusammenlaufen können.

Häufig wird bereits für die Leitebene einer GLT der Begriff **Managementebene** verwendet. Dies ist insofern plausibel, weil hier die o. g. (technischen) Managementaufgaben wahrgenommen werden. Es erscheint daher zweckmäßig, eine übergeordnete Ebene als Managementebene zu betrachten, die, wie in Abb. 10 dargestellt, ein umfassendes Informationssystem (Datenbanksystem) darstellt (s. a. Abschnitt 4.1.4).

4.1.4 (Übergeordnete) Managementebene

Die übergeordnete Managementebene bezeichnet hier eine Ebene, auf der die Funktionen für das **Gebäudemanagement** oder **Facility Management** schwerpunktmäßig konzentriert sind. Die Gebäudeautomation dient darin als Datenlieferant für weitere Informations- und Steuerungssysteme in einem Betrieb oder einer Einrichtung (z. B. Rechnungswesen) und stellt aufbereitete Informationen für die Unterstützung von strategischen Entscheidungen zur Verfügung.

Auf der Managementebene laufen dann alle Informationen über die Liegenschaft(en) zusammen: Energieverbräuche und -kosten, Reinigungsdaten und -kosten, Flächendaten, Anlagendokumentationen etc. Üblicherweise erfordert die Pflege solcher Datenbestände einen hohen Aufwand. Zur Verringerung des dafür erforderlichen Aufwands ist es zweckmäßig, ein **Datenbank-System** zu schaffen, das mit Schnittstellen zu den verschiedenen Einzelsystemen ausgestattet ist. Datenbanken können über standardisierte Schnittstellen miteinander kommunizieren. Genannt

geführt, daß getrennte, d. h. eigenständige Brandmeldesysteme installiert werden. Für den Fall, daß eine Kombination aus GLT und Brandmeldeanlage angestrebt wird, kann eine Klärung des Sachverhaltes mit dem VdS erforderlich sein³⁰.

In der Praxis wird es häufig jedoch als ausreichend angesehen, wenn Informationen einer Brandmeldeanlage an die GLT weitergegeben werden können und der Zugriff auf bestimmte Funktionen, insbesondere Wartungsfunktionen und Zustandsmeldungen der Gesamtanlage sowie von einzelnen Brandmeldern, möglich ist. Dazu genügt in den meisten Fällen ein wenig aufwendiger Datenaustausch. Im einfachsten Fall, bei Verwendung einer kostengünstigen unidirektionalen Schnittstelle, werden lediglich Informationen von der Gefahrenmeldeanlage, z. B. das Auslösen eines Brandmelders, an die GLT weitergegeben, so daß keine aufwendigen Protokollkonverter erforderlich sind. Viele GLT-Anbieter bieten Schnittstellen zu Gefahrenmeldesystemen an. Die Bedienung des Brandmeldesystems kann dann auf wenige Fälle, in denen beispielsweise Funktionen parametrieren werden müssen oder auf den Gefahrenfall, beschränkt werden. Wünschenswert wäre allerdings auch hier ein Zugriff, der die vollständige Bedienung des Systems vom GLT-Bedienplatz aus ermöglicht sowie ein an den täglichen Erfordernissen orientierter Zugriff auf die Brandmeldeanlage und die angeschlossenen Komponenten. Der Bedienplatz der Brandmeldeanlage wäre dann redundant und diente einer erhöhten Sicherheit. Er wird ansonsten nur im Brandfall und zur Parametrierung benötigt.

Als Teil der Gefahrenmeldeanlagen sind auch die sog. Sicherungsanlagen zu betrachten. Hierzu zählen Löschanlagen, Alarmierungsanlagen, Fernseh- und Raumbesichtigungsanlagen, Zutrittskontrollanlagen und Wächterkontrollanlagen. Funktionen zur Zutrittskontrolle und Wächterrundgangkontrolle sind häufig als Bestandteil einer GLT verfügbar.

4.1.5.2 Netzleitsysteme für Mittelspannungs-Schaltanlagen

Die Überwachung von Mittelspannungs-Schaltanlagen wird häufig mit einem GLT-System durchgeführt. Seltener findet sich dagegen die Nutzung der GLT zum Schalten der Anlagen. Begründet wird dies mit einem gewissen Unbehagen und Mißtrauen gegenüber der Sicherheit von GLT-Systemen. Andererseits berichten diejenigen Anwender, die ihre Mittelspannungs-Schaltanlagen mit Hilfe der GLT bedienen, durchweg über gute Erfahrungen. In einigen Fällen wurden lediglich Nachteile durch zu lange Reaktionszeiten beklagt, die dazu führen können, daß sich Schaltungen infolge von zeitabhängigen Verriegelungsmechanismen nicht durchführen lassen. Der Verriegelungsmechanismus besteht aus einem Paßwortschutz und aus einer zeitlich befristeten Schaltfreigabe. Die Ausführung einer Schalthandlung im Mittelspannungsnetz benötigt aus Sicherheitsgründen, zur Vermeidung unbeabsichtigter Schalthandlungen, die Eingabe eines Paßwortes, damit die Schaltfreigabe erteilt werden kann. Die Freigabe erfolgt aber nur für einen vorgegebenen Zeitraum (z. B. 30 Sekunden) und wird anschließend wieder zurückgesetzt³¹. Zum Schalten von Mittelspannungseinrichtungen ist eine besonderer Qualifikation (Schaltberechtigung) erforderlich. Gegen einen unbefugten Zugriff schützen die Verriegelungsmechanismen nur eingeschränkt. Ein absoluter Schutz gegen solche Zugriffe ist aber auch bei Netzleitsystemen oder bei ausschließlich handbetätigten Vor-Ort-Schaltungen nicht zu gewährleisten.

³⁰ Das gilt nicht zwingend für den Hochschulbereich, da die Anforderungen des VdS keinen Gesetzescharakter haben und öffentliche Einrichtungen i. d. R. eigenversichert sind, d. h. nicht von Gesellschaften, die dem VdS angehören, vertreten werden.

³¹ Beispiel: In einem Klinikum wird die Mittelspannung über die GLT geschaltet. Die Schalthandlungen sind paßwortgeschützt. Der Freigabebefehl ist mit einer Rückmeldung gekoppelt, die z. B. erst nach 15 Sekunden eintrifft. Für die Rückmeldung des anschließenden Schaltbefehls werden ebenfalls 15 Sekunden benötigt. Als zusätzliche Sicherheitsmaßnahme wird die Schaltfreigabe aber nach 30 Sekunden gelöscht.

4.1.5.3 Überwachungssysteme für Förderanlagen

Die Aufschaltung von Aufzugsanlagen auf die GLT (Störung, Alarm) ist mittlerweile Standard. Steuer- und Regelaufgaben werden im Normalfall durch den Aufzugshersteller realisiert. Die früher häufig als wichtig erachtete Sprechverbindung über das GLT-System ist mittlerweile, angesichts der vielen Möglichkeiten, die sich im Bereich der Telekommunikationstechnik bieten, unbedeutend geworden.

Da Steuerungen für Förderanlagen in der Regel mit SPS-Systemen³² realisiert sind, kann es vorteilhaft sein, wenn es Kopplungsmöglichkeiten zur GLT gibt. Einige GLT-Hersteller ermöglichen die Aufschaltung der Steuerung von Aufzugs-, Fahrtreppen- oder Fahrsteiganlagen direkt auf ihr System. Damit lassen sich, je nach Art der Aufschaltung, detailliertere Informationen über den Betriebszustand der Anlagen entnehmen und ggf. Änderungen im Betrieb parametrieren.

Kleinförderanlagen und automatische Warentransportanlagen besitzen ebenfalls eigene Steuerungen, die mit SPS-Systemen realisiert sind. Oft sind eigene Bediensysteme vorgesehen. Von Vorteil ist, wenn die SPS über die GLT angesprochen werden kann und auf ein getrenntes Bediensystem verzichtet werden kann.

4.1.5.4 Prozeßleitsysteme

Als Prozeßleitsystem wird ein Automatisierungssystem bezeichnet, das zur Steuerung und Überwachung von verfahrenstechnischen Prozessen, z. B. im Produktionsbereich, eingesetzt wird. Genaugenommen handelt es sich hierbei nicht um eine andere Kategorie von Leitsystemen, sondern um eine spezielle Bezeichnung für Systeme, die in der Regel auf ein festgelegtes Einsatzgebiet abgestimmt sind. Beispielsweise finden solche Systeme häufig Verwendung zur Regelung und Überwachung besonderer Anlagen, z. B. Blockheizkraftwerke und Produktionsanlagen. Prozeßleitsysteme basieren in der Regel auf SPS-Steuerungen, die auf ein Leitsystem aufgeschaltet sind.

4.2 Kommunikationstechnik in der Gebäudeautomation

Gebäudeautomations-Systeme sind in der Vergangenheit nur eingeschränkt von dem im Zuge der DV-Weiterentwicklung entstandenen Ausbau der Kommunikationstechniken beeinflusst worden. Der Grund dafür liegt vermutlich in der fortgeschrittenen Dezentralisierung der MSR-Aufgaben und Programme, die zu einem verminderten Datenaustausch zwischen Leitsystem und Automationsstationen führten. Auch waren GLT-Systeme in der Vergangenheit eher eigenständige und, einschließlich der Betriebssystemebene, proprietäre Systeme. Erst die kürzer werdenden Generationswechsel in der Rechner-Hardware bei gleichzeitiger Verfügbarkeit kostengünstiger und leistungsfähiger Standardkomponenten führten zu einer Neuorientierung der Hersteller von Gebäudeautomations-Systemen, die die Einführung von Standard-Betriebssystemen in Verbindung mit marktüblichen Datenbanksystemen begünstigte. Damit ergab sich erst die Möglichkeit, Daten zwischen GLT-System und anderen Informatinssystemen sowie Programmen mit geringem Aufwand auszutauschen, was vorher oft recht umständlich mittels Datenübergabe im ASCII-Format³³ oder durch besondere Konvertierungsprogramme vorgenommen werden mußte.

³² SPS = Speicherprogrammierbare Steuerung.

³³ ASCII = American Standard Code for Information Interchange; häufig verwendeter Code zur Datenübertragung, mit dem sich 128 Zeichen darstellen lassen.

Ausschlaggebend für die weitere Entwicklung könnte u. a. die veränderte Ausrichtung der Aufgabenschwerpunkte der Gebäudeautomations-Hersteller werden. Während die Unternehmen bislang ihr Hauptinteresse in Verkauf und Installation von MSR- und GLT-Technik gesehen haben, erweitert sich das Geschäft zunehmend um Dienstleistungen, die Aufgaben wie den GLT- und Anlagenbetrieb, die Anlagenbewirtschaftung bis hin zum Facility Management umfassen. Diese Leistungen werden in der Regel unabhängig vom nutzerseitig eingesetzten Gebäudeautomations-System angeboten. Dadurch sind die betreffenden GLT/DDC-Hersteller selbst mit der Problematik der Fremdsystemanbindung konfrontiert. Hinzu kommt, daß der Einsatz übergreifender Managementsysteme ebenfalls einen umfassenden Datenaustausch erfordert. Daran ist zu erkennen, daß die bereits jetzt bedeutsame Aufgabe, Verbindungen zwischen verschiedenen Systemen zu schaffen, mit der Verbreitung neuer Bewirtschaftungskonzepte noch an Bedeutung gewinnen wird.

4.2.1 Struktur von Datennetzen

Die Datenkommunikation wird in der Regel über spezielle Datennetze abgewickelt. Der in diesem Zusammenhang häufig verwendete Begriff „Bus“ beschreibt zwar an sich eine ganz bestimmte Netzstruktur, wird aber fälschlicherweise oft allgemein für Netzstrukturen bzw. Kommunikationssysteme gebraucht.

Der strukturelle Aufbau eines Netzes läßt sich anhand der physikalischen (sichtbaren) Gegebenheiten (Verkabelung) und anhand des logischen Aufbaus beschreiben.

Die Netztopologie (in Abb. 14 sind verschiedene Topologien dargestellt) beschreibt die physikalische Verkabelungsstruktur eines Netzes.

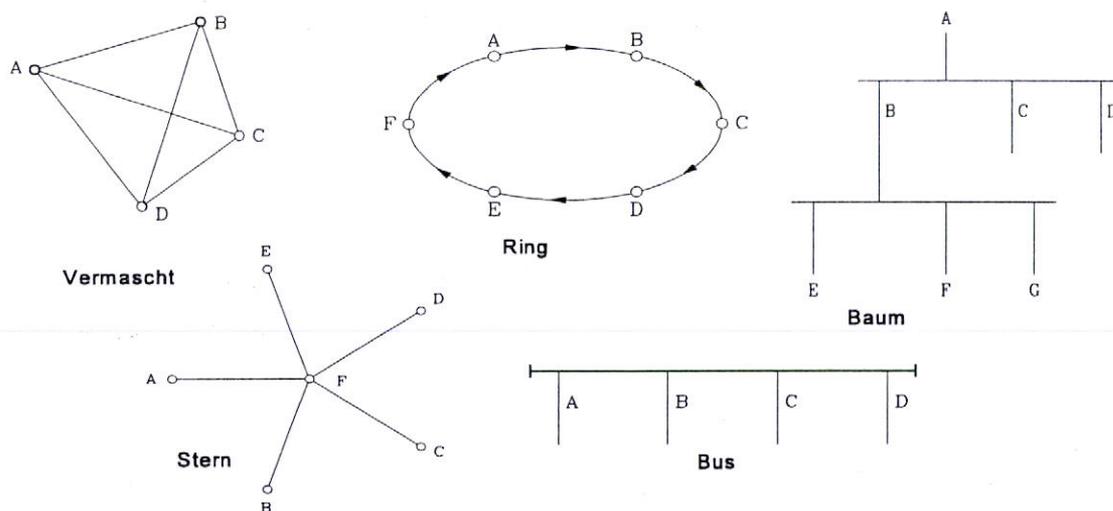


Abb. 14: Netztopologien

In einem vermaschten Netz benutzen jeweils zwei Stationen eine physikalische Verbindung. Ist ein Netz vollständig **vermascht**, kann jeder Teilnehmer mit jedem kommunizieren. Der Verkabelungsaufwand ist hoch, so daß diese Art der Vernetzung in der Kommunikationstechnik keine Bedeutung hat. Bei der **Sternstruktur** ist jede Datenstation über eine eigene Verbindungs-

leitung an einen Vermittlungsknoten (Zentralrechner oder Sternkoppler) angeschlossen. Die übertragenen Informationen erreichen jeden Teilnehmer, die Selektion erfolgt z. B. durch eine mitgesendete Adresse. Bei einer **Busstruktur** sind alle Datenstationen an ein gemeinsames Übertragungsmedium angeschlossen. Durch eine mitgesendete Adresse wird auch hier gewährleistet, daß die gewünschte Station angesprochen wird. Eine **Baumstruktur** läßt sich als hierarchische Zusammenschaltung mehrerer Bus-Netze erklären. Bei einer **Ringstruktur** werden die Informationen von Station zu Station weitergegeben, bis die mitgesendete Zieladresse erreicht ist. Der Datenstrom bewegt sich in den meisten Ringnetzen nur in einer Richtung.

Die **logische Struktur** eines Netzes beschreibt die Art, in der der Datenzugriff ermöglicht wird. Sie ist i. a. unabhängig von der Verkabelungsstruktur. In der Praxis werden hier Bus- (auch als Baum) oder Ringstruktur verwendet. Beispiele für Bus-Netze sind Ethernet und Arcnet³⁴, Beispiele für Ring-Netze sind FDDI³⁵, Token Ring und PROFIBUS. Die Verkabelung wird bei größeren Netzen meist sternförmig ausgeführt, wobei i. a. mehrere Ebenen, auch mit unterschiedlicher Topologie möglich sind. Durch sog. Patch-Felder (Verteiler) läßt sich die Zusammenschaltung eines Netzes verändern, so daß unterschiedliche Topologien realisiert werden können.

4.2.2 Zugriffsverfahren

Ein weiteres Kennzeichen eines Netzes ist das Zugriffsverfahren. Damit wird der Zugriff auf das Transportmedium verwaltet und durch entsprechende Funktionen die Übertragungsfehlerfreie und vollständige Zustellung der Daten zum Empfänger ermöglicht. Verbreitet sind CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) und Token-Verfahren. CSMA/CD ist ein Verfahren, bei dem der gleichzeitige Zugriff mehrerer Teilnehmer auf das Übertragungsmedium erkannt und der dadurch entstehende Konflikt (Nachrichtenkollision) behandelt wird. Das Verfahren wird u. a. bei Ethernet, LON und EIB, z. T. mit leichten Unterschieden, verwendet.

Auf der LAN-Ebene findet bei GLT-Systemen vorwiegend Ethernet Verwendung. In der Automationsebene sind Token-Verfahren häufig anzutreffen. Ein Bitmuster (Token), das den Übertragungsweg als frei oder besetzt kennzeichnet, wird dabei von Station zu Station weitergereicht. Sowohl CSMA/CD-Verfahren als auch Token-Verfahren sind als IEEE-Standards³⁶ genormt. Token-Verfahren können – im Gegensatz zu CSMA-Verfahren – ein deterministisches³⁷ Bus-Verhalten garantieren. Weitere Hinweise zu dem Thema finden sich in [FKGB, 1993a].

Häufig tauchen im Zusammenhang mit Kommunikationsnetzen in der Feld- und Automations-ebene auch die Bezeichnungen „Master“, „Slave“ oder „Master-Slave-Verfahren“ auf. Letzteres bezeichnet nicht ein bestimmtes Zugriffsverfahren, sondern eine Hierarchie innerhalb eines Netzes. Während ein „Master“ das Senderecht für eine Nachricht bei freiem Übertragungsmedium jederzeit für sich beanspruchen kann, sendet ein „Slave“ nur nach vorheriger Aufforderung durch den „Master“. Master-Slave-Systeme ermöglichen in der Regel wegen des

³⁴ Attached Resource Computer Net: nicht-kompatible Variante des Token Bus. Kostengünstig realisierbares Netz mit deterministischem Zugriffsverfahren und einer Brutto-Datenrate von 2,5 (20) MBit/s.

³⁵ Fibre Distributed Data Interface: Token Ring Standard (ANSI) auf der Basis von Lichtwellenleiterübertragung für Hochgeschwindigkeitsnetze.

³⁶ IEEE = Institute of Electrical and Electronic Engineers; Internationale Vereinigung von Ingenieuren, 1963 gegründet.

³⁷ Von einem deterministischen Zeitverhalten wird dann gesprochen, wenn auf ein Ereignis innerhalb einer festgelegten (und hinreichend kurzen) Zeitspanne eine Reaktion in einem System garantiert werden kann. Da z. B. CSMA-Verfahren zur Auflösung von Bus-Kollisionen Zufallsgeneratoren einsetzen und die Antwortzeiten bei häufigen Kollisionen stark ansteigen, sind diese Verfahren vom Prinzip her nicht deterministisch.

einfacheren Protokolls einen schnelleren Datenaustausch, haben aber den Nachteil, daß eine regelmäßige Abfrage (sog. Polling) der Slaves durch den Master erforderlich ist. Ein Slave darf, z. B. im Falle einer Grenzwertüberschreitung, von sich aus nicht aktiv werden. Typische Slave-Anwendungen sind „intelligente“ Aktoren und Sensoren.

4.2.3 Aufbau von Datennetzen

Bei lokalen Datennetzen gibt es eine Unterteilung in drei Bereiche:

- **Primärbereich**, der das sog. Backbone-Netz³⁸, das in der Regel am Gebäude endet, umfaßt.
- **Sekundärbereich**, der die Verkabelung zwischen den Etagen- oder Organisationsbereichsebenen beinhaltet.
- **Tertiärbereich**, mit dem die Verkabelung innerhalb von Etagen- oder Organisationsbereichen bezeichnet wird.

Abb. 15 zeigt eine mögliche Realisierung eines Datennetzes. Die Struktur eines Netzwerks ist meistens nicht homogen. Ein Netz kann vielmehr aus verschiedenen physikalischen Übertragungsmedien (Kupferkabel, Lichtwellenleiter) bestehen, in verschiedene Abschnitte (Segmente) oder in Sub-Netze unterteilt sein sowie unterschiedliche Protokolle verwenden.

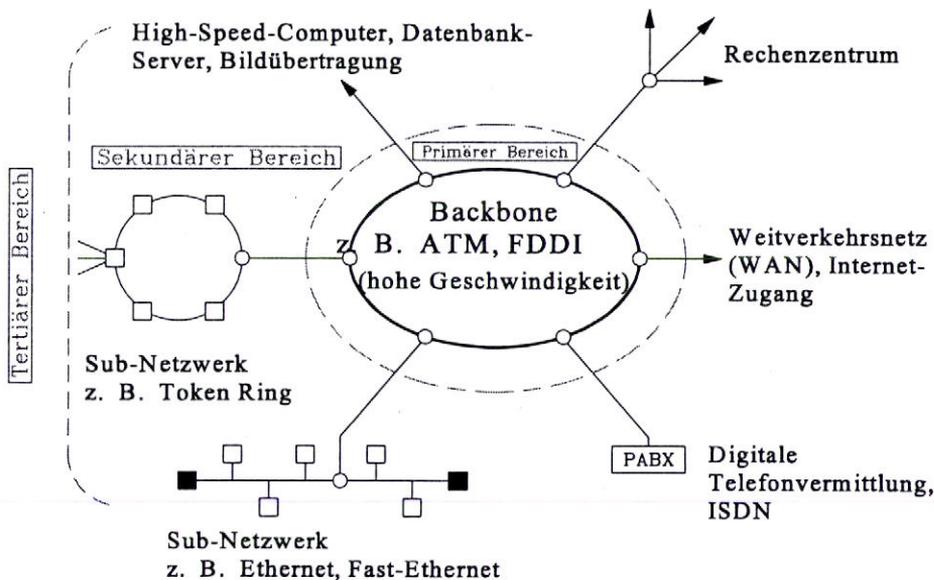


Abb. 15: Möglicher Aufbau eines Datennetzes³⁹

GLT-Systeme weisen ebenfalls eine Verkabelungshierarchie auf. Getrennte Netze sind für Feld-, Automations- und Leit- bzw. Managementebene vorgesehen. Es gibt allerdings auch Ansätze, diese Trennung zu überwinden, wie beispielsweise das LON-Konzept zeigt.

³⁸ Backbone = oberste Verkabelungsebene.

³⁹ In Anlehnung an [Hinterstocker, 1993].

In Abb. 16 sind verschiedene Komponenten zur Verbindung von Teil- und Subnetzen dargestellt. Zwei gleichartige Teile eines Netzes (z. B. Ethernet-Segmente) werden über sog. Repeater miteinander verbunden, um beispielsweise die nutzbare Leitungslänge der Verkabelung zu erhöhen. Durch ein als Bridge bezeichnetes Gerät werden Netze (i. a. gleichen Typs) mit unterschiedlichen Adressräumen miteinander verbunden. Je nachdem, ob es sich um lokale Verbindungen oder um Weitverkehrsnetze handelt, wird auch von einer „local“ oder „remote“ Bridge gesprochen. Router sind ebenfalls zur Verbindung zweier oder mehrerer verschiedener LANs vorgesehen. Im Gegensatz zur Bridge besitzen sie einen erweiterten Funktionsumfang, der sie in die Lage versetzt, den günstigsten Weg für den Datentransport zu ermitteln und die Länge der Datenpakete bei Bedarf anzupassen. Ein Gateway ist im Prinzip ein Gerät zur Übersetzung von zueinander nicht kompatiblen Protokollen.

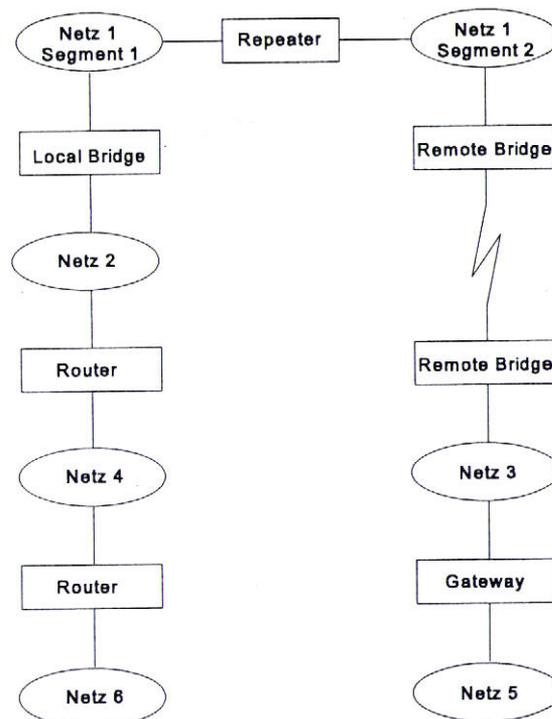


Abb. 16: Komponenten zur Verbindung unterschiedlicher Teilnetze und Segmente⁴⁰

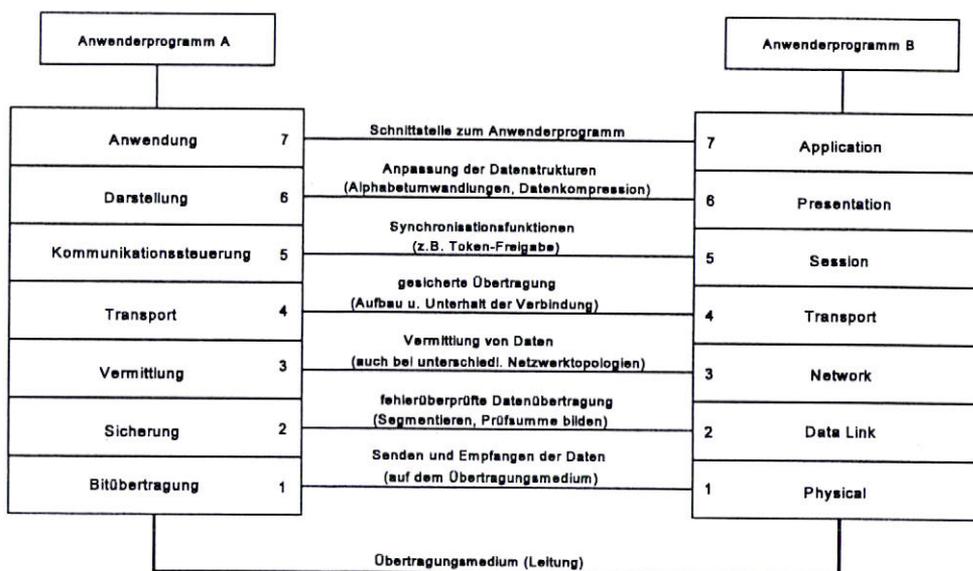
Weitere Netzkomponenten, die auch im Zusammenhang mit GLT-Systemen eine Rolle spielen, sind Sternkoppler oder Hubs, die mehrere Teilnetze oder Endgeräte sternförmig miteinander verbinden. Transceiver ermöglichen die physikalische Anbindung der Einzelgeräte an das Netz, als Multitransceiver erweitern sie eine Schnittstelle um weitere Anschlüsse. Konzentratoren ermöglichen die Umsetzung mehrerer Anschlußleitungen von Endgeräten auf eine einzige, z. B. mit Hilfe eines Multiplexers. Letzterer wird auch als Switch bezeichnet. Switches werden auch verwendet, um bei einem bestehenden Netz, ohne Änderung der Verkabelung, höhere Geschwindigkeiten zu erreichen. Beispielsweise kann dafür eine Fast (100 MBit)-Ethernet Verbindung zwischen Switch-Eingang und Server eingesetzt werden, während die vorhandenen Ethernet-Stränge (10 MBit/s) an die Switch-Ausgänge angeschlossen werden.

⁴⁰ In Anlehnung an [Spiner, 1991].

4.2.4 Darstellung von Kommunikationssystemen

Zur Beschreibung von Kommunikationssystemen wird häufig das OSI-Referenzmodell⁴¹ herangezogen. Dieses Modell ist als ISO Standard (ISO 7498) definiert. Es kann dazu dienen, ein Kommunikationsprotokoll zu definieren. Es lassen sich allerdings nicht alle Protokolle mit diesem Modell beschreiben. Zur Unterscheidung wird von OSI-konformen bzw. von Nicht-OSI-konformen Protokollen gesprochen.

Das OSI-Modell definiert sieben Schichten (auch als OSI-Schichten oder OSI-Layer bezeichnet), denen jeweils bestimmte Funktionen zugewiesen sind. Die unteren Schichten (1 bis 3) dienen elementaren Transportfunktionen bis hin zur Datenvermittlung über ausgewiesene Knoten, die oberen Schichten 4 bis 7 übernehmen (zur Schicht 3) ergänzende Transportfunktionen, die Kommunikationssteuerung und anwendungsorientierte Funktionen. Die Funktionen der einzelnen Schichten sind in Abb. 17 dargestellt und werden im folgenden erläutert.



Aufbau eines Datenpakets:

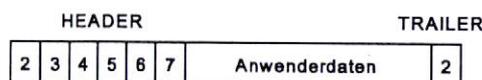


Abb.17: OSI-Referenzmodell

- **Schicht 1 (Bitübertragung):** Diese Schicht ist für das Senden und Empfangen der Daten auf dem Übertragungsmedium (Leitung) verantwortlich. Definiert sind dabei Übertragungsmedium, Steckverbindungen, Signalpegel und simple Datenübertragungsfunktionen (Startbit, Stopbit). Ein Beispiel für eine Spezifikation, die nur die Schicht 1 abdeckt, ist die RS-232-Schnittstelle.
- **Schicht 2 (Sicherung):** Aufgabe der Sicherungsschicht ist die fehlerfreie Übertragung einer Bitfolge. Übertragungsfehler werden z. B. durch das Bilden von Prüfsummen erkannt und ggf. korrigiert. Hierzu ist die Aufteilung des Datenstroms in einzelne Segmente erforderlich. Ein

⁴¹ OSI = Open Systems Interconnection.

weiteres Element dieser Schicht ist die Flußkontrolle, die erforderlich wird, wenn Sender und Empfänger unterschiedlich schnell arbeiten. Die Sicherungsschicht wird oft noch unterteilt in die Schichten 2a (MAC = Media Access Control), die die Schnittstelle zum unteren Layer bildet, und 2b (LLC = Logical Link Control), welche die Schnittstelle zum höheren Layer (das kann je nach Protokoll bereits der Layer 7 sein) darstellt. Als Beispiele für Protokolle, die bis zur Schicht 2 definiert sind, seien hier Ethernet und Token Ring genannt.

- **Schicht 3 (Vermittlung):** Aufgabe der Vermittlungsschicht ist es, den Datenaustausch zwischen Endsystemen (die auch in verschiedenen Netzen angeordnet sein können) zu ermöglichen. Hierzu werden Funktionen zum Auf- und Abbau einer Verbindung zur Verfügung gestellt sowie Wegeauswahlverfahren. Beispiele für Protokolle, die die Schicht 3 umfassen, sind X.25 und IP (= Teil von TCP/IP⁴²).
- **Schicht 4 (Transport):** Diese Schicht sorgt für eine effiziente und zuverlässige Verbindung zwischen den beteiligten Endsystemen unter Ausnutzung der Dienste der Vermittlungsschicht. Hierzu gehören die Flußkontrolle, Fehlererkennung und -korrektur, das Segmentieren und Auffüllen von Datenpaketen (bei fester Paketgröße) sowie Multiplex-Mechanismen für Transportverbindungen. Ein Beispiel für ein Protokoll, das in dieser Schicht angesiedelt ist, ist TCP (= Teil von TCP/IP).
- **Schicht 5 (Kommunikationssteuerung):** Die Schicht 5 übernimmt das Management einer „Sitzung“ zwischen Prozessen, die miteinander kommunizieren. Hierzu gehört die Regelung eines Vorrangdatenverkehrs sowie die Vergabe von Berechtigungsmarken (Token) und das Synchronisieren von Verbindungen, nachdem Übertragungsfehler aufgetreten sind.
- **Schicht 6 (Darstellung):** Die Darstellungsschicht befaßt sich mit der Syntax und Semantik der übertragenen Nachrichten. In diesen Bereich gehören Datenkompressionen, Kryptographie (Verschlüsselung) und Konvertierung von Steuercodes und Zeichensätzen.
- **Schicht 7 (Anwendung):** Hier werden die eigentlichen Anwendungen (z. B. Programme) durch die Bereitstellung jeweils typischer Funktionen unterstützt. Oft werden in dieser Schicht zusätzlich einzelne Funktionen der unteren Schichten mit übernommen, sofern die betreffenden Schichten nicht explizit Teil der Definition des Protokolls sind. Beispiele für Protokolle, die diese Schicht umfassen, sind X.400 (Mail-Dienste) und FTAM (File Transfer).

Grundsätzlich stellt jede Schicht Informationen für die nächsthöhere Schicht zur Verfügung. Ein gutes, oft verwendetes Beispiel zur Veranschaulichung stellt das Verschicken eines Briefes dar. Bei diesem Vorgang werden bestimmte Dienste benötigt, die jeweils nur ganz spezielle Informationen zur Bearbeitung des Vorgangs benötigen (z. B. Postleitzahl zur Vorsortierung, genaue Adresse und Name zur Auslieferung). Analog werden auch bei der Datenübertragung von bestimmten Geräten oder Protokollen nur bestimmte Funktionen ausgeführt und damit nur ein ganz spezieller Teil der Gesamtinformationen benötigt. Der Rest wird unverändert an die nächsthöhere Schicht weitergegeben. Der Anwender bzw. das Anwenderprogramm erhält schließlich die reinen Nutzdaten in der Form, wie sie benötigt werden. Die höheren Schichten öffnen allerdings – bildlich gesprochen – den Brief und übersetzen oder entschlüsseln ihn. Die meisten Protokolle unterstützen je nach Einsatzbereich nur bestimmte Schichten des OSI-Modells. Oft werden dabei trotzdem einzelne Funktionen der fehlenden Schichten benötigt. Diese werden dann i. a. innerhalb der Anwenderschicht definiert.

Die bekannten, für LAN eingesetzten transportorientierten Protokolle sind in der Regel für die Schichten 1 bis 3 oder 4 (z. B. X.25, Ethernet mit TCP/IP) definiert. Protokolle für einen beschränkten Einsatzbereich (z. B. für die Automations- und Feldebene) unterstützen die

⁴² Transmission Control Protocol/Internet Protocol; weit verbreitetes Protokoll zur Verbindung heterogener Systeme, ursprünglich entwickelt im Auftrag des amerikanischen Verteidigungsministeriums.

Schichten 1, 2 und 7 (z. B. PROFIBUS). Protokolle für einen weit ausgelegten Einsatzbereich sind für alle Schichten definiert (z. B. LONTALK).

In der Automations- und Feldebene ist es erforderlich, zusätzliche anwendungsspezifische Definitionen⁴³ für einen Datenaustausch zu treffen. Dazu werden als Ergänzung zu den Kommunikationsprotokollen von den Anwendergruppen spezielle Profile definiert. Diese sind oberhalb der Anwenderschicht des OSI-Modells angeordnet und enthalten anwendungsspezifische Definitionen. Hierzu zählen beispielsweise das PROFIBUS-Profil „Gebäudeautomation“ und die LONMARK-Objektdefinitionen.

4.3 Offene Kommunikation und Offene Systeme

Vom Grundsatz her können zwei Formen der Verbindung von Systemen verschiedener Hersteller unterschieden werden. Bei der **Offenen Kommunikation** findet ein Datenaustausch zwischen den Systemen über geeignete Schnittstellen, Protokollumsetzer oder über spezielle Protokolle statt. Mit der Bezeichnung **Offene Systeme** sind solche Systeme gemeint, die sich durch die Verwendung von standardisierten Komponenten auszeichnen und auf diese Weise von der Herstellervielfalt profitieren. Beispielsweise fällt der Einsatz von Standard PCs, verbreiteten Betriebssystemen, Datenbanken, Standard Netzwerken etc. unter den Begriff „Offene Systeme“. Für den Begriff „Offenes System“ gibt es einen IEEE-Standard von 1990 (IEEE 1003.0). Demnach besitzt ein solches System „Spezifikationen für Schnittstellen, Dienste und Datenformate. Die Anwendungssoftware ist in der Lage, mit anderen Anwendungen zusammenzuarbeiten und stellt sich dem Benutzer in einheitlicher Form dar. Die Spezifikationen sind öffentlich, werden durch offenen Konsensus weiterentwickelt und sind mit internationalen Standards vereinbar“ [Kranz und Jung, 1997].

4.3.1 Offene Kommunikation

Zu Beginn des Einsatzes von Gebäudeleittechnik fand die Datenübertragung zwischen Leitrechner und Unterstationen über vieladrige Kabel statt, die die Signale in analoger Form übertrugen. Die Unterstationen hatten lediglich einfache Funktionen, wie Pegelumsetzungen und Verteilung. Regler waren direkt vor Ort an den Anlagen montiert und alle Geber wurden ebenfalls über analoge Schnittstellen angeschlossen. Der Vorteil dieser Systeme war, daß Komponenten unterschiedlicher Hersteller problemlos zusammenschaltbar waren.

Mit der Einführung von DDC-Controllern und Bus-Systemen fand die Kommunikation über serielle Schnittstellen statt. Die Datenübertragung wurde seitdem in kodierter Form wahrgenommen. Sie ist durch Protokolle definiert. Neben den unbestrittenen Vorteilen, die diese Veränderung mit sich brachte, ergab sich auch ein großer Nachteil: Die Austauschbarkeit der eingesetzten Komponenten war nicht mehr gegeben, weil die Protokolle und die Art der Verarbeitung und Übermittlung von GLT-Daten war nicht mehr einheitlich war. Nahezu jeder Hersteller verwendete seine „eigene Sprache“. Es entstand zwangsläufig bei vielen Nutzern und Auftraggebern der Wunsch, Gebäudeautomations-Komponenten herstellerneutral ausschreiben zu können.

Grundsätzlich ist die Schaffung eines echten Anbieterwettbewerbs nur dann möglich, wenn alle Hersteller unter gleichen Bedingungen an ein Leitsystem angekoppelt werden. Praktisch wurden bisher jedoch überwiegend Fremdsysteme an bestehende Systeme über eine herstellerneutrale Schnittstelle angekoppelt.

⁴³ Das sind z. B. Festlegungen, in welcher Form ein Meßwert zu übertragen ist, wie eine Schaltfunktion angesprochen werden kann etc.

Kopplungen von GLT-Systemen verschiedener Hersteller sind – im Vergleich zu den entsprechenden homogenen Systemen – immer mit Einschränkungen der Leistungsfähigkeit verbunden. Das Maß dieser Einschränkungen ist wiederum abhängig von dem technischen und damit auch finanziellen Aufwand, der für die Kopplung betrieben wird bzw. werden soll. Umfaßt die Aufwandsbetrachtung jedoch das gesamte Leitsystem, so sprechen durchaus gewichtige Vorteile für ein heterogenes System. Es eröffnet die Möglichkeit, spezifische Stärken oder innovative Technologien von Produkten einzelner Anbieter gezielt zu berücksichtigen. Außerdem ist für den Betreiber eine größere Sicherheit gegeben (Investitionsschutz), insbesondere für den Fall, daß der bislang bevorzugte Hersteller ein neues, zu dem vorherigen inkompatibles System auf den Markt bringt oder gänzlich „vom Markt verschwindet“. Ein gewichtiges Argument wird jedoch auch in der verbesserten Verhandlungsposition als Auftraggeber für alle die GLT betreffenden Leistungen zu sehen sein.

Ein GLT-Konzept, das die Integration verschiedener Anbieter von Automationssystemen unter einer einzigen Bedienoberfläche zum Ziel hat, muß sich in der Regel auf die Bereitstellung der in der VDI 3814 festgelegten Grundfunktionen Melden, Schalten, Messen, Stellen und Zählen beschränken. Diese Grundfunktionen stellen aber zugleich eine Minimalforderung an die Leistungsfähigkeit eines solchen Systems dar. Von wenigen Ausnahmefällen abgesehen, erfolgt die Zusammenschaltung solcher Systeme auf der jeweiligen Leitebene. Herstellerspezifische Unterzentralen, die in der Regel aus einem Leitsystem des betreffenden Herstellers bestehen, werden durch geeignete Schnittstellen und Protokolle auf ein Gesamtleitsystem aufgeschaltet.

Eine geeignete Möglichkeit, Einschränkungen, die sich durch die Zusammenschaltung verschiedener Hersteller ergeben, zu verringern, stellt der Betrieb von quasi getrennten Einzelsystemen mit einem zentralen Bediensystem dar, das nur über eingeschränkte Bedienmöglichkeiten verfügt. Die Reduzierung der aufzuschaltenden Datenpunkte bzw. die Beschränkung auf die wichtigsten Funktionen führen zu einer Vereinfachung der Projektierung. Das zentrale Bediensystem wäre geeignet, in dezentral organisierten Liegenschaften eine dauerhafte Leitwartenbesetzung und Überwachung der wichtigsten Funktionen zu ermöglichen.

Die Beschränkung auf die Grundfunktionen bei der Systemzusammenschaltung erfordert für weitergehende Aufgaben einen Zugriff auf die herstellerepezifischen Unterzentralen, insbesondere in den folgenden Fällen:

- Konfiguration von Anlagen (Zuteilung der Datenpunktadressen, Zuordnung von Ein- und Ausgängen, Definition der Kennlinien für die Meßfühler, Verknüpfung der Reglerbausteine mit den zugehörigen Regel- und Stellgrößen),
- Parametrierung der Steuer- und Regelbausteine (Festlegung der Betriebsparameter für Steuer- und Regeleinrichtungen),
- Parametrierung bzw. Änderung von Zeit- und Ereignisprogrammen, sofern der Zugriff auf die Parameter nicht über virtuelle Datenpunkte (Software-Datenpunkte) möglich ist,
- Durchführung von Änderungen an Programmen bzw. Programmierung von Funktionen, die in den DDC-Stationen ablaufen sowie
- Sichern und Nachladen der RAM-Inhalte der DDC-Stationen.

Je nach Art der gewählten Systemkopplung ergeben sich Unterschiede im Umfang der vom Leitreechner aus bedienbaren Funktionen. Entscheidend ist, daß wesentliche Funktionen über die Unterzentralen (Inselrechner) wahrgenommen werden müssen. Die Inselrechner müssen daher entsprechende Merkmale aufweisen. Zur Vermeidung von kostenträchtigen Fehlinstallationen ist hier eine sorgfältige Planung besonders wichtig (s. a. Abschnitt 5.3.2).

4.3.2 Kommunikationsprotokolle in der Gebäudeautomation

In den folgenden Abschnitten werden potentielle Möglichkeiten zur Schaffung von herstellerübergreifender Kommunikation beschrieben, ihre charakteristischen Merkmale herausgestellt und aufgrund von Erfahrungsberichten von Anwendern oder eigenen Beobachtungen bewertet:

- ⊕ ... vorteilhaft bzw. gut geeignet ⊖ ... nachteilig bzw. nicht geeignet

Ergänzt wird die Darstellung durch Hinweise auf bereits realisierte Projekte. Die aufgeführten Protokolle sind in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt. In der Gebäudeautomation weniger verbreitete oder spezielle Protokolle sind in einem Abschnitt am Ende dieser Aufstellung zusammengestellt.

Eine kurze Übersicht über verschiedene in der Automatisierungstechnik gebräuchliche Kommunikationsprotokolle gibt Abb. 18.

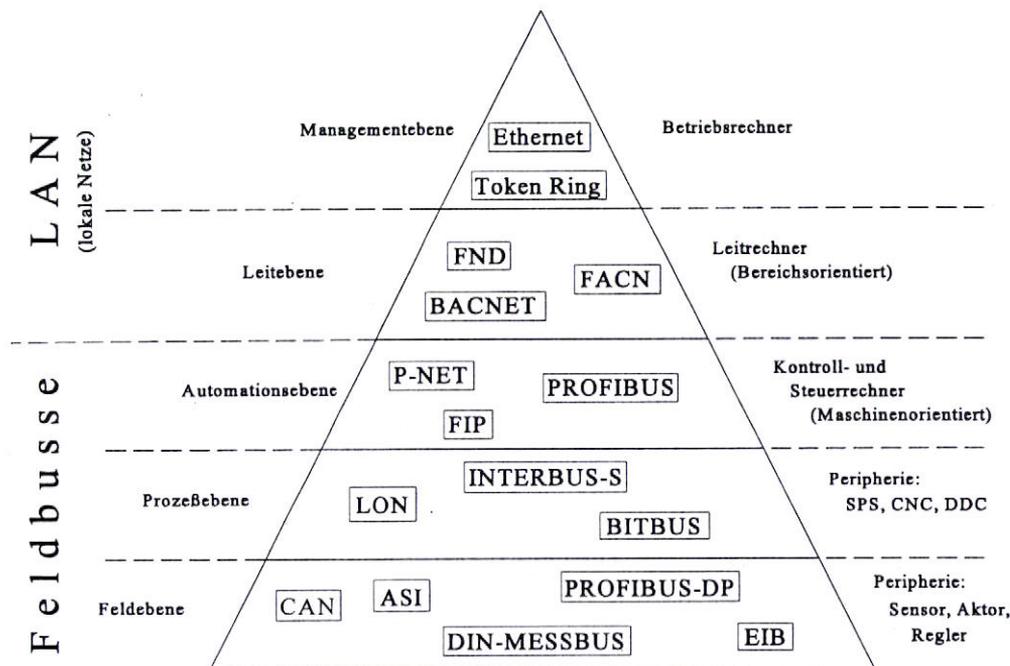


Abb. 18: In der Automatisierungstechnik gebräuchliche Kommunikationsprotokolle

4.3.2.1 BACnet

Die (amerikanische) Standardisierungskommission ASHRAE⁴⁴ hat bereits 1987 erste Aktivitäten zur Entwicklung eines Kommunikationsprotokolls für die Gebäudeautomation in einer Arbeitsgruppe unter der Bezeichnung SPC-135P begonnen. Als Ergebnis wurde der ASHRAE-Standard 135-1995 – BACnet – A Data Communication Protocol for **B**uilding **A**utomation and **C**ontrol **N**etworks im Jahre 1995 verabschiedet. BACnet ist als Europäische Norm vorgesehen (zur Zeit Vornorm ENV 1805-1).

⁴⁴ American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers – US-amerikanische Standesorganisation der Ingenieure aus dem Bereich Heizung/Klima/Kälte/Lüftung.

BACnet definiert ein Kommunikationsprotokoll, das herstellerunabhängig von jedem Gebäudeautomations-System genutzt werden kann. Dazu enthält das Protokoll genaue Regeln und definiert Abläufe, die die Kommunikation verschiedener Systeme untereinander ermöglichen. Im Unterschied zu anderen Protokollen, versteht sich BACnet als hierarchieübergreifender Standard, der sich vom Feldgerät bis zur Leitebene durchgängig einsetzen läßt. Auch die Integration von Gefahrenmeldeanlagen und anderen Leitsystemen ist berücksichtigt worden. Zur Unterstützung der BACnet-Implementierung werden den Gebäudeautomations-Herstellern eine Reihe von Entwicklungstools zur Verfügung gestellt, die die Protokolleinbindung erleichtern [ASHRAE, 1997].

BACnet legt die unterstützten Funktionen in Form von 18 Standard-Objekttypen fest, zu denen neben den Standardelementen wie analoge und digitale Ein- und Ausgänge auch Zeitschemata, Kalenderfunktionen, Regler, Mail-Box-Funktionen, dateiorientierte Funktionen, gerätespezifische Informationen (z. B. für Gefahrenmeldeanlagen, Beleuchtungssteuerung etc.) gehören. Innerhalb der Norm wird lediglich dafür gesorgt, daß die Kommunikation der Geräte untereinander mit Hilfe der definierten Objekttypen funktioniert. Wie diese Objekttypen im einzelnen realisiert werden bzw. welche überhaupt vorhanden sind, wird nicht festgelegt [Bushby and Newman, 1991], [Watkins-Miller, 1996].

Zur Klassifizierung unterschiedlicher Funktionalitäten ist ein hierarchisches Modell vorgesehen, das Geräte in 6 unterschiedliche Konformitätsklassen einteilt. Dabei ist zu gewährleisten, daß die jeweils höhere Klasse den Funktionsumfang aller darunter liegenden Klassen enthält:

- **Klasse 1** enthält den Funktionsumfang, der für einfache Feldgeräte („intelligenter Sensor“) benötigt wird (nur Abfrage möglich),
- **Klasse 2** hat in etwa den Funktionsumfang von einem „intelligenten Stellantrieb“,
- **Klasse 3** umfaßt die Funktionen eines anwendungsspezifischen Reglers (z. B. Einzelraumregler, VVS-Geräte⁴⁵),
- **Klasse 4** enthält den Funktionsumfang eines DDC-Controllers.

Die **Klassen 5 und 6** umfassen Bediengeräte bzw. Management-Bedienstationen. Zusätzlich wurde eine Festlegung nach Funktionsgruppen getroffen. Definiert wurden Uhrenfunktion, Handbediengerät, PC, Ereignissteuerung, Ereignisreaktion, Ereignisreaktion bei Wertänderung, Dateifunktionen, Neuinitialisierung, Virtuelle Benutzerschnittstelle, Virtuelles Terminal, Geräte-kommunikation und Zeitgeber [Tiers, 1993], [Meinert, 1997].

BACnet trifft auch Festlegungen in bezug auf das eingesetzte Kommunikationsnetz. Zugelassen sind drei verschiedene Netzwerktypen, wobei Übergänge zwischen verschiedenen Netzen durch den Einsatz von Bridges bzw. Routern möglich sind. Zur Auswahl stehen Arcnet, Ethernet, LONTALK und ein im Rahmen des Standards spezifizierter Feldbus auf der Basis von EIA-485 mit einem Master-Slave/Token-Passing-Verfahren mit max. 32 Teilnehmern je Segment und einer max. Datenübertragungsrate von 10 MBit/s. BACnet-Systeme lassen sich zudem in verschiedenen Netzwerkumgebungen wie TCP/IP und IPX (Novell) einsetzen, wobei eine Technik verwendet wird, die gemeinhin als Tunneling⁴⁶ bezeichnet wird. Hinsichtlich der Datenübertragung und der verwendbaren Übertragungsmedien gibt es weitgehende Freiheiten, die sich nicht zuletzt aus den unterstützten LAN-Technologien ergeben.

Eine Reihe von Firmen hat bereits BACnet-Komponenten angekündigt. Eine erste Vorstellung des Systems erfolgte auf der International Air-Conditioning, Heating, Refrigerating Exposition '96 in Atlanta. In einigen Bereichen, speziell bei der Feinabstimmung der Konformitätsklassen

⁴⁵ Variabler Volumenstrom (in der Raumluftechnik).

⁴⁶ Unter Tunneling wird ein Verfahren verstanden, das das Protokoll eines Netzwerks innerhalb eines anderen Protokolls quasi einhüllt, um es so durch das andere Netzwerk zu schleusen.

und bei der Definition von weiteren Objekten sollen noch Ergänzungen ausgeführt werden. BACnet ist aber bereits ANSI-Standard geworden.

BACnet vereinigt vom Konzept her die verschiedenen Einzellösungen, wie sie in Deutschland als EIB, FND und PROFIBUS existieren (s. folgende Abschnitte), zu einem durchgängigen und konsequenten Ansatz. Die europäische Gebäudeautomations-Normung beschränkt sich bei der Übernahme des BACnet-Protokolls allerdings lediglich auf die Managementebene. Weniger zukunftsfruchtig könnte die Empfehlung der Gebäudeautomations-Euronorm bezogen auf die Automationsebene sein. Die Norm sieht u. a. den Einsatz des BACnet-Protokolls auf der Basis von LON auf der Basis des LONTALK-Protokolls vor. Die mittlerweile verbreiteten LONMARK-Profile sind kein Bestandteil von BACnet. Vor diesem Hintergrund kann lediglich empfohlen werden, die weitere Entwicklung abzuwarten und ggf. fällige Investitionsentscheidungen auf die Komponenten zu beschränken, die bereits genormt sind oder sich durch ihre Verbreitung als de-facto-Standard durchgesetzt haben.

Merkmale:

- ⊕ Produkte und Systeme verschiedener Hersteller lassen sich über unterschiedliche Hierarchien hinweg durchgängig integrieren.
- ⊕ BACnet hat gute Aussichten, als internationaler GLT-Standard anerkannt zu werden.
- ⊕ Der Standard enthält eine umfangreiche Definition von GLT-Funktionen.
- ⊕ Es bestehen weitgehende Freiheiten bei der Auslegung des Kommunikationsnetzes.
- ⊕ Nachträgliche Erweiterungen mit Systemen unterschiedlicher Hersteller sollen möglich sein.
- ⊖ Der Standardisierungsprozeß ist noch nicht abgeschlossen. Das Verfahren ist aufgrund einer aufwendigen Einspruchsabwicklung sehr langwierig verlaufen, was auch zukünftige Anpassungen betreffen könnte.
- ⊖ Es gibt derzeit keine praktischen Erfahrungen. Zertifizierung und Konformitätstests sind noch nicht geregelt.

Beispiele:

Die Funktionalität wurde auf der International Air-Conditioning, Heating, Refrigerating Exposition '96 in Atlanta demonstriert. Eine Reihe von namhaften Herstellern hat bereits Produkte angekündigt bzw. verfügbar. In **Berlin** wird 1998 die **Hauptverwaltung der Allianz-Versicherungsgesellschaft** fertiggestellt. Mehr als 70.000 Datenpunkte werden dort aus EIB-Installationen über BACnet auf ein unabhängiges Leitsystem (Prozeßvisualisierungssoftware) aufgeschaltet. Beteiligt sind u. a. die Firmen Andover Controls und Sauter.

4.3.2.2 EIB

Die Entwicklung des Europäischen Installationsbus (**European Installation Bus – EIB**) wurde im Jahre 1986 von den Firmen Merten und Busch-Jaeger (beides Hersteller für Elektroinstallationsmaterial) initiiert. Durch frühzeitige Einbindung der Firmen ABB und Siemens wurde ein breite Marktdurchdringung angestrebt. Siemens übernahm seinerzeit die Herstellung der notwendigen speziellen integrierten Schaltkreise – bis 1995 exklusiv. Letzteres förderte die breite Streuung dieser Technologie bis zu einem gewissen Grad, führte aber bei bestimmten Konkurrenten zur Zurückhaltung bzw. zur Entwicklung alternative Systeme. Unter dem Oberbegriff **Gebäude-systemtechnik** wurde der EIB vorwiegend für Aufgaben aus dem Installationsbereich geschaffen und von verschiedenen Herstellern europaweit unterstützt.

Ursprünglich war das EIB-Protokoll vorwiegend für die Übertragung binärer Daten vorgesehen. Die Übertragung von Zahlenwerten (z. B. Meß- oder Zählwerte) war in der EIB-Spezifikation nicht vorgesehen. Mittlerweile ist die Funktionalität durch Erweiterungen (in Form eines speziellen Anwenderchips) erhöht worden. Damit eignet sich der EIB auch für GLT-typische Anwendungen auf der Automationsebene. Die Praxis sah aber bisher eine Aufgabentrennung von Automationsstationen und EIB-Systemen vor. Die EIB-Anbindung an die GLT erfolgt beispielsweise über ein Gateway. Einige Hersteller können EIB-Systeme auch direkt, ohne externen Komponenten,

aufschalten. Der Einsatzbereich als Einzellösung beschränkt sich eher auf kleinere Liegenschaften oder abgegrenzte Funktionen vorwiegend aus dem Bereich der Elektroinstallation (z. B. Lichtsteuerung), kann aber als preisgünstige Alternative zu DDC-Controllern weniger komplexe Aufgaben, übernehmen.

Die EIB-Funktionen umfassen Schalten, Dimmen, Steuern, Regeln, Anzeigen, Messen, Melden und Überwachen. Die Verkabelung erfolgt üblicherweise in Zweidrahttechnik (Twisted Pair), außerdem sind Infrarotübertragung und Übertragung über das Stromnetz („Power Line“) vorgesehen. Die Übertragungsgeschwindigkeit liegt bei 9.600 Bit/s. Der Aufbau läßt den Anschluß von mehr als 12.000 Busteilnehmern zu, die sich auf 15 (unabhängige) Bereiche zu je 13 Linien à 64 Teilnehmern verteilen. Linien und Bereiche werden über spezielle Koppelbausteine zusammengeschaltet. Das Bus-Management sieht einen Multi-Master-Betrieb vor. Darin ist jeder Teilnehmer gleichberechtigt, d. h. es ist keine Zentrale erforderlich (kann aber vorgesehen werden). Der Buszugriff erfolgt nach dem CSMA/CA⁴⁷-Prinzip (Kollisionserkennung bei gleichzeitigem Buszugriff mehrerer Teilnehmer, Kollisionsauflösung ohne Telegrammverlust). Das Protokoll deckt die OSI-Schichten 1 bis 4 und 7 ab (mit zusätzlichen Internetworking-Standards) und eignet sich daher auch für den selbständigen Verbindungsaufbau über Modem- bzw. ISDN-Verbindungen.

Normen existieren für die Elektroinstallation (DIN VDE 0829 T.100–522, EN 50090). EIB ist für die Feldebene im Rahmen des CEN TC 247 -Komitee (Gebäudeautomation) neben BatiBUS, EHS und LONTALK vorgeschlagen – größter Konkurrent dürfte dabei LON (s. Abschnitt 4.3.2.5) sein –, außerdem im Rahmen der Arbeitsgruppe TC 205 (Home Building and Electronic System) neben EHS und BatiBUS für den Heimautomationsbereich. Die EIB-Dachorganisation EIBA⁴⁸ mit Sitz in Brüssel hatte 1997 ca. 100 Mitgliedsfirmen, die sich auf 13 nationale EIB-Gruppen verteilen. Nach Aussagen der Firma Siemens [Kranz, 1997] ist die Kompatibilität von EIB-Komponenten zueinander zu 100 % gesichert. Außerdem ist die Interoperabilität der Komponenten gewährleistet.

Merkmale:

- ⊕ Der Einsatz von EIB-Komponenten ist unproblematisch, da die Kompatibilität und Interoperabilität der Komponenten garantiert wird. Die Installation und Inbetriebnahme ist einfach, da sie vorwiegend auf das Elektrohandwerk zugeschnitten ist.
- ⊕ EIB-Komponenten verschiedener Hersteller sind problemlos an einem Bus betreibbar. Einige Gebäudeautomations-Hersteller können EIB-Komponenten direkt aufschalten.
- ⊕ EIB-fähige Komponenten decken ein weites Spektrum an Funktionen ab. Angefangen vom Lichtschalter über Spitzenlastmanagementsysteme bis hin zu Heizungsreglern. Die Anbieterauswahl ist groß.
- ⊕ Die gute Marktpräsenz, die mittlerweile auch im Bereich Gebäudeautomation besteht, verspricht einen ausreichenden Investitionsschutz.
- ⊕ Der Einsatz preiswerter Komponenten ist infolge des großen Verbreitungsgrades auch im Low-Cost-Bereich möglich.
- ⊖ Von der Intention her ist der EIB vorwiegend auf Installationsaufgaben ausgerichtet. Aufwendigere Datenkommunikation ist problematisch.

Beispiele:

1997 gab es weltweit ca. 20.000 Installationen (nach Angaben von Siemens), wobei zu berücksichtigen ist, daß die meisten Einsatzgebiete sich auf den Elektroinstallationsbereich beschränken und einen vergleichsweise geringen Umfang haben. Im folgenden sind einige Großprojekte aufgezählt.

⁴⁷ Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance – durch bitweise Kontrolle bzw. Zuteilung des Buszugriffs werden Kollisionen mehrerer gleichzeitig sendender Teilnehmer vermieden..

⁴⁸ European Installation Bus Association.

- Im **Kraffahrt-Bundesamt Flensburg** erfolgt die Steuerung der Innenbeleuchtung und Außenjalousien in Abhängigkeit vom Tageslicht bzw. von der Sonneneinstrahlung über ein EIB-System. Etwa 1.600 Sensoren und Aktoren sind angeschaltet [TAB, 1995].
- Die **UBS Zürich** (ehem. Schweizer Bankgesellschaft) hat ein Gebäudeautomations-System auf der Basis einer Honeywell-Leittechnik unter Einbindung von Siemens-EIB-Komponenten beauftragt. Schwerpunkt des EIB-Einsatzes ist die Steuerung von Funktionen auf der Raumebene („Raumautomation“). Insgesamt werden 8 EIB-Bereiche mit 50 Linien und ca. 5.000 Busteilnehmern, was einem Umfang von ca. 20.000 Datenpunkten entspricht angeschaltet. Die EIB-Komponenten werden in Gruppen auf Siemens-Kompakt-DDC-Stationen geschaltet [Kranz, 1997].
- Im **Klinikum der Universität Aachen** wurden verschiedene Steuerungsaufgaben durch EIB-Komponenten realisiert und auf Kompakt-DDC-Stationen der Firma JCI angeschaltet. Die EIB-Module sind insbesondere für die raumbezogenen Steuerungsaufgaben eingesetzt, z. B. VVS in Verbindung mit der Regelung statischer Heizflächen [Deppe, 1997].

4.3.2.3 FACN

Beim **Facilities Automation Communications Network (FACN)** handelt es sich um einen von der Fa. IBM bereits 1985 entwickelten Standard für den Bereich Gebäudeautomation. FACN war ursprünglich von der Firma IBM für die eigenen Liegenschaften vorgesehen, um keine Konkurrenzprodukte auf der Leitebene verwenden zu müssen. Es handelt sich vom Ansatz her um einen mit dem FND (s. Abschnitt 4.3.2.4) vergleichbaren Standard. Charakteristisch ist die hohe Flexibilität hinsichtlich des Datenaustausches zwischen Insel- und Leitzentrale. Hier gibt es Vorgaben für den Datentransfer; letztlich hängt die Realisierung jedoch auch vom DDC-Hersteller ab. Die Beschränkung auf Grundfunktionen nach VDI 3814 ist nicht notwendig.

Das Programmpaket GPAX-D übernimmt die Interpretation des FACN-Protokolls. Die Kommunikation zwischen Zentrale und Unterzentrale wird auf Punkte, die in einer jederzeit abfragbaren und veränderbaren Tabelle festgelegt sind, beschränkt. Das Prozeßabbild kann sowohl in der Zentrale, als auch in der Unterzentrale gehalten werden. Nachteilig ist, daß die Abfrage im Polling-Verfahren erfolgt, d. h. der Datenaustausch zwischen einzelnen Inseln muß über den Leitrechner durchgeführt werden [IBM, 1986].

FACN ist Bestandteil eines hierarchisch gegliederten Konzepts. Die untere Ebene stellen die DDC-Stationen dar. Die zweite Ebene wird durch die Unterzentralen (herstellerspezifisch) repräsentiert, die dann über serielle Schnittstellen (z. B. RS-232C) mit Hilfe des FACN-Protokolls an den IBM-Leitrechner angebunden sind (Ebene 3). Die oberste Ebene umfaßt den sogenannten Management-Sektor, der über LAN- oder WAN-Kommunikationsnetze mit dem Finanz- u. Auftragswesen, nationalen und internationalen Datenbanken u. a. verbunden werden kann. Verbreitet ist FACN im nicht-öffentlichen Sektor.

Die FACN-Anbindung stellt zwar eine Möglichkeit dar, DDC-Systeme auf eine gemeinsame Leitzentrale eines, in bezug auf GLT-Komponenten unabhängigen Anbieters zu schalten. Allerdings ist seitens der Firma IBM nur sehr geringe Aktivität erkennbar gewesen, die unklare Nachfolge für die S/1-Rechnerreihe⁴⁹, auf die das FACN-Paket zugeschnitten war, zu regeln.

Nachteilig wirkt sich auf der Leitrechnerseite die Bindung an einen Hersteller und vor allem an ein nicht mehr weitergepflegtes Betriebssystem aus, so daß eine FACN-Lösung unter diesen Bedingungen nicht mehr empfehlenswert ist.

⁴⁹ Die Leitzentrale wurde seinerzeit zunächst mit einem IBM-Rechner der S/1-Serie ausgestattet, der unter dem Betriebssystem EDX lief. Nachdem die Fertigung dieses Rechners eingestellt wurde, war als Ersatz eine EDX-Emulation auf PS/2-Rechnern (unter OS/2) vorgesehen. Über einen praktischen Einsatz ist nichts bekannt.

Zu den Firmen, die FACN-kompatible Systeme anbieten können, gehören u.a. Honeywell, JCI, Landis & Staefa und Siemens.

Merkmale:

- ⊕ Gleiche Bedingungen für jeden Fremdanbieter: IBM stellt das Protokoll zur Verfügung.
- ⊕ Es ist eine direkte Kommunikation zwischen den Inseln realisierbar.
- ⊖ Bisherige Projekte sind jeweils nur mit einem DDC-Anbieter realisiert worden.
- ⊖ Spezieller Leitrechner erforderlich (IBM Mainframe bzw. PS/2-Rechner mit EDX-Emulation).
- ⊖ Das System wird seitens des Anbieters nicht ausreichend unterstützt.

Beispiele:

- AMADEUS-Projekt in Erding: 6 Inselzentralen der Firma JCI mit mehr als 45 Unterstationen. Fertigstellung Dezember 1989 (seinerzeit FACN-Vorzeigeprojekt) [Kuhlmann, 1991].
- Forschungs- und Entwicklungszentrum der Zahnradfabrik Friedrichshafen: 4 Inselzentralen der Firma Siemens. Fertigstellung 1991 [Siemens, 1991].
- Hauptverwaltung der Volksfürsorge in Hamburg: 2 Inselrechner (Workstations) mit über 20.000 Informationspunkten der Firma JCI. Fertigstellung 1994. Als Leitrechner wurden vorhandene IBM-Hostrechner genutzt [Loose, 1994].

4.3.2.4 FND

Das **Firmenneutrale Datenübertragungssystem** wurde 1988 vom Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV) in einem Gemeinschafts-Arbeitskreis mit dem VDMA spezifiziert, um DDC-Technik unterschiedlicher Hersteller über ein offenes Kommunikationssystem mit einer gemeinsamen Leitzentrale zu verbinden. Die Vornorm DIN V 32735 wurde 1991 herausgegeben. FND ist als einzige deutsche Entwicklung für eine europaweite Normung innerhalb der Gebäudeautomations-Managementebene vorgeschlagen worden. FND (Version 1.0) ist zusammen mit BACnet im Jahre 1995 europäische Vornorm geworden (ENV 1805-2). Die FND-Spezifikationen sind vom AMEV herausgegeben worden und auch dort zu beziehen.

Im Jahre 1996 wurde eine erweiterte Version (Version 2.0) des FND veröffentlicht, die zu der Version 1.0 kompatibel ist, sich ansonsten aber grundlegend von der ersten Version unterscheidet.

FND war einer der wenigen Standards, die von fast allen GLT-Anbietern angeboten wurde. FND-Installationen sind bislang fast ausschließlich im öffentlichen Sektor zu finden.

Bei der **Version 1.0** werden DDC-Stationen der jeweils beteiligten Hersteller zu FND-Inseln zusammengefaßt, die ein autarkes Subsystem mit eigener Zentrale (Inselzentrale) darstellen. Die Verbindung zwischen der Leitzentrale und den Inselzentralen erfolgt über Netzzugangsgeräte (NZG) an ein Netz (Stern-, Ring-, oder Busstruktur). Die Übersetzung des herstellerspezifischen Protokolls auf dem Leit- oder Inselrechner auf das FND-Protokoll erfolgt im Standardschnittstellenadapter (SSA). Für die Kommunikation zwischen den Inselzentralen und dem Leitrechner wurden die Grundfunktionen nach VDI-Richtlinie 3814 definiert. Weitergehende Eingriffe, insbesondere Programmierung und Parametrierung, müssen auf der Ebene der Inselzentralen vorgenommen werden. Die Kommunikation von Inselzentralen untereinander ist technisch möglich, jedoch im regulären Betrieb nicht zugelassen. Die Bedienplätze der Inselzentralen werden durch die FND-Kopplung nicht ersetzt. FND zielt daher vor allem auf übergeordnete Leitsysteme, bei geplanter oder vorhandener Dezentralisierung der Gebäudeleittechnik von größeren Liegenschaften. Die übergeordnete Leitzentrale dient dann der Betriebsüberwachung außerhalb der regulären Dienstzeiten und zur Ausführung von Programmen, die auf den Datenaustausch mit inselübergreifenden Anlagen einer Liegenschaft angewiesen sind (z. B. Spitzenlastüberwachung und zentrale Betriebsdatenerfassung).

Aufgrund des FND-Aufbaus entstehen Zusatzkosten für die Datenpunktgenerierung auf dem Leit- und dem Inselrechner bzw. dem Standard-Schnittstellenadapter (SSA). Gleiche Voraussetzungen sind daher für jeden Anbieter bei der FND-Anbindung nur dann gegeben, wenn jeder Hersteller (auch der Leitzentralenlieferant) über FND angebunden wird. Die FND-Version 1.0 schreibt ein separates Netz vor, das nach X.25/DATEX-P-10 spezifiziert sein muß. In Abhängigkeit vom Installationsumfang kann das separate Netz entfallen, wenn der Datenaustausch durch einen Kommunikationsrechner, mit entsprechender Protokollsoftware, übernommen wird.

Die FND-Spezifikation (Version 1.0) [AMEV, 1988] ist bezüglich der zu unterstützenden Dienste sehr offen gehalten. In der Praxis bedeutet dies, daß ein FND-konformes Gerät⁵⁰ (Leitrechner oder Inselrechner) nur einen Teil der in der FND-Spezifikation vorgegebenen Funktionen unterstützen muß. Bisher realisierte Projekte haben gezeigt, daß die Leistungsfähigkeit von FND-Systemen, je nach Hersteller sehr stark variieren kann, so daß es Probleme bei der Zusammenschaltung von Systemen via FND gegeben hat, selbst wenn lediglich zwei Hersteller beteiligt waren. Ein weiterer Grund für die Schwierigkeiten bestand darin, daß die FND-Spezifikation keine Prüfung der Interoperabilität der Komponenten vorsieht. So gab es in der Vergangenheit, aufgrund fehlender Festlegungen z. B. Probleme beim Anlauf des Systems nach einem Reset oder durch den Überlauf von bestimmten Puffern (Zwischenspeichern).

Nachteilig für die Verbreitung des FND wirkte sich aus, daß seitens der Initiatoren Diskussionen über Probleme möglichst aus der Öffentlichkeit ferngehalten wurden. Seitens der Hersteller wurde außerdem beklagt, daß die vorhergesagte Verbreitung des FND nicht stattgefunden hat, so daß sich Investitionen in die Entwicklung von FND-Komponenten für die Hersteller nicht ausgezahlt haben.

Die **Version 2.0** zeichnet sich gegenüber der Version 1.0 durch eine erweiterte Funktionalität [AMEV, 1996], [AMEV, 1997] aus. In der Spezifikation wurden außerdem detaillierte Aussagen zur Sicherstellung der Interoperabilität von FND-Komponenten gemacht. Neu ist ebenfalls der Wegfall der Beschränkung auf ein festgelegtes Kommunikationsprotokoll für den Datentransport (Version 1.0: X.25/DATEX P-10). Die Version 2.0 ermöglicht die Verwendung gängiger Kommunikationsinfrastrukturen und standardisierter Datenübertragungsverfahren (z. B. LAN, ISDN). Das Netzzugangsgerät ist daher kein spezieller Baustein mehr, sondern – je nach Transportmedium – ein Modem, eine Netzwerk- oder ISDN-Karte. Erweitert wurde außerdem der Funktionsumfang durch Einführen neuer Datenpunkttypen. Enthalten sind jetzt neue Funktionen, wie

- **Sammeladrefpunkt**, zur Übermittlung zusammenhängender Datensammlungen, z. B. zur Aktualisierung von Anlagenschaubildern;
- **Registerpunkt**, der zur Zustandsänderungskontrolle oder zur Übertragung von Daten zu SPS-Steuerungen verwendet werden kann;
- **Zeit-Datumpunkt**, der zur Parametrierung von Zeitschaltprogrammen dient;
- **Trend-Datenpunkt**, der zur Parametrierung von zeit- oder ereignisgesteuerten Datenaufzeichnungen (z. B. zur Protokollerstellung) dienen kann;
- **Meldetext-Datenpunkt**, der zur Übertragung von Meldetexten dient, so daß diese ggf. nur einmal auf der Inselzentrale zu parametrieren sind;
- **Matrixpunkt**, der für die Übertragung tabellarisch strukturierter Daten – nach vorheriger Festlegung eines Anwendungs-Profiles⁵¹ – verwendet werden kann.

⁵⁰ Die Ergebnisse der Konformitätsprüfungen von FND-Leit- und Inselzentralen werden vom DIN CERTCO (früher Deutschen Gesellschaft für Warenkennzeichnung – DGWK) veröffentlicht.

⁵¹ Zur Zeit sind zwei Profile definiert: Gebäudeautomations-Profil (im Einsatz bei der Stadt München) und Grundfunktionsmodul-Profil.

Auch die Spezifikation 2.0 verlangt nicht, daß sämtliche Funktionen des FND unterstützt werden. Es gibt vielmehr eine Reihe von Funktionsklassen. Für die Inselzentralen sind dies:

- Klasse IM: Mess-/Störmeldestation (zusätzlich passive Messzentrale – IMp und aktive Inselzentrale – IMa),
- Klasse IA: Automationsstation,
- Klasse IL: Leitstation.

Die Klasse IL (Leitstation) erfordert die Unterstützung aller FND-Datenpunkttypen. FND-Leitzentralen sind ebenfalls in Klassen unterteilt. Vorgesehen sind die Klassen LM (Mess-/Störmeldezentrale), LA (Automationszentrale) und LZ (Leitzentrale). Die Klasse LZ muß alle FND-Datenpunkttypen unterstützen. FND-Leitzentralen nach der Spezifikation 2.0 müssen auch Geräte nach 1.0 unterstützen.

FND wurde ursprünglich auch als ein geeignetes Mittel zur Dezentralisierung von großen Liegenschaften gesehen. Im Rahmen der Weiterentwicklung wird auch versucht, durch Vereinfachung der Komponenten mit FND-fähigen Geräten direkt in die Automations- und Feldebene vorzudringen. Anwendungsmöglichkeiten werden dabei besonders im Bereich der Fernüberwachung (z. B. im kommunalen Bereich) gesehen.

Nachteilig könnte sich die mittlerweile fortgeschrittene Weiterentwicklung und Verbreitung konkurrierender Standards auswirken (BACnet, LONWORKS, PROFIBUS). Eine europaweite Normung der FND-Version 2.0 ist derzeit nicht zu erwarten. Die Zertifizierung von FND-2.0-Produkten (Konformitätstest) wird voraussichtlich durch das DIN CERTCO durchgeführt, eine Interoperabilitätsprüfung ist nicht vorgesehen.

Merkmale:

- ⊕ Es gibt eine relativ große Auswahl an Anbietern von FND-fähigen Komponenten – allerdings noch nicht für Version 2.0.
- ⊕ FND ist vom Ansatz her speziell auf die Belange der Gebäudeautomation zugeschnitten.
- ⊖ Eine aufwendige Planung und Projektierung ist notwendig. Es ergeben sich hohe Anforderungen an die Planung bzw. an die Qualifikation des Planungsbüros.
- ⊖ Die künftige Unterstützung des Standards seitens der Hersteller ist unklar, zumal zur europäischen Normung ein weitergehender Standard (BACnet) vorgeschlagen wurde. FND wurde bisher lediglich in einigen Bundesländern und, mit wenigen Ausnahmen, nur im öffentlichen Bereich eingesetzt.
- ⊖ Der Standard ist ausschließlich für die Gebäudeautomation definiert.
- ⊖ Es sind zusätzliche Planungskosten, Kosten für Systemanpassungen, die nicht im FND-Definitionsbereich liegen, etc. zu erwarten.

Beispiele:

- Das FND-Pilotprojekt wurde bereits 1987 an der **Universität Ulm** begonnen. Mittlerweile sind in fünf Inseln sämtliche Datenpunkte der dortigen Systeme von JCI, Kieback & Peter und Landis & Gyr⁵² zusammengeschaltet. Das Netz ist eine Speziallösung auf der Basis von Lichtwellenleitern mit einer Datenübertragungsrate von 2 MBit/s. Über FND werden fast ausschließlich Störmeldungen und Abfragen übertragen. Aufgeschaltet sind ca. 10.000 Datenpunkte.
- An der **Technischen Universität Braunschweig** ist ein System der Fa. Kieback & Peter auf einen Landis & Gyr - Leitrechner über FND aufgeschaltet worden. Die ursprünglich vorgesehene Aufschaltung beider Anbieter über FND auf eine gemeinsame FND-Leitzentrale wurde aus Kostengründen aufgegeben. Etwa die Hälfte der ca. 2.200 Kieback & Peter - Datenpunkte sind auf dem Landis & Gyr - Leitsystem mittels FND verfügbar.
- Beim Projekt **Messe Berlin** (ehem. AMK Berlin) ist eine Landis & Gyr - Inselzentrale (etwa 1.000 Datenpunkte) auf das bereits vorhandene Honeywell-Leitsystem aufgeschaltet worden.

⁵² Heute Landis & Staefa, zum Siemens-Konzern zugehörig.

Die Schnittstelle mußte mehrfach überarbeitet werden, da schwerwiegende Funktionsstörungen aufgetreten sind. Nachdem die beiden GLT-Anbieter außerstande waren, die Funktionsstörungen zu beheben, wurde die weitere Bearbeitung an ein Ingenieurbüro vergeben. Das System ist jetzt in einer Form realisiert, die den Charakter einer speziellen Systemkopplung hat, jedoch das Protokoll FND 2.0 verwendet. Die Datenübertragung zwischen den Inselzentralen erfolgt über Ethernet. Das System läuft stabil.

- An der **Medizinischen Hochschule Hannover** wurde FND zur Unterstützung der dort vorgesehenen dezentralen Strukturen realisiert. Zusammengeschaltet wurden Fabrikate der Firmen JCI und Landis & Gyr. Die Koordination sowie die Realisierung spezieller Anpassungen wurden durch ein Planungsbüro durchgeführt. Auch bei diesem Projekt ist ein großer Teil der Unterstationen eines Herstellers direkt, d. h. ohne FND-Kopplung auf das Leitsystem aufgeschaltet.
- Die **Stadt München** hat ein Projekt zur Vernetzung kleinerer Liegenschaften (u. a. Kindergärten, Schulen etc.) mittels FND durchgeführt. Ziel war die Nutzung des Telefonnetzes zur Datenübertragung und die Verwendung kostengünstiger FND-fähiger Komponenten direkt in der Automationsebene.
- Das **Amt für Bundesbauten in Bern** wird eine Gebäudeautomation für 65 bundeseigene und 118 angemietete Gebäude aufbauen. Für die Kommunikation zwischen den Systemen ist FND vorgesehen [GM, 1998].

4.3.2.5 LONWORKS

LONWORKS ist ein Sammelbegriff für eine Technologie, in deren Mittelpunkt das **Local Operating Network (LON)** steht. LON basiert auf einer Entwicklung der 1988 gegründeten Fa. Echelon⁵³. Echelon gehört u. a. den Firmen Motorola und Apple-Computer. Seit 1992 gibt es LON-Produkte auf dem Markt. Im Gegensatz zu den meisten Feldbus-Systemen, die in der Regel nur in den unteren Schichten (1 u. 2) sowie in der Applikationsschicht (7) des OSI-Referenzmodells definiert sind, deckt LON alle 7 OSI-Schichten ab. Dies beinhaltet die Möglichkeit umfangreicher Funktionen zum Auf- und Abbau von Verbindungen über verschiedene Übertragungsmedien in lokalen Netzen und Weitverkehrsnetzen. Im Zusammenhang mit LON wird häufig das Wort neuronale Netze genannt. Damit wird der Charakter von LON als dezentrales Netz, bestehend aus „intelligenten Knoten“ unterstrichen. Anwendungen im Bereich der Gebäudeautomation werden durch eine hohe Flexibilität bei der Auswahl des Übertragungsmediums unterstützt. Außerdem ist LON Bestandteil des ANSI-Standards BACnet und damit Teil der europäischen Norm zur Gebäudeautomation (s. a. unter BACnet).

Das verwendete LONTALK-Protokoll gehört zur CSMA-Familie (wie z. B. Ethernet). Obwohl dieses, im Gegensatz zu Token Bus oder Token Ring, vom Prinzip her nicht deterministisch sein kann, wird durch besondere Maßnahmen ein quasi-deterministisches Verhalten erreicht, insbesondere durch Begrenzung von Auslastung und Protokoll-Overhead⁵⁴. Deterministisches Verhalten kann insbesondere im Automations- und Feldbereich von Bedeutung sein. Mit Hilfe spezieller Transceiver, die in der Lage sind, Kollisionen zu erkennen und aufzulösen, läßt sich sogar ein deterministisches Verhalten erreichen [LNO, 1994].

LON ist hochsprachenprogrammierbar, objektorientiert und flexibel bezüglich der Übertragungsmedien. Verwendet werden können Zweidrahtleitungen bis 1,25 MBit/s, RS-485-Schnittstelle, Übertragung auf DC-Speisung (bis 48 Volt), Übertragung auf Netzleitung (bis 230 Volt), Funkübertragung, Lichtwellenleiter, Infrarot etc.

⁵³ Der Gründer A. C. Markkula war zunächst bei Intel und später bei Apple-Computer in einer Spitzenposition tätig.

⁵⁴ Unter Protokoll-Overhead werden solche Informationen in einem Datenübertragungsprotokoll verstanden, die Zusatzinformationen, die beispielsweise der sicheren Datenübertragung dienen, enthalten.

Herz einer LON-Implementierung ist der sog. Neuron-Chip, der bis 1997 exklusiv von den Firmen Motorola und Toshiba hergestellt wurde. Mittlerweile ist die Protokollimplementierung öffentlich verfügbar, so daß die Bindung an Motorola und Toshiba nicht mehr besteht. Der Chip enthält das LONTALK-Protokoll, das alle 7 Schichten des OSI-Referenzmodells beinhaltet. Jeder Chip enthält eine eindeutige Ident-Nummer (48-Bit, d. h. 2^{48} Adressen sind möglich), die eine einfache Adressierung ermöglicht. Allerdings könnte sich dadurch der Aufwand beim Tausch von z. B. defekten Komponenten erhöhen, da im Reparaturfall beispielsweise ein Controller mit neuer (vorgegebener) Adresse eingesetzt werden muß.

Die Handhabung des LONTALK-Protokolls ist einfach, da Entwicklungsumgebungen auf der Basis der Programmiersprache C (Neuron-C) zur Verfügung stehen [Brackmann, 1994].

Für den Bereich Gebäudeautomation reichen die Definitionen des LONTALK-Protokolls allein nicht aus. In der Schicht 7 sind zwar allgemeine Kommunikationsfunktionen in Form von Standardnetzvariablen definiert, es fehlen aber anwendungsspezifische Festlegungen, wie Variablen zur Übertragung von Temperatur, Druck, Stellwerten etc. sowie die Festlegung der Einheiten, Wertebereiche etc. Diese Festlegung von Profilen hat die LONMARK Interoperability Association übernommen. Diese Organisation wurde 1994 von 36 Firmen gegründet und hatte 1997 ca. 175 Mitglieder. LONMARK hat beispielsweise ein Funktionsprofil „Temperature Sensor“ entwickelt. Darin werden Eingangs- und Ausgangsvariablen, ihre Wertebereiche und Einheiten festgelegt, die für Temperaturfühler mit LON-Schnittstelle verwendet werden können.

Seit 1995 ist die Firma Microsoft – als Mitglied von LONMARK – aktiv an der Entwicklung beteiligt und hat sog. LCA-Objekte⁵⁵ entwickelt, die sich durch eine Windows-Benutzerschnittstelle auszeichnen und damit eine weite Verbreitung erreichen dürften. 1996 entstanden erste OLE-Objekte, z. B. für Einzelraumregelung.

Mittlerweile wird LON von weltweit mehr als 2.500 Unternehmen unterstützt. In Deutschland werden die Aktivitäten durch die 1993 gegründete LON Nutzer Organisation (LNO) koordiniert, international durch LON Users International (LUI).

Merkmale:

- ⊕ Einfache Implementierung durch gute Entwicklungsunterstützung (u. a. Microsoft) dürfte zur weiten Verbreitung beitragen.
- ⊕ Produkte und Systeme verschiedener Hersteller lassen sich über unterschiedliche Hierarchien hinweg durchgängig integrieren.
- ⊕ LON ist im Rahmen von BACnet als internationaler GLT-Standard vorgesehen (allerdings beschränkt sich der Standard auf das LONTALK-Protokoll, s. u.).
- ⊕ Der Standard enthält eine umfangreiche Definition von GLT-Funktionen.
- ⊕ Es bestehen weitreichende Möglichkeiten zur Wahl von Übertragungsmedium und Topologie.
- ⊕ Vielfältige Einsatzmöglichkeiten, da Projekte in der Gebäudeautomation, im Wohnungsbau und in Industrieanwendungen realisiert werden.
- ⊖ Der Standardisierungsprozeß ist in bezug auf die Bereitstellung von Profilen (LONMARK) noch nicht eindeutig. LONMARK ist beispielsweise kein Teil von BACnet.

Beispiele:

Im Bereich der Gebäudeautomation findet sich das LON-Protokoll erst vereinzelt zur Vernetzung von DDC-Komponenten. Das Interesse ist jedoch, insbesondere durch die Einbindung von LON in BACnet, stark gestiegen. Weit verbreitet ist der Einsatz von LON für Aufgaben der Gebäudesystemtechnik, wo eine Konkurrenz zum EIB vorhanden ist. Der Funktionsumfang von LON ist aber im Vergleich zum EIB größer.

In Deutschland sind keine Großprojekte bekannt. Weltweit waren Anfang 1996 ca. 1 Million Netzknoten installiert [HLH, 1996].

⁵⁵ LON-Component Architecture.

4.3.2.6 PROFIBUS

Parallel zum FND lief die Entwicklung des **Process Field Bus (PROFIBUS)** durch die Industrie, seinerzeit mit Förderung durch das BMFT. Der Einsatzbereich war jedoch nicht auf die Gebäudeautomation beschränkt, sondern sollte dazu dienen, schwerpunktmäßig den Feldbereich zu vernetzen, so daß Sensoren, Aktoren, Geräte aus der Antriebstechnik, SPS-Steuerungen, aber auch DDC-Controller an einem gemeinsamen Bus zu betreiben waren. Der PROFIBUS ist seit April 1991 als DIN 19245 genormt, seit 1997 als EN 50170 für die Feldebene europaweit, neben dem französisch/amerikanischen WorldFIP (s. Abschnitt 4.3.2.7), wobei letzterer in der Gebäudeautomation so gut wie keine Rolle spielt. Auf nationaler Ebene werden die Interessen der PROFIBUS-Anbieter durch die PROFIBUS Nutzer Organisation (PNO) vertreten.

Für unterschiedliche Einsatzbereiche gibt es verschiedene PROFIBUS-Typen. Für komplexere Aufgaben in der Automationsebene ist der PROFIBUS-FMS⁵⁶ (gemäß DIN 19245 bzw. EN 50170) vorgesehen. In der Feldebene ermöglicht der PROFIBUS-DP⁵⁷ mit einem vereinfachten Protokoll und einem verringerten Overhead einen schnelleren Datenaustausch (Feldgeräte, SPS etc.).

Anwendungsspezifische Dienste, z. B. speziell solche für die Gebäudeautomation, werden im Rahmen von sogenannten Profilen erstellt. Die Anwenderschicht (Schicht 7 im OSI-Kommunikationsmodell) ist als eine Untermenge des MAP-Standards⁵⁸ ausgeführt. Der PROFIBUS zeichnet sich durch hohe Flexibilität (Datenrate, Telegramme, Einsatzbereich) und kostengünstige Realisierung aus. Seit 1990 gibt es ein Profil „Gebäudeautomatisierung“, das in Anlehnung an den FND-Standard erarbeitet wurde, jedoch erweiterte Funktionen enthält (z. B. ein Objekt PID-Regler). Dieses Profil wurde in der Version 2.0 noch um einige Funktionen ergänzt. Verfügbar sind noch eine Reihe weiterer Profile, z. B. „Drehzahlveränderbare Antriebe“, „Programable Controller“ und „Niederspannungs-Schaltgeräte“.

Über den PROFIBUS ist es möglich, DDC-Stationen unterschiedlicher Hersteller in einem logischen Ring miteinander zu koppeln. Sollen jedoch neben den Standardfunktionen weitergehende Eingriffe gewünscht werden (Parametrierung, Peer-to-Peer Kommunikation), so müssen entsprechende Funktionen softwaremäßig von den beteiligten Herstellern realisiert werden. Das Protokoll ist darauf ausgelegt, anwendungsspezifische Erweiterungen zu verarbeiten.

Eine internationale Normung des PROFIBUS als alleiniger Feldbusstandard ist nicht zu erwarten, da alle bisherigen Versuche, einen international genormten Feldbus einzuführen, bislang noch nicht zu einem Ergebnis geführt haben. Nachteilig für den PROFIBUS könnte sich seine ursprünglich eher nationale Bedeutung erweisen. Allerdings ist der PROFIBUS durch die europäische Normung, die weite Verbreitung im Bereich der Industrieautomation und die internationale Vertretung durch regionale Nutzerorganisationen zunehmend präsent geworden. Auf internationaler Ebene ist davon auszugehen, daß es, in Abhängigkeit vom Einsatzbereich, mehrere Standards geben wird. Entscheiden wird letztendlich vor allem die Marktpräsenz.

Zur Zeit bieten u. a. die Firmen GEA-Happel (nur DDC speziell für Lüftungsanlagen), Landis & Staefa, Saia (vertreten u.a. durch die Firma GFR), Samson und Siemens PROFIBUS-Produkte für die Gebäudeautomation an. PROFIBUS-Anbindungen wurden aber auch von anderen Firmen realisiert. Die angebotenen PROFIBUS-Systeme sind auf der Unterstationsebene im Preis vergleichbar mit Angeboten anderer Hersteller. Von einem bedeutenden Anbieter werden Mehrkosten in Höhe von max. 10 % gegenüber homogenen Systemen genannt. Aufwendig ist allerdings die Integration vorhandener Systeme (Altsysteme) in ein PROFIBUS-Konzept.

⁵⁶ Field Message Specification.

⁵⁷ Dezentrale Peripherie.

⁵⁸ Manufacturing Automation Protocol; Protokoll für den Bereich Fertigung/Industrieautomation, das auf eine Initiative der Fa. General Motors zurückgeht.

Im Bereich der Gebäudeautomation sind mittlerweile einige Bauvorhaben sowohl im öffentlichen als auch im gewerblichen Bereich realisiert, so daß davon ausgegangen werden kann, daß die meisten herstellernerutralen Kopplungen im Gebäudeautomations-Bereich über den PROFIBUS realisiert wurden. Bei den bisherigen Projekten wurde meist nicht die volle Funktionalität des Profils „Gebäudeautomation“ ausgenutzt. Aber auch die Verwendung der Profile im vollen Umfang kann nicht vermeiden, daß Abstimmungen über Einzelfragen zwischen den beteiligten Herstellern notwendig sind, da innerhalb eines Profils nicht alle Funktionen definiert sind. Auch Besonderheiten im Datenformat bestimmter Hersteller können zu Unverträglichkeiten führen. Beispielsweise hat es bei der Inbetriebnahme des PROFIBUS-Projektes „Klinikum Nürnberg-Süd“ zwischen den beteiligten Firmen Probleme mit der zeitlichen Zuordnung von Meldungen gegeben. Während ein System bereits in der Automationsstation mit einem Zeitstempel versehen wird, erhält bei dem zweiten System eine Meldung aus einer Automationsstation erst auf der Leitebene einen Zeitstempel.

Merkmale:

- ⊕ PROFIBUS-Systeme sind universell einsetzbar, d. h. die Kommunikation ist nicht auf die Gebäudeautomation beschränkt. SPS-Systeme und Prozeßautomationssysteme (z. B. BHKW-Steuerung) sind einfach zu integrieren. Der Aufwand zum Anschluß weiterer Steuer- und Regelaggregate wie Antriebsregelungen, Sensoren und Aktoren vereinfacht sich.
- ⊕ DDC-Stationen verschiedener Hersteller sind an einem Bus betreibbar.
- ⊕ Der PROFIBUS bietet (GLT-unabhängige) Kommunikationsfunktionen. Das Profil „Gebäudeautomation“ umfaßt Grundfunktionen nach VDI 3814 mit zusätzlichen Erweiterungen sowie Reglerparametrierung.
- ⊕ PROFIBUS-Schnittstellenkarten sind kostengünstig im Handel erhältlich (u.a. für PC-Systeme). Die Anzahl der GLT-Hersteller, die PROFIBUS-Produkte anbieten bzw. anbieten wollen, hat sich seit 1991 vervielfacht.
- ⊕ Die gute Marktpräsenz, die mittlerweile auch im Bereich Gebäudeautomation besteht, verspricht einen ausreichenden Investitionsschutz.
- ⊕ Die bisherigen Inbetriebnahmeerfahrungen und Betriebserfahrungen (u. a. Klinikum Nürnberg-Süd und Wenckebach Krankenhaus Berlin, s.u.) waren positiv.
- ⊖ Ungünstig stellt sich die Situation bezüglich der internationalen Normungsaktivitäten dar. Hier ist, nach Auskunft der Hersteller aus dem Bereich Gebäudeautomation, nicht mit einer Entscheidung für den PROFIBUS als Norm zu rechnen. Europaweit ist die Normung zwar weiter vorangeschritten, die Festlegung eines einzigen Standards wurde bei der Abfassung der EN 50170 jedoch vermieden. Ähnliches ist für den Bereich Gebäudeautomation (derzeit im CEN TC 247 bearbeitet), zu erwarten.

Beispiele:

- Die erste Realisierung eines GLT-Systems mittels PROFIBUS wurde am **Klinikum Nürnberg-Süd** mit den Firmen Landis & Gyr und Siemens praktiziert. Hervorgehoben wurde dabei der unerwartet gute Ablauf der Inbetriebnahme. Das PROFIBUS-Pilotprojekt ist allerdings nicht mit der vollen Funktionalität des Profils „Gebäudeautomation“ realisiert worden (z. B. Verzicht auf Objekt „PID-Regler“). Außerdem gibt es Einschränkungen, die die Integration weiterer Systemanbieter betreffen. Nach Angaben der Firma Siemens handelt es sich dabei um ein gemeinsames Projekt der beiden beteiligten Unternehmen unter der Führung eines Generalunternehmers (Fa. Siemens). Schwierigkeiten durch unterschiedliche Herstellerphilosophien bei den Datenformaten führten hier zu einem erhöhten Planungsaufwand.
- Das Projekt **HDW (Kiel)** umfaßt 60 Unterstationen (ca. 20 von Landis & Gyr, ca. 40 von Siemens) mit ca. 25.000 Datenpunkten. Die Landis & Gyr - Unterstationen sind über einen separaten PROFIBUS-Rechner (Siemens) angebunden, während das Siemens-eigene System den hauseigenen Bus (Sinec-L2) verwendet. Aufgeschaltet ist ein 10-kV-Mittelspannungsnetz (inkl. Netzschutz und gesichertem Schalten) sowie diverse Niederspannungsversorgungen (600 V, 1 kV). Aus Sicherheitsgründen werden die Netzschutzeinrichtungen dabei von separaten Unterstationen überwacht, die aber ansonsten genau wie alle anderen mit der GLT verbunden sind.

- Im **Wenckebach Krankenhaus Berlin** wurden ca. 5.000 Datenpunkte auf ein UNIX-System der Fa. Siemens aufgeschaltet und 1997 in Betrieb genommen. Über den PROFIBUS werden sowohl Siemens als auch Landis & Gyr - Controller gemischt betrieben [Haase, 1997].
- Die Einbindung eines BHKW mit PROFIBUS-basierter Kommunikationstechnik wurde in einem Projekt bei der **HUK-Coburg Versicherung** in Coburg (Bertelsdorfer Höhe) durchgeführt. Die Fertigstellung war für 1997 vorgesehen.
- Erweiterungen und Sanierungen an der **Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg** werden auf der Basis des PROFIBUS durchgeführt. Das beauftragte Ingenieurbüro hat ein Konzept erarbeitet, das die Neubaumaßnahmen im Klinikumsbereich betrifft und eine Verknüpfung mit den bestehenden Gebäudeautomations-Komponenten ermöglicht (AEG und Landis & Gyr). Außerdem ist eine Option für die Aufschaltung des Universitätsgeländes (Institute) vorgesehen. Die Realisierung sieht die Installation einzelner PROFIBUS-Server vor, die, ebenso wie die bereits vorhandenen Systeme der einzelnen Hersteller, mit einem LAN (Ethernet) verbunden sind und darüber an ein übergeordnetes Leitsystem angeschlossen werden. Es ist also keine PROFIBUS-Leitzentrale vorgesehen.

4.3.2.7 Weitere Bus-Systeme

Aktor-Sensor-Interface (ASI)

Im Jahre 1990 wurde von 11 Herstellern binärer Sensoren und Aktoren die Entwicklung des ASI initiiert und betrieben. 1991 erfolgte die Gründung des „ASI-Vereins“ als Nutzerorganisation. ASI ist ein Feldebussystem, das, als Ergänzung zu bestehenden Feldebussystemen, für die unterste Feldebene konzipiert wurde. Bislang ist dort die Parallelverdrahtung, bei der jeder Sensor oder Aktor an das Steuerungs- bzw. Regelsystem angeschlossen wurde, üblich. Entsprechend dem Einsatzbereich, vorwiegend als Ersatz für die klassische Schaltschrankverdrahtung, wurde eine einfache Verkabelungs- und Installationstechnik gewählt. Das ASI-Kabel ist ein ungeschirmtes Zweileiter-Flachbandkabel, das neben dem Datentransport auch die Energieversorgung (max. 100 mA pro Slave, Zusatzeinspeisung ist möglich) übernimmt. Die maximale Leitungslänge beträgt 100 m (durch Repeater erweiterbar).

Das eingesetzte Buszugriffsverfahren ist als Master-Slave-System mit zyklischem Polling konzipiert. Die Datenübertragung kann immer nur zwischen einem Master und einem Slave erfolgen. Ein ASI-Master kann max. 31 Slaves (max. 124 Sensoren/Aktoren) bedienen (– die Parallelschaltung mehrerer Stränge ist möglich). Die Ausdehnung ist, sofern keine Repeater eingesetzt werden, auf 100 m begrenzt. Das System ist echtzeitfähig. Die Zykluszeit liegt bei 5 ms. Die Übertragung beschränkt sich auf binäre Informationen. Eine Übertragung digitaler Werte ist aufgrund des bewußt einfach gestalteten ASI-Telegramms nicht vorgesehen. ASI zeichnet sich durch einfachste und kostengünstige Installation und Konfiguration aus (keine Programmierarbeiten vor Ort nötig).

Batibus

Batibus wurde in Frankreich unter Federführung der Firma Merlin Gerin 1986 entwickelt. Seit 1989 werden die Interessen durch den BATIBus Club International (BCI) vertreten.

Batibus ist vorwiegend für den Bereich Gebäudesystemtechnik – vergleichbar mit dem EIB – konzipiert. Die Topologie ist dabei frei wählbar. Die Datenübertragungsrate liegt bei 4.800 Baud. Batibus ist zusammen mit EIB und EHS für eine europäische Normung im CENELEC TC 205 (Home Building and Electronic System) vorgeschlagen worden [Heusinger, Ronge und Stock 1996].

Bitbus

Der Bitbus wurde 1983 von der Firma Intel entwickelt und seit 1987 in größerem Umfang in Netzwerken im Bereich der Industrieautomation eingesetzt. 1991 erfolgte die internationale Normung im Rahmen der IEEE 1118. Seit 1992 werden die Interessen europaweit durch die Bitbus European Users Group (BEUG) vertreten.

Der Bitbus eignet sich für Echtzeitanwendungen bei Automatisierungssystemen. Er beinhaltet ein hierarchisches Konzept mit max. 250 Teilnehmern, welches in Baum- oder Linienstruktur (Bus) realisierbar ist. Die Kommunikation ist von wesentlich geringerer Komplexität als z. B. beim PROFIBUS. Als Übertragungsgeschwindigkeit sind 62,5 und 375 kBit/s definiert, die Kabellänge für ein Segment liegt bei 1.200 (bei 62,5 kBit/s) bzw. 300 m. Die maximale Ausdehnung beträgt 13.200 bzw. 900 m. Als Schnittstellen stehen RS-485 und LWL-Kopplung zur Auswahl. Im GLT-Bereich gibt es lediglich einen Anbieter (Fa. Selectron Lyss). Unter dem Namen Interbus-C wird von der Firma Phoenix Contact ein kompatibles Bus-System mit erweitertem Funktionsumfang angeboten.

Controller Area Network (CAN)

Der CAN-Bus wurde 1981 von den Firmen Bosch und Intel für Anwendungen in der Automobilbranche entwickelt. Dabei ging es in erster Linie um den kostengünstigen Ersatz der dort verwendeten Kupferkabelbäume. Als Feldbus findet CAN bei der Vernetzung komplexer Controller und Steuergeräte Verwendung. Neben der Anwendung in der Automobilindustrie gibt es Einsatzgebiete im Haushaltsgerätebereich, in der Produktions-, Medizin- und Aufzugstechnik. CAN wird durch die Nutzerorganisation CiA (CAN in Automation) vertreten.

CAN ist ein Multi-Master-Bus, d. h. jeder der 64 Teilnehmer (max. 128, bei reduzierter Datenrate) kann als Master fungieren. Die Buszuteilung (Bus-Arbitrierung) ist so aufgebaut, daß sich jeweils die Meldung mit der höchsten Priorität am Bus durchsetzt. CAN zeichnet sich durch eine hohe Datenübertragungsrate bis 1 Mbit/s bei einer Buslänge bis zu 1 km aus. Die Länge der versendeten Datenblöcke kann bis zu 8 Byte kurz sein, so daß schnelle Zyklen möglich sind. Das verwendete Buszugriffsverfahren kann allerdings zu einer Busblockade durch Nachrichten mit hoher Priorität führen. Zum Einsatz kommt eine Sonderform des vom Ethernet her bekannten CSMA-Verfahrens (CSMA/CA).

Da der Automobilbereich durch hohe elektromagnetische Störeinflüsse gekennzeichnet ist, wurde bei der Entwicklung besonders auf die Übertragungssicherheit und Datenkonsistenz geachtet. Die Datenübertragung erfolgt mit einer Codierung mit der Hamming-Distanz⁵⁹ von 6.

Zur Realisierung von CAN-Systemen werden preiswerte elektronische Schaltkreise von vielen Herstellern angeboten. Auf der Basis von CAN ist eine Broadcast-orientierte Kommunikationsverbindung unter der Bezeichnung DeviceNet erhältlich.

DIN-Meßbus

Der DIN-Meßbus ist in einer Zusammenarbeit zwischen vorwiegend mittelständischen Industrieunternehmen, einigen Hochschulen, Unternehmen aus der Automobilindustrie und der Physikalisch Technischen Bundesanstalt entstanden. Ziel war es, ein sicheres Bus-System mit kurzen Reaktionszeiten, vorwiegend für die Meßtechnik zu entwickeln. Ein hoher Datendurchsatz war dagegen bei der Entwicklung nicht gefordert. Das Einsatzgebiet umfaßt neben der Meßtechnik auch die Abfrage von intelligenten Sensoren und Zählern. Der DIN-Meßbus ist nach

⁵⁹ Die Hamming-Distanz d ist die minimale Zahl der Stellen in denen sich zwei binäre Codeworte eines Codes unterscheiden. Sie ist ein Maß für die Möglichkeit, Übertragungsfehler in einem Code zu erkennen oder zu korrigieren. Je höher die Hamming-Distanz ist, desto mehr Fehler lassen sich erkennen und korrigieren. Allerdings steigt dabei die Redundanz des Codes.

DIN 66348 genormt. Vertreten wird der DIN-Meßbus durch die Anwendervereinigung DIN-Meßbus (ADM).

Der Bus selbst ist in Linienstruktur (max. 500 m Länge) ausgebildet. Die einzelnen Busteilnehmer werden über Stichleitungen mit bis zu 5 m Länge angeschlossen. Der DIN-Meßbus ist als Master-Slave-System mit bis zu 31 Teilnehmern organisiert. Die Kaskadierung mehrerer Busse ermöglicht den Anschluß von bis zu 961 Teilnehmern. Eine Besonderheit stellen dabei direkte logische Punkt-zu-Punkt Verbindungen dar, die unabhängig von der Position der kommunizierenden Geräte in der Vernetzungshierarchie möglich sind.

Die Übertragungsraten liegen vornehmlich zwischen 110 Bit/s und 19.200 Bit/s. Höhere Raten bis 1 MBit/s sind grundsätzlich möglich, jedoch nicht spezifiziert.

European Home System (EHS)

EHS wurden im Rahmen zweier europäischen ESPRIT-Forschungsprojekte zwischen 1989 und 1992 entwickelt. Die Interessenvertretung wird seit 1990 von der European Home Systems Association (EHSA) übernommen.

Der Einsatzbereich von EHS ist im Bereich Gebäudesystemtechnik – vergleichbar mit dem EIB – vorgesehen. Die Topologie ist dabei frei wählbar. Die Datenübertragungsrate ist mit bis zu 64.000 Baud angegeben. Zusammen mit Batibus und EIB ist EHS für eine europäische Normung im CEN TC 205 vorgeschlagen und als Vornorm EN V 50090 veröffentlicht worden [Heusinger, Ronge und Stock 1996].

FIP (Flux Information Processus, Factory Instrumentation Protocol)

FIP wurde von einer Gruppe von französischen und italienischen Firmen entwickelt und ist in Frankreich nationale Norm (NFC 46602 ff.). FIP ist Bestandteil der europäischen Feldbus-Norm EN 50170. Unter der Bezeichnung WorldFIP (später auch FIP Europe) gibt es eine internationale Nutzerorganisation, deren amerikanischer Teil sich mit der aufgelösten ISP-Foundation (s. u.) zur Fieldbus Foundation zusammenschloß. National gibt es den Club FIP.

FIP basiert auf einem sog. Broadcast-Kommunikationsmodell, bei dem die Nachrichten auf dem Bus, ohne Angabe einer physikalischen Adresse, verteilt werden. Die Busteilnehmer müssen dann aus der gesendeten Information heraus entscheiden, ob diese für sie von Bedeutung sind. FIP ist als zentral organisierter Master-Slave-Bus realisiert. Zentrale Station ist der sog. Bus-Arbeiter. Er fragt alle Stationen zyklisch ab und ist für die Vergabe des Senderechts zuständig.

FIP ist echtzeitfähig. Die Datenübertragungsrate beträgt normalerweise 1 MBit/s. Für Spezialanwendungen sind 31,25 kBit/s und 2,5 MBit/s (bis 5 MBit/s) vorgesehen. Als Übertragungsmedium sind verdrehte Zweidrahtleitung (Twisted Pair) oder Lichtwellenleiter zu verwenden. Die gesamte Leitungslänge, an die bis zu 256 Stationen angeschlossen werden können, liegt bei max. 2 km.

Der Einsatzbereich von FIP ist mit dem des PROFIBUS vergleichbar und umfaßt weite Bereiche der Industrieautomation. Im Bereich der Gebäudeautomation sind bislang keine Projekte bekannt.

Foundation Fieldbus

1994 entstand das Projekt Foundation Fieldbus mit dem Ziel, die Bereitstellung eines internationalen Standards zu beschleunigen. Vertreten wird das System durch die Fieldbus Foundation. Als britischer Standard DD 236 wurde der Foundation Fieldbus als vierter Teil der europäischen Feldbus-Norm EN 50170 vorgeschlagen.

IEC-Feldbus

Die Entwicklung des IEC-Feldbus hatte ihren Ursprung in den Aktivitäten der ISA (Instrument Society of America), die innerhalb der Arbeitsgruppe SP 50 die Schaffung eines einheitlichen Feldbus-Standards anstrebt. Die Normung des IEC-Feldbus verlief bisher sehr schleppend, zumal hier Interessenkonflikte politischer und wirtschaftlicher Art eine große Rolle spielen. Nach sieben Jahren Aktivität der Arbeitsgruppe war lediglich die OSI-Schicht 1 definiert. Die Erarbeitung eines internationalen Standards wird dagegen weiter betrieben. Eine schnelle Einigung ist allerdings nicht zu erwarten. Mittlerweile ist die Arbeit am Layer 2 (vgl. OSI-Modell) nahezu abgeschlossen. Optimistische Vorhersagen gehen von einer Verabschiedung im Jahre 2001 aus.

Interbus-S

Der Interbus-S ist ein Bus-System, speziell für den Einsatz in der Feldebene, das von der Firma Phoenix-Contact 1987 als einfacher Sensor/Aktor-Bus entwickelt wurde. Er hat eine hohe Verbreitung im Bereich der SPS-Systeme und Feldkomponenten erreicht. Interbus-S ist nach DIN 19258 genormt, es gibt Bestrebungen, den Bus als IEC-Norm durchzusetzen. 1996 wurde der Interbus-S von über 400 Herstellern von Automatisierungsgeräten unterstützt.

Der Interbus-S hat seine Domäne bei zeitkritischen Anwendungen, bei denen ein deterministisches Systemzeitverhalten gefordert wird. Das Protokoll ist eher auf Geschwindigkeit als auf Komplexität hin optimiert, so daß vorwiegend einfache Sensoren oder Stellglieder ohne große Software-Anpassungen angeschlossen werden können. Ein Master/Slave-Bus ermöglicht den Anschluß von 256 Stationen. Die Datenübertragungsrate liegt standardmäßig bei 500 kBit/s. 125 kBit/s und 2 MBit/s sind ebenfalls möglich. Die Buslänge kann bis zu 13 km betragen. Die Bedienoberfläche kann durch eigene Hochsprachenprogrammierung entwickelt werden. Alternativ ist der Einsatz einer Standard-Visualisierungssoftware⁶⁰ möglich. Diese Software ist u. a. mit fertigen Interbus-S-Treibern lieferbar. Ein Argument für eine solche Realisierung bei einfachen Gebäudeautomations-Aufgaben ist der Preis, der unter dem einer üblichen GLT/DDC-Lösung liegt [Dietz, 1996].

Im Bereich der Gebäudeautomation gibt es auf der Automationsebene nur wenige Realisierungen, im Bereich der Feldebene ist dagegen eher eine Verbreitung des Interbus-S zu erwarten. Als Beispiel sei eine Meldezentrale der Kinderklinik der Universität Gießen genannt. 11 Automationsstationen dienen der Überwachung von 340 Brandschutzklappen sowie dem Zustand der Versorgungsanlagen für Medizinische Gase, Stellung der Lichtkuppelfenster und der sektionsweisen Entrauchung. Herzstück der Zentrale ist ein Industrie-PC. Flexible Lösungen von der Störmeldezentrale bis zur umfassenden Gebäudeautomation mit entsprechenden MSR-Funktionen sind möglich. Bis zu 4096 Ein- und Ausgangssignale lassen sich bei voller Auslastung an das System anschließen (256 Stationen) [Dietz, 1996].

ISP

Als Reaktion auf den seitens der Industrie bestehenden Bedarf nach einem international genormten Feldbus haben Ende 1992 die Firmen Siemens, Fisher Controls (USA), Rosemount (USA) und Yokogawa (Japan) das Inter Operable Systems Project (ISP) gegründet, um die Bereitstellung eines internationalen Standards für die Prozeßautomatisierung zu beschleunigen. Dabei ging es konkret darum, die im Rahmen der ISA festgelegten Spezifikationen verfügbar zu machen und, soweit diese noch offen sind, durch entsprechende Festlegungen zu vervollständigen. Die Definition der ISO-Schichten orientierte sich an dem ISA-Standard SP-50 (Schicht 1)⁶¹ und enthielt in den Schichten 2 und 7 Elemente des PROFIBUS, des französischen FIP sowie des HART-Protokolls der Fa. Rosemount. Unterstützt wurde das Projekt seinerzeit auch von der PROFIBUS-Nutzerorganisation (PNO). Das ISP-Projekt wurde 1994 abgebrochen.

⁶⁰ z. B. Genesis, InTouch, VisiPro, INVISU etc.

⁶¹ Siehe auch IEC Feldbus.

M-Bus

Der Meter-Bus (M-Bus) wurde unter der Leitung von Prof. Dr. Horst Ziegler (Universität Paderborn) in Zusammenarbeit mit den Firmen Texas Instruments Deutschland GmbH und Techem GmbH entwickelt. Ziel war es, einen Bus zu entwickeln, der zur Fernauslesung von Verbrauchszählern geeignet ist, aber auch zur Ansteuerung von Sensoren und Aktoren verwendet werden kann. Der M-Bus deckt die Schichten 1 bis 3 und 7 im OSI-Modell ab und eignet sich daher für Feldanwendungen mit der Möglichkeit des einfach zu realisierenden Einsatzes für Verbindungen über Telefonnetze bzw. ISDN (Weitverkehrsverbindungen).

Der M-Bus stellt ein hierarchisches Single-Master-System dar, das über einen Zweidraht-Bus mit den max. 250 Slaves kommuniziert. In der Grundausstattung liegt die max. Leitungslänge bei 1.000 m, die Datenübertragungsrate zwischen 300 und 9.600 Baud (bis 38.400 als Option).

Der M-Bus ermöglicht die kostengünstige Zusammenschaltung von Verbrauchszählern und das direkte Auslesen der Zählerstände. Da es GLT-Systeme gibt, die die Daten übernehmen können, bzw. entsprechende Schnittstellen infolge der Offenheit des Protokolls leicht zu schaffen sind, kann der Einsatz eines solchen Systems eine kostengünstige Alternative zur Installation von DDC-Controllern darstellen, sofern letztere nicht ohnehin, z. B. zur Anlagenregelung oder -steuerung, installiert werden müssen.

Modbus

Modbus und Modbus Plus sind herstellereigene Bus-Systeme, die allerdings in Teilbereichen der Automatisierungstechnik einen de-facto-Standard darstellen. Entwickelt wurde das Bus-System von einem Anbieter für SPS-Systeme, der Firma Modicon, die wie die weiteren Anbieter AEG und Télémécanique zur französischen Groupe Schneider gehören. Hinzu kommen eine Reihe weiterer Hersteller, u. a. Trane- u. Carrier-Kältemaschinen sowie APRIL SPS.

MOD-Bus basiert auf dem Token-Passing-Verfahren. Maximal 32 Busteilnehmer sind möglich. Die Bitübertragung erfolgt über eine RS-485-Schnittstelle mit einer maximalen Datenübertragungsrate von 1 MBit/s. Die Kabellänge (abgeschirmte Zweidrahtleitung) liegt bei max. 500 m.

P-NET

P-NET wurde 1983 von der dänischen Firma Process Data entwickelt. Erste Produkte waren 1984 verfügbar. Nach einigen Ergänzungen der Protokollspezifikation wurde P-NET 1989 zu einem offenen Standard. Seit 1990 gibt es die P-NET Nutzerorganisation (PNUO). P-NET-Installationen finden sich in der Prozeßtechnik und in der Fertigung. Das Einsatzgebiet umfaßt neben den klassischen Aufgabenfeldern der Industrieautomation auch die Bereiche Umwelttechnik, Schiffstechnik und Gebäudeautomation. P-NET ist Bestandteil der europäischen Feldbus-Norm EN 50170.

P-NET ist ein Multi-Master-System, das bis zu 32 Master je Bus-Segment erlaubt. Insgesamt lassen sich 125 Geräte je Bus-Segment anschließen. P-NET ist für Systeme mit Antwortzeiten im Millisekundenbereich, bei einer Ausdehnung von mehreren Kilometern geeignet (bis 1.200 m ohne Repeater). Zur Verkabelung ist ein 2-adriges abgeschirmtes Kabel vorgesehen. Die Bitübertragung beruht auf dem RS-485-Standard. Ein auf Datendurchsatz hin optimiertes Protokoll gestattet eine hohe Bus-Performance bereits bei der standardmäßig festgelegten Übertragungsgeschwindigkeit von 76.800 Bit/s. Der Buszugriff erfolgt durch ein spezielles, virtuelles Token Passing genanntes Verfahren. Im Gegensatz zum üblichen Token Passing (z. B. beim PROFIBUS) ist die Token-Weitergabe bei diesem Verfahren durch einen festgelegten Automatismus ohne zeitaufwendigen Telegrammverkehr möglich, was zu kurzen Verarbeitungszeiten führt. P-NET ist das einzige verfügbare Feldbussystem, das eine sog. Multi-Net-Struktur erlaubt, womit die direkte Adressierung zwischen verschiedenen Bus-Segmenten möglich ist. Im OSI-Modell deckt P-NET die Schichten 1 bis 4 und 7 ab.

P-Net eignet sich für den Einsatz verschiedener Hierarchieebenen. Die Unterteilung des Systems in verschiedene Bus-Segmente ist möglich und erlaubt auch einen lokalen Datenverkehr, was die Bus-Belastung reduziert. Vorteilhaft ist die leichte Inbetriebnahme von P-Netz-Systemen. Die Konfiguration von Master- oder Slave-Komponenten beschränkt sich auf die Festlegung der Modul- bzw. Knotenadresse und die Angabe der Anzahl der Master.

Zur Festlegung anwendungsspezifischer Funktionen dienen sog. Channels, in denen alle notwendigen Variablen und Funktionen abgelegt sind (in etwa vergleichbar mit den Profilen beim PROFIBUS). Beispiel für einen solchen Channel ist ein PID-Regler.

SINEC H1

Dieses herstellerspezifische Bus-System der Firma Siemens basiert auf dem Ethernet-Standard und ist vorwiegend zur Vernetzung von SPS-Systemen höherer Leistung vorgesehen. Außerdem findet es in der Leitebene Verwendung. SINEC H1 ist wahlweise für die Verwendung von Kupferkabeln oder Lichtwellenleitern vorgesehen. Die Datenübertragungsrate beträgt in beiden Fällen 10 MBit/s.

4.3.3 Einzellösungen

Häufig ist eine Lösung zur Zusammenschaltung von Gebäudeautomations-Systemen verschiedener Hersteller auf der Basis offener Kommunikationssysteme nicht möglich, weil diese nicht von den betreffenden Herstellern unterstützt werden, die vorhandenen Systeme aufgrund ihres Alters nicht mehr mit solchen Schnittstellen ausgerüstet werden können oder eine Nachrüstung zu kostenaufwendig wäre. Es besteht dann nur die Möglichkeit, eine speziell auf die vorhandenen Bedingungen zugeschnittene Einzellösung zu realisieren. Dazu werden die verschiedenen GLT-Systeme mit Hilfe einer speziell dafür entwickelten Software, ggf. auch über einen zusätzlich erforderlichen Schnittstellenrechner, zusammengeschaltet. Der Funktionsumfang, der mit dieser Verkopplung erreicht werden soll, steht in direkter Abhängigkeit zu den daraus entstehenden Kosten. Hieraus resultiert meist eine Beschränkung auf Grundfunktionen nach VDI 3814.

4.3.3.1 Direkte Systemkopplung

Mittlerweile gibt es Ansätze einzelner DDC-Hersteller, durch Offenlegung ihrer Protokolle und Anbieten einer geeigneten Schnittstelle, eine Anbindung ihrer Systeme an Fremdsysteme zu ermöglichen (z. B. P-90-Kommunikationsprotokoll) [EET, 1994]. Interessant erscheinen in diesem Zusammenhang Programme zur Prozeßvisualisierung, die von verschiedenen Anbietern vorwiegend für die Verfahrens- und Produktionstechnik verfügbar sind⁶², die aber auch in Gebäudeautomations-Systemen eingesetzt werden. Damit besteht die Möglichkeit, ein Bediensystem mit einer einheitlichen Bedienoberfläche bei vertretbarem Aufwand anfertigen zu lassen.

Der prinzipielle Aufbau einer solchen Zusammenschaltung ist in Abb. 19 dargestellt. Die in der Abbildung gezeigten Insel-Leitrechner sind nicht in jedem Fall erforderlich. Alternativ können in bestimmten Fällen Zusammenschaltungen auch direkt auf der DDC-Ebene erfolgen, ggf. mit einem Gateway als Schnittstelle. Der Leitreechner wird dann für die reguläre Bedienung oder als übergeordnetes Bediensystem bei mehreren vorhandenen Leitwarten genutzt. Die Inselrechner sind für die Programmierung, Parametrierung und die Systempflege der Einzelsysteme erforderlich.

⁶² Siehe auch unter Interbus-S.

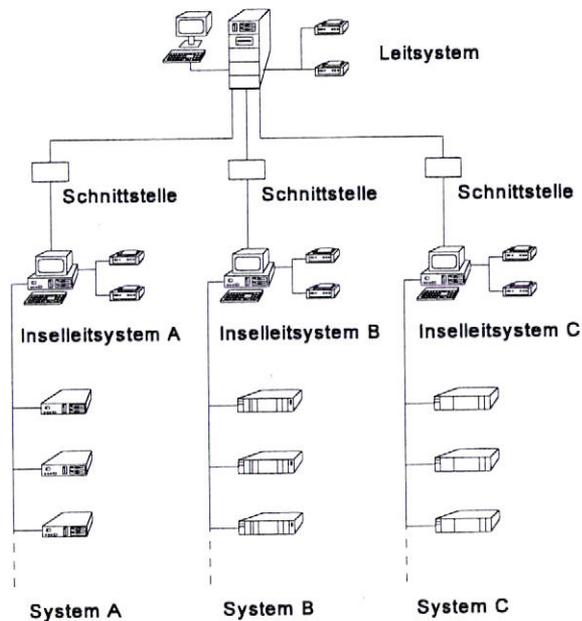


Abb. 19: Zusammenschaltung unterschiedlicher, nicht-kompatibler GLT-Systeme

Es gibt einige wenige Anbieter, die auf solche Kopplungen spezialisiert sind und diese auf der Leitebene anbieten. Beispielsweise bietet die Ingenieurgesellschaft für Gebäudeautomation (INGA) in Hameln ein entsprechendes System an. Es ermöglicht u. a. die Aufschaltung von Systemen der Firmen Centra (baugleich mit Honeywell Excel 500), Enerco (EKS 900), Kabelmetal (TFA), Kieback & Peter (KRD), Landis & Gyr (Unigy und Visogy), Messner (UK/UK/US u. UZ), Saia, Sauter (RSZ, RSE) und Staefa Integral. Auch Sonderlösungen sind möglich, vorausgesetzt die betreffenden Hersteller sind bereit, ihre Protokolle offenzulegen. Der Anschluß der einzelnen DDC-Controller geschieht sternförmig über die im Controller vorhandene V.24-Schnittstelle. Die Signale werden über eine spezielle Schnittstellenkarte zum Leitrechner (PC) geführt. Bei den meisten o. a. DDC-Systemen ist daher für jeden Controller eine Verbindung zum PC erforderlich. Eine Ausnahme bilden die Systeme Kieback & Peter, Messner und Staefa. Hier sind systembedingt mehrere Unterstationen mittels einer Verbindung aufschaltbar.

Das System der Fa. INGA wurde bislang primär in kleineren bis mittleren Liegenschaften eingesetzt (deutlich weniger als 10.000 Datenpunkte). Einen Schwerpunkt stellen dabei fernüberwachte Einzelliegenschaften dar. Im Firmenverbund der Luxemburger Gesellschaft Omnium Technic, zu der eine Reihe von bekannten Unternehmen aus der HKL-Branche sowie Firmen, die Dienstleistungen wie Fernüberwachung, Gebäudemanagement etc. anbieten, gehören, wird das System eingesetzt (u. a. im Rahmen von Contracting-Projekten).

Merkmale:

- ⊕ Für die Aufschaltung kleiner Systeme mit beschränktem Funktionsumfang (z. B. Störmeldungen, Zählerdaten) und für die Aufschaltung anderer Leit- und Überwachungssysteme (Gefahrenmeldeanlagen, SPS-Systeme etc.) sowie für die Fernüberwachung (z. B. Übertragung von Störmeldungen über Selbstwählmodemverbindungen) kann diese Art der Kopplung wirtschaftlich sein.

- ⊖ Für jeden aufzuschaltenden Fremdanbieter (meist in Form einer Inselzentrale) ist eine Schnittstelle, z. B. in Form eines Schnittstellenrechners (Gateway) mit speziell für diesen Zweck angefertigter Software zu realisieren.
- ⊖ Es ist erforderlich, daß die in Frage kommenden Hersteller bereit sind, ihre Übertragungsprotokolle offenzulegen.
- ⊖ Infolge der speziellen Hard- und Software-Lösungen, die erarbeitet werden müssen, ist mit hohen Kosten zu rechnen, insbesondere wenn auf diese Weise mehrere Anbieter zusammengeschaltet werden. Hersteller, die bereits derartige Kopplungen durchgeführt haben, bilden eine Ausnahme und können möglicherweise akzeptable Angebote erstellen. Das gilt allerdings nur dann, wenn die vereinbarten Protokolle direkt übernommen werden können.

Beispiele:

- **Franz-Josef-Strauß-Flughafen München:** Zusammengeschaltet sind dort ein Honeywell GLT-System, Siemens GLT- und SPS-Systeme, ein Phillips Prozeßleitsystem, diverse Kleinsteuerungen für Fahrtreppen etc. Die Kopplung zwischen Honeywell und Siemens (Sinec-H1-Bus) erfolgt auf der Ebene des GLT-LAN über Ethernet.
- **Stadt Hameln:** Zwischen 1987 und 1994 wurden aus 18 Liegenschaften, die über das Stadtgebiet verteilt sind, ca. 4.400 Datenpunkte über Modem-Verbindungen auf ein IBS-Leitsystem der Fa. INGA aufgeschaltet (Fabrikat Landis & Gyr und Messner) [Koch, 1994].

4.3.3.2 Sonderlösungen zur Problematik heterogener Systeme

Durch die Vernetzung und die Möglichkeit des, wenn auch eingeschränkten, Datenaustausches zwischen Programmen unter einem einheitlichen oder unter verschiedenen Betriebssystemen ist auch der parallele Betrieb mehrerer Leitsysteme verschiedener Hersteller mit einer gemeinsamen Bearbeitung auf einem Rechner möglich. Dabei erhält jedes der Systeme ein eigenes Bedienfenster auf dem Bildschirm. Ein Austausch von Betriebsdaten bzw. das Weiterreichen an übergeordnete Programme ist unproblematisch. Mit Hilfe von Terminalemulationen oder der Möglichkeit, direkt Prozesse unter dem „fremden“ Betriebssystem zu kontrollieren (z. B. durch Windows NT unter UNIX), wird die Handhabung verschiedener Systeme verbessert.

Prinzipiell lassen sich noch weitere Möglichkeiten aufführen, die jedoch nur unter bestimmten Voraussetzungen eine geeignete Lösung darstellen.

Vollständiger Systemtausch:

Gemeint ist der vollständige Austausch des bzw. der vorhandenen Systeme und Ersatz durch ein neues System des bevorzugten Anbieters. In der Vergangenheit hat es gelegentlich attraktive Angebote von Gebäudeautomations-Herstellern gegeben, die darauf abzielten, die vorhandene Gebäudeautomations-Technik aufzukaufen und durch ein homogenes System aus dem eigenen Hause zu ersetzen. Damit verbunden ist dann allerdings ein Verzicht auf Wettbewerb. Langfristig kann dies zu erhöhten Kosten infolge der Monopolstellung eines Anbieters führen. Die Kostenbeurteilung sollte sich daher nicht isoliert auf die Systemkosten beziehen. Praktischer Nutzen und laufende Kosten für Bedienung und Unterhalt spielen ebenfalls eine Rolle.

Anbindung über potentialfreie Kontakte:

Für den Fall, daß nur wenige Datenpunkte aufzuschalten sind und die Anforderungen an den Datenaustausch eher einfacher Natur sind (Abfrage von Schaltstellungen, Stör-, Betriebs- und Alarmmeldungen), ist die Ausgabe der Daten auf Koppelrelais mit potentialfreien Kontakten eine mögliche Lösung. Die Koppelrelais gewährleisten die galvanische Trennung zwischen den

verschiedenen Gebäudeautomations-Systemen und vermeiden dadurch EMV-Probleme⁶³ sowie die Notwendigkeit weiterer Hardware-Anpassungen zwischen den Systemen. Die Relaiskontakte, die beispielsweise durch einen DDC-Controller eines Fremdsystems bereitgestellt und über die Koppelrelais ausgegeben werden, werden von einem DDC-Controller des Hauptsystems abgefragt.

Parallele Datenaufnahme:

In besonderen Fällen, z. B. bei nicht mehr ausbaufähigen Alt-Systemen oder wenn lediglich wenige Datenpunkte einer dezentral betriebenen Anlage abgefragt werden sollen, kann es sinnvoll sein, die Datenpunkte über einen parallelgeschalteten zweiten Controller abzufragen, der mit dem Leitsystem verbunden ist. Zu beachten ist dabei allerdings der große Installationsaufwand, der im ungünstigsten Fall auch den doppelten Einbau von Gebern beinhaltet.

4.3.4 Offene Systeme

Im Gegensatz zur Offenen Kommunikation, die einen Datenaustausch zwischen in sich geschlossenen Systemen umfaßt, wird von Offenen Systemen gesprochen, wenn Hard- und Softwarekomponenten bestimmten Normen oder Standards entsprechen und damit Schnittstellen auf verschiedenen Ebenen vorhanden sind. Damit ist die Bindung an einen Hersteller, was den Einsatz von Programmen oder die Auswahl der Hardware betrifft, weitgehend aufgehoben. Vielmehr ergibt sich die Möglichkeit, unterschiedliche Hardwarekomponenten wie Workstations, PCs o. ä. über standardisierte Netzwerkverbindungen wie Ethernet und entsprechende Transportprotokolle einzusetzen. Auf der Softwareseite wird der Einsatz von Programmen verschiedener Hersteller unter einem standardisierten Betriebssystem mit einer darin integrierten graphischen Oberfläche auf einfache Weise ermöglicht. Dies setzt Standards voraus, die, wenn sie nicht bereits als Norm verabschiedet sind, doch zumindest durch ihren hohen Verbreitungsgrad zu De-facto-Standards geworden sind. Gewährleistet sein muß aber die Verfügbarkeit von GLT-spezifischer Software. So erfüllen beispielsweise die PC-Betriebssysteme DOS und WINDOWS 3.1/3.11 die Kriterien für ein Offenes System, sie wurden jedoch aufgrund der mangelhaften Systemsicherheit als Basis für eine GLT-Betriebssoftware nur in unkritischen Fällen verwendet. Hinzu kommt, daß es sich dabei zum Teil um Einzelplatz-Betriebssysteme handelt und Multitasking nur eingeschränkt oder gar nicht unterstützt wird.

Einige größere Gebäudeautomations-Firmen haben Anfang der 90er Jahre begonnen, Offene Systeme in Form von UNIX-basierten LAN-Konzepten für die Gebäudeleittechnik zu entwickeln. Mittlerweile sind nahezu alle Gebäudeautomations-Hersteller auf Standard-Betriebssysteme bei den Bediensystemen umgestiegen. Neben UNIX und UNIX-Derivaten bzw. UNIX-verwandten Systemen wie QNX findet sich vereinzelt OS/2 und mit steigender Verbreitung MS-WINDOWS 95 oder MS-WINDOWS NT (je nach Anforderung). Es ist zu erwarten, daß sich WINDOWS NT, trotz seiner im Vergleich zu UNIX-Systemen noch geringeren Leistungsfähigkeit und Sicherheit auf mittlere Sicht durchsetzen wird. Letzlich führt auch die weitgehende Dezentralisierung von Aufgaben der Gebäudeautomation dazu, daß der Systemsicherheit auf der Leitebene eine geringere Bedeutung zukommt als dies bei früheren Systemgenerationen der Fall war.

UNIX-Systeme bieten standardisierte Schnittstellen wie X/OPEN (UNIX-Standard), OSF/Motif (Standard für die graphische Benutzeroberfläche) sowie eine Reihe von Standards für den Datenaustausch. MS-Windows-Systeme bieten neben den OLE-Verknüpfungen⁶⁴ zur Einbindung

⁶³ Elektromagnetische Verträglichkeit: nach DIN 57870/VDE 0870 die Fähigkeit einer elektromagnetischen Einrichtung, innerhalb ihrer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren und diese Umgebung, zu der auch andere Einrichtungen gehören, nicht unzulässig zu beeinflussen. Weitere Informationen hierzu in [FKGB, 1993b].

⁶⁴ Object Linking and Embedding.

von Objekten in verschiedene Programme, dem Datenaustausch via DDE⁶⁵ noch weitere Möglichkeiten, wie z. B. Active-X. Als Verknüpfung zu Datenbanken dienen die ODBC-Schnittstellen⁶⁶.

Kennzeichen solcher Systeme ist das Fehlen eines Leitrechners im herkömmlichen Sinn. Vielmehr können Informationen und Programme in einem lokalen Netz auf mehrere Systeme verteilt sein. Dabei ist auch der Einsatz verschiedener Betriebssysteme denkbar.

Beispielsweise ist eine Konstellation bestehend aus einem UNIX-Datenbank-Server, einem GLT-Leitrechnersystem unter WINDOWS-NT sowie Bedienplätzen unter WINDOWS 95 möglich. PCs, X-Terminals, Drucker, Workstations, Videoprinter etc. können z. B. über ein Ethernet-LAN angeschlossen werden und müssen nicht mehr physikalisch einem bestimmten Bedienplatz zugeordnet sein. Alle Workstations und „Leitrechner“ können in die Datensicherung mit einbezogen werden. Datenbanksysteme sind dabei nicht mehr herstellerspezifisch (in bezug auf die Gebäudeautomation) ausgelegt, sondern von Datenbank-Systemherstellern geliefert (INFORMIX, ORACLE, SYBASE etc.).

Der Vorteil solcher Lösungen resultiert aus den Möglichkeiten der Betriebssysteme, die infolge ihrer Verbreitung den Einsatz verschiedener Hard- und Software zulassen. So gibt es beispielsweise Prozeßvisualisierungssoftware verschiedener Hersteller, die es ermöglicht, eine eigene Bedienoberfläche zu erstellen und ggf. auch geeignet ist, verschiedene Systeme unter eine einheitliche Bedienoberfläche zu bringen. Betriebssysteme wie UNIX, WINDOWS-NT bzw. -95 oder OS/2 sind nicht echtzeitfähig. Die Echtzeitfähigkeit kann in Einzelfällen noch von Bedeutung sein (z. B. E-MAX oder bestimmte Schaltvorgänge im Mittelspannungsbereich). In diesem Fall wird der Datenaustausch mit den DDC-Controllern über spezielle Rechner (Einschubkarten) durchgeführt.

4.4 Systembedienung

Trotz der rasanten technischen Entwicklung, die sich auch im Bereich der Gebäudeautomation durch eine immer größer werdende Menge an technischen Möglichkeiten bemerkbar gemacht hat, bleibt die Qualität der sog. Mensch-Maschine-Schnittstelle für die Systembedienung von großer Bedeutung.

4.4.1 Bedienoberflächen

Die Systembedienung ist besonders wichtig. Eine zu komplizierte oder schlecht gestaltete Bedienoberfläche kann dazu führen, daß bestimmte Funktionen, die geeignet sind, den Betrieb effizienter zu gestalten, nicht oder nur unzureichend wahrgenommen werden können.

Günstig wirkt sich eine möglichst große Darstellung von Bedienelementen durch das Visualisierungsprogramm aus. Voraussetzung dafür ist ein geeigneter Bildschirm (17"-Monitore sind Standard für die Leitwarte, besser geeignet sind 19"-Monitore).

Die eingesetzten Programme sollten so konzipiert sein, daß in Abhängigkeit von der ausgeführten Aktion jeweils nur die dafür relevanten Bedienelemente angezeigt werden. Gute Bediensysteme zeichnen sich außerdem durch nach Anwender oder Anwendergruppen maßgeschneiderte Bedienoberflächen aus. Sinnvoll ist ferner eine anwendergerechte Darstellung,

⁶⁵ Dynamic Data Exchange.

⁶⁶ Siehe auch im Abschnitt 4.1.4.

z. B. durch Nachbildung analoger Bedienelemente auf dem Bildschirm und durch eigene Gestaltungsmöglichkeiten der Oberfläche.

Bei der Art der Systembedienung ist eine grundsätzliche Unterscheidung zwischen alphanumerisch, graphisch und objektorientiert möglich.

- Bei einem **alphanumerischen** System erfolgen alle Eingaben über die Tastatur und werden in Textform (allenfalls noch als Semigraphik) dargestellt. Diese Eingabeform wird in der Regel nur noch bei einfachen Systemen, Controllern mit eigenem Bedienteil (Display und Tastatur) oder bei Zusatzbedienplätzen der Fall sein. Für Mitarbeiter, die überwiegend in der MSR-Ebene tätig sind oder solche, die sehr anlagennah arbeiten, ist die alphanumerische Ein- bzw. Ausgabe oft hilfreich, da sie die zeitraubende Suche in hierarchisch strukturierten Menüs erspart. Fast alle Leitsysteme bieten die Möglichkeit der Bedienung auf alphanumerischer Ebene.
- Eine **graphische Bedienoberfläche** liegt dann vor, wenn die Darstellung durch graphische Elemente unterstützt wird. Beispielsweise kann so ein Schaltbild einer Anlage oder ein Diagramm als Hilfsmittel zur Bedienung verwendet werden.
- Bei der **objektorientierten Bedienung** geschieht die Anwahl der gewünschten Informationen (z. B. eines Gebäudes, einer Anlage oder eines Datenpunktes) auf dem Bildschirm mit Hilfe der Maus oder eines vergleichbaren Anwahlgeräts. Symbole oder Abbildungen auf dem Bildschirm dienen dabei nicht nur der Darstellung sondern sind Objekte, auf die verzweigt werden kann (z. B. durch Anklicken mit der Maus) wobei Reaktionen ausgelöst werden (z. B. neue Auswahlmöglichkeit, anderes Eingabefenster oder feinere Darstellung von Teilen des Objekts). Die objektorientierte Bedienung ist heute Standard und wird immer zusammen mit einer graphischen Bedienoberfläche verwendet.

4.4.2 Reaktionszeit und Prozeßabbild

Bei der Systembedienung ist häufig die Frage der Rückmeldung nach einer Aktion (z. B. nach einem vom Bediener ausgelösten) Schaltvorgang von Interesse. Hier ist eine akzeptable Zeit zu fordern, d. h. beispielsweise eine Reaktion innerhalb weniger Sekunden.

Die Reaktionszeit hängt u. a. auch davon ab, mit welcher Philosophie der Hersteller das Problem gelöst hat. Wird etwa ein Prozeßabbild vorgehalten, kann die Anzeige der Daten sehr schnell erfolgen (z. B. führt die Abfrage nach einem Temperaturwert einer Zuluftanlage zu einer schnellen Anzeige). Ein Prozeßabbild muß aber zu bestimmten Zeitpunkten aktualisiert werden, da sonst angezeigter und tatsächlicher Wert nicht mehr übereinstimmen und die Anzeige bei großen Abweichungen wertlos ist. Die laufende, zeitlich gesteuerte Aktualisierung aller Prozeßvariablen dauert aber sehr lange und führt zu einer erhöhten Busbelastung. Erfolgt die Aktualisierung der Werte dagegen Interrupt-gesteuert, z. B. wenn die betreffenden Datenpunkte signifikante Werteänderungen vorweisen, so ist weniger Bus-Verkehr erforderlich. Die durchschnittliche Datenübertragungsgeschwindigkeit verbessert sich. Es gibt auch Systeme, die ohne ein Prozeßabbild auskommen. Hier werden bei Bedarf (z. B. Ansprechen einzelner Datenpunkte vom Leitsystem aus) die erforderlichen Daten direkt aus den Controllern ausgelesen. Dies setzt eine geeignete und schnelle Datenübertragung voraus, da es sonst zu temporären Überlastungen der Datenübertragung kommen kann.

4.4.3 Bedienung vor Ort

Bediengeräte vor Ort können in Form von Anwesenheitstastern realisiert sein, mit denen ein Bedarf nach Heizung, Lüftung oder Klimatisierung angemeldet werden kann, oder als Raumbediengerät (z. B. für Induktions- und VVS-Systeme in der Klimatechnik). Bei Raumbediengeräten lassen sich Soll-Werte (z. B. die gewünschte Raumtemperatur) vom Nutzer des Raumes

einstellen. Zur Bedienung sind Drehknöpfe für ungeschulte Bediener am besten geeignet. Anwesenheitstaster können auch durch Bewegungsmelder ersetzt werden, so daß keine Bedienung durch den Nutzer erforderlich ist. Einfacher und besser auf die tatsächlichen Verhältnisse abstimmbare ist jedoch die Anforderung per Knopfdruck. Die Gebäudeautomation kann dann dafür sorgen, daß die Anforderung außerhalb der regulären Betriebszeiten z. B. stündlich zu wiederholen ist und die Anlage ansonsten abgeschaltet wird.

4.4.4 Hand- und Notbedienebene

Die **Handbedienebene** als Teil einer Automationsstation erfüllt in der Regel den Zweck, auch bei Arbeiten an den Anlagen oder beim Ausfall eines Controllers die Anlagen noch in einem Notbetrieb mit eingeschränkten Leistungsmerkmalen fahren zu können (Schalten Ein/Aus, Stellantrieb Position). Die Realisierung einer Handbedienebene umfaßt neben den zu betätigenden Bedienelementen (z. B. Schalter für Ventil Ein/Aus) auch einen Schalter zur Aktivierung (Örtlich/Fern). Dieser ist so geschaltet, daß die Umschaltung im Leitsystem registriert und angezeigt wird. In der Regel ist die Handbedienebene eine reine **Notbedienebene**. Einige DDC-Anbieter bieten jedoch Systeme an, die sich vollständig von der Handbedienebene bedienen und parametrieren lassen (Einstellung ist ähnlich wie bei analogen Reglern). Wichtig ist dabei, daß die eingestellten Werte vom Gebäudeautomations-System übernommen werden können. Kritische Sicherheitseinrichtungen sollten allerdings davon ausgenommen bzw. durch Verriegelungsmaßnahmen geschützt werden. Der Nutzen einer umfangreichen Handbedienebene ist in der Fachwelt umstritten, zumindest wenn ein Leitsystem vorhanden ist. Durch den Anschluß von speziellen **Handbediengeräten**, Laptops o. ä. ist zudem in der Regel der volle Zugriff auf alle Funktionen eines Controllers möglich. Durch Verlegung einer **Datenleitung** zwischen Leitrechner und den Schaltschränken vor Ort, in denen sich die DDC-Controller befinden, besteht außerdem die Möglichkeit, sich per Laptop o. ä. in das Gesamtsystem einzuloggen.

Der Nutzen einer Notbedienebene wird sowohl von den Gebäudeautomations-Herstellern als auch von den Nutzern unterschiedlich bewertet. Befürworter heben die Möglichkeit der Bedienung bei einem Ausfall des DDC-Controllers hervor. Gegner verweisen auf die Möglichkeit des schnellen Austausches heutiger DDC-Controller sowie die Zuverlässigkeit elektronischer Baugruppen, die einen Austausch nur äußerst selten erforderlich macht. Die meisten Stellglieder verfügen darüber hinaus über eine manuelle Bedienmöglichkeit (z. B. Ventile). Zudem bringt die Notbedienebene bei einem Ausfall der Gesamtstromversorgung für die betroffene Anlage keinen Nutzen.

Einige Hersteller bieten spezielle Steckmodule mit integrierter Notbedienebene an, die unmittelbar an den DDC-Controllern bzw. an deren Ein-/Ausgabemodulen angebracht werden. Die Verwendung von Ein-/Ausgabemodulen hat zudem den Vorteil eines sehr übersichtlichen Systemaufbaus. Allerdings wird gegenüber kompakt aufgebauten Controllern in der Regel mehr Platz im Schaltschrank benötigt. Vorteilhaft ist, daß je Betriebsmittel ein physikalischer Ein-/Ausgang mit individueller Beschriftung vorhanden ist. Die Schnittstellen zu den verschiedenen Meßelementen (passive und aktive Fühler) können individuell an die tatsächlichen Erfordernisse angepaßt werden, was bei geringer Auslastung des Controllers auch Kostenvorteile haben kann. Zum Test der angeschlossenen Systeme lassen sich die Module entfernen und haben so die Funktion von Trennklemmen.

4.5 Infrastruktur für die Gebäudeautomation

4.5.1 Stromversorgung

An die Stromversorgung der Gebäudeautomations-Systeme werden in der Regel keine besonderen Anforderungen gestellt. Der Aufwand orientiert sich an den für die eingesetzten Rechnersysteme erforderlichen Ressourcen. UNIX-Systeme benötigen in jedem Fall eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV), da ansonsten bei einem Stromausfall mit Schäden im Datenbestand bzw. mit aufwendigen Restaurierungsmaßnahmen zu rechnen ist. Der Anschluß von Datenbankservern oder anderen Systemen, die empfindlich auf Unterbrechungen der Stromversorgung reagieren, ist zu empfehlen. Die Aufschaltung sämtlicher Komponenten einer Leitzentrale (also auch Drucker und Bildschirme) auf die USV ist meist nicht erforderlich, da bei einem Stromausfall die Daten im Rechner gespeichert werden. Bei einem ausschließlichen Ausfall der Leitzentrale arbeiten die DDC-Stationen heutiger Systeme autark weiter. Lediglich übergeordnete Programme (z. B. Zeitschaltprogramme, Spitzenlastbegrenzung) sind dann betroffen. Für den Fall, daß dies zu Problemen führt, ist das Leitsystem – soweit für eine Bedienung nötig – in die USV mit einzubeziehen.

Bei einem Stromausfall kann ein DDC-Controller, der die Möglichkeit der Akku-Pufferung besitzt, eine bestimmte Zeit weiterarbeiten (z. B. einige Stunden). In jedem Fall wird aber der Inhalt des Arbeitsspeichers (RAM) gesichert (i. a. für mehrere Tage). Fällt nun die Stromversorgung für die Betriebstechnischen Anlagen aus, so ist spätestens bei der Netzzurückkehr mit einer großen Anzahl Fehlermeldungen infolge des zu diesem Zeitpunkt nicht ordnungsgemäßen Anlagenzustands zu rechnen. Dabei können schnell Hunderte von Meldungen je Controller zusammenkommen, die den Datenverkehr über das Bus-System völlig blockieren können. Heutige Systeme bieten die Möglichkeit, solche Folgemeldungen zu unterdrücken.

4.5.2 Verkabelung

Aufgrund der geringen Datenübertragungsraten (i. a. unter 19.200 Bit/s), die für den Datenaustausch von DDC-Controllern untereinander oder mit dem Leitsystem erforderlich sind, gibt es keine besonderen Anforderungen an die Datenleitungen. Je nach Hersteller und eingesetztem Bus-System werden Zweidraht- oder Vierdrahtleitungen verwendet. Die Benutzung von Modems läßt die Verwendung des hauseigenen Telefonnetzes zu. Dies ist besonders wichtig, wenn größere Entfernungen zu überbrücken sind. In Sonderfällen, z. B. bei EMV-Problemen, sind Übertragungen über Lichtwellenleiter, auch bei niedrigen Datenübertragungsgeschwindigkeiten, möglich.

Auf der Leit- und Managementebene sind mittlerweile LAN-Verkabelungskonzepte, wie sie in der Bürokommunikation üblich sind, Standard.

4.5.3 Raumbedarf

Im **Automations- und Feldbereich** ist der Bedarf an Installationsflächen durch die Größe der Komponenten (u. a. DDC-Controller, Stromversorgung und Kommunikationsschnittstellen) der Hersteller vorgegeben. Der Einbau und die Verdrahtung dieser Bausteine erfolgt üblicherweise in **Schaltschränken**. Zwar ist der Flächenbedarf mit ca. 1–2 m² pro Schaltschrank (Platz zum Öffnen der Türen eingerechnet) recht gering, es ist dabei aber zu beachten, daß Flächen für Installationen und technische Anlagen häufig recht knapp bemessen sind, so daß es zu Problemen bei Instandsetzungsarbeiten und Erweiterungen kommen kann. Hinzu kommt, daß bei größeren Anlagen mehrere Schaltschränke je Anlage zu installieren sind, bei kleineren Anlagen dagegen der Platz im Schaltschrank oft gar nicht ausgenutzt werden kann. Letztlich

ergeben sich durch die erforderlichen Flächen, die Schaltschränke und die Verdrahtung im Schaltschrank zusätzliche Kosten.

Zukünftig ist damit zu rechnen, daß sich durch konzeptionelle Veränderungen Reduzierungen im Platzbedarf für Schaltschränke ergeben. Durch verstärkten Einsatz von Bus-Systemen in der Feldebene reduziert sich der Verkabelungsaufwand stark und bringt eine Verringerung der Klemmenanzahl im Schaltschrank mit sich. Einige Konzepte gehen noch weiter und ermöglichen durch eine gleichberechtigte Vernetzung „intelligenter“ Knoten von der Feld- bis zur Leitebene den weitgehenden Verzicht auf Schaltschränke im MSR-Bereich.

Die räumliche Gestaltung der **Leitebene** wird durch ergonomische Anforderungen an den Arbeitsplatz (Arbeitsstättenverordnung, Bildschirmarbeitsverordnung) sowie durch Anzahl und Größe der DV-Systeme bestimmt.

Für eine **Bereichsleitwarte**, Inselzentrale o. ä., die nicht ständig besetzt ist, reicht ein DV-Arbeitsplatz (PC-Tisch mit Bürostuhl) pro Bediensystem aus. Gegenüber früheren GLT-Systemen, die zur Unterbringung der Leitrechner in der Regel einen klimatisierten und meist abgeschlossenen Raum erforderten, sind heutige Systeme wesentlich anspruchsloser. Aus Lärmschutzgründen und um den Zugang Unbefugter auszuschließen ist bei größeren DV-Systemen die Unterbringung von Datenbank-Servern und solchen Komponenten, die keine unmittelbare Bedienung durch den Nutzer erfordern, in einem getrennten, abschließbaren Raum zu empfehlen. Dies kann, unter der Voraussetzung, daß sich darin kein dauerhaft genutzter Arbeitsplatz befindet, auch ein fensterloser Raum sein. Für eine geeignete Belüftung ist zu sorgen. Ferner sind die einschlägigen Brandschutzbestimmungen zu beachten.

5 Konzeption und Planung von Gebäudeautomations-Systemen

Die Planung und Ausführung von Gebäudeautomations-Systemen, sei es als komplette Neuinstallation oder als Ergänzung bestehender Systeme, kann nur dann sinnvoll erfolgen, wenn bereits im Vorfeld weitergehende Überlegungen über die zukünftige Gestaltung getroffen werden. Die darin enthaltenen Informationen werden zweckmäßigerweise in Form eines Grobkonzeptes zusammengefaßt und dabei laufend an veränderte Entwicklungen angepaßt.

Das folgende Kapitel befaßt sich mit den Voraussetzungen für den Aufbau oder Ausbau eines Gebäudeautomations-Systems. Den Schwerpunkt bilden dabei konzeptionelle Überlegungen, unter Berücksichtigung von Hinweisen zur Hard- und Softwareauswahl. Erläutert werden dabei auch mögliche Vorgehensweisen zur Abschätzung eines Mengengerüsts. Die eigentliche Ausführungsplanung ist weniger umfangreich dargestellt, da sie in der Regel nicht mehr durch den Nutzer bzw. Auftraggeber erfolgt, sondern an Planungsbüros vergeben wird.

5.1 Vorüberlegungen für Konzeption und Planung einer Gebäudeautomation

5.1.1 Bedarf für eine Gebäudeautomation

Die Frage nach dem grundsätzlichen Bedarf an Systemen der Gebäudeautomation stellt sich wegen der inzwischen verfügbaren Leistungen bei vergleichsweise geringen Kosten der Technik heute weniger als in der Vergangenheit⁶⁷. Gleichwohl ist beim Aufbau oder Ausbau einer Gebäudeautomation der Nutzen für die Hochschule festzustellen und hinsichtlich des Aufwandes zu bewerten (s. Abschnitt 5.4). Wird beispielsweise eine Gebäudeleittechnik nur als Störmeldeanlage eingesetzt, sind ggf. weit weniger aufwendige Lösungen hinsichtlich des Kosten/Nutzen-Verhältnisses angemessener.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, übergeordnete Systeme zur Überwachung von Anlagen einzusetzen. Diese unterscheiden sich im Aufwand und damit in den Kosten:

- Eine **Störmeldeanlage** beschränkt sich hauptsächlich auf die Anzeige von Störungen. Es werden lediglich Meldungen (Ein, Aus, Alarm, Störung etc.) und Meßwerte (Temperatur, Spannung etc.) übertragen. Die Meldungen lassen sich verknüpfen und führen ggf. zur Auslösung von Alarmen (akustisch oder optisch). Eine Beeinflussung der Anlagen durch Fernschalten o. ä. ist nicht vorgesehen.
- Eine **Störmeldeanlage mit Fernschaltfunktionen** arbeitet wie eine einfache Störmeldeanlage, bietet aber zusätzlich die Möglichkeit, von einem Leitreechner aus fernbediente Schaltfunktionen vorzusehen.
- Ein **Gebäudeleitsystem** ermöglicht mit Hilfe von DDC-Controllern oder anderen „intelligenten“ Bausteinen in der Automationsebene den Zugriff auf die aufgeschalteten Anlagen, d. h. auf Meßwerte sowie binäre Informationen. Ebenso wird die Weitergabe von Informationen in Form von Schalt- und Stellbefehlen an die Anlagen ermöglicht. Programme zur Anlagensteuerung und -regelung laufen sowohl im DDC-Controller (Betriebsprogramme) als auch im Leitsystem (übergeordnete Managementprogramme) ab. Findet die Vernetzung vorwiegend in der Feldebene statt, so wird die zugehörige Technik als **Gebäudesystemtechnik** bezeichnet.

Eine Planungsmaßnahme zur Gebäudeautomation sollte mit der Beschreibung der Anforderungen aus der Sicht des Nutzers (= nutzende Einrichtung sowie Betreiber der Anlage), die an das System gestellt werden, beginnen. Dabei geht es zunächst um einfache Fragen:

⁶⁷ Vgl. [Kahle, van Dijk, 1989].

- Wofür wird ein System benötigt (z. B. für eine neue Lüftungsanlage)?
- Welche Aufgaben soll es erfüllen (z. B. belegungsabhängige Steuerung)?
- Wo soll die Bedienung erfolgen (z. B. in der vorhandenen Leitwarte, zum Teil auch durch den Nutzer des Raumes)?

Eine Konkretisierung der einzusetzenden Technik gemäß o. a. Schema sollte zu diesem Zeitpunkt noch nicht erfolgen, da hierzu u. a. die Betrachtung vorhandener Komponenten und Randbedingungen erforderlich ist.

5.1.2 Standortliche Rahmenbedingungen für die Gebäudeautomation

Jede Liegenschaft weist in der Regel einige Besonderheiten auf. Bei der Konzept-Erstellung und bei der Planung von Gebäudeautomations-Systemen sind daher eine Reihe von Randbedingungen zu berücksichtigen:

- Anzahl und Art der vorhandenen Gebäudeautomations-Systeme und Komponenten.
- Alter, technischer Zustand und Struktur vorhandener Leitsysteme, Inselzentralen und DDC-Controller.
- Alter und technischer Zustand vorhandener autarker Systeme, die im Stand-Alone-Betrieb arbeiten.
- Qualitativer Zustand sowie Art der Nutzung der Gebäude.
- Finanzierung des Gebäudeautomations-Ausbaus bzw. der GLT-Aufschaltung von Betriebstechnischen Anlagen (besteht evtl. die Möglichkeit Sondermittel einzuwerben, z. B. über spezielle Energiesparprogramme des Landes, des Bundes oder der EU?).
- Sind ggf. Sanierungsmaßnahmen geplant, mit denen sich die Maßnahmen verbinden lassen?
- Gibt es besondere Interessen von zuständigen Behörden, z. B. der Bauverwaltung, die berücksichtigt werden müssen oder eine Verständigung erforderlich machen (z. B. herstellerneutrale Ausschreibung und Planung von Systemen)?

Die Einigung auf ein gemeinsames Konzept unter den Beteiligten ist besonders wichtig, wenn es unterschiedliche Vorstellungen zwischen Bauverwaltung (die Schaffung eines Anbieterwettbewerbs wird gewünscht) und Nutzer (die Bedienbarkeit der Anlagen steht im Vordergrund) gibt. In der Vergangenheit sind durch mangelnde Absprachen und fehlende Kooperationsbereitschaft zwischen den Beteiligten viele GLT-Systeme entstanden, die die gewünschten Anforderungen nicht erfüllt haben und so über Jahre hinweg zu einer Belastung durch einen erhöhten Bedienungsaufwand geworden sind. Dies war häufig dann der Fall, wenn bereits vorhandene GLT-Systeme bei der Neuplanung oder Sanierung von Betriebstechnischen Anlagen nicht in die Planung mit eingeflossen sind. Im Ergebnis sind dann zueinander inkompatible GLT-Inseln entstanden, deren Bedienbarkeit oft nicht gewährleistet ist.

5.2 Gesamtkonzept für eine Gebäudeautomation

5.2.1 Allgemeine Anforderungen

Bevor die eigentliche (ausführende) Planung von Gebäudeautomations-Systemen begonnen wird, sollte zunächst ein Gesamtkonzept entwickelt werden, das für die weitere Vorgehensweise

verbindlich ist. Dies ist besonders für GLT-Systeme wichtig, da für eine effiziente Nutzung bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein müssen. Das Konzept legt den Ausbau mittel- bis langfristig fest und stellt einen Rahmen für alle künftigen Entscheidungen, die Systemerweiterungen betreffen, dar.

Das Konzept sollte daher zunächst Aussagen zur Ist-Situation enthalten und darauf aufbauend Ziele und Rahmenvorgaben für den künftigen Ausbau der Gebäudeautomation formulieren. Es kann in der Folge als Basis für weitergehende Vorgaben, wie die Erstellung eines Pflichtenheftes, oder für weiterführende Planungsschritte, wie ggf. die Erstellung der Haushaltsunterlage (HUBau), dienen.

Ein Konzept zur Gebäudeautomation sollte folgende Punkte beinhalten:

- Zielsetzung (welche Hauptziele sollen mit dem Ausbau der Gebäudeautomation erreicht werden, z. B. Energieeinsparung, Instandhaltungsaufwand reduzieren o. ä.).
- Vorhandene relevante technische Anlagen und Infrastruktur, wie
 - Gebäudeautomations-Technik (mit technischen Daten, besonderen Merkmalen und Installationsumfang der vorhandenen Systeme),
 - Betriebstechnische Anlagen, die für den Betrieb bzw. Ausbau von Gebäudeautomation wichtig sind,
 - Kommunikationsinfrastruktur und deren weiterer Ausbau.
- Geplante Neubau- und Sanierungsmaßnahmen, die für die Gebäudeautomation von Bedeutung sind.
- Aufbau- und Ablauforganisation, in die die Gebäudeautomation eingebunden ist.
- Bewertung der Situation (Organisation und Technik).
- Mögliche Modelle bzw. Veränderungen in der Organisation.
- Formulierung von Anforderungen an die Gebäudeautomation (Funktionalität, Schnittstellen zu anderen Arbeitsbereichen/Systemen etc.).
- Vorschläge zum Ausbau der Gebäudeautomation unter Berücksichtigung der vorhandenen Strukturen und
 - Festlegung von Prioritäten für die Anlagenaufschaltung (wichtig, weniger wichtig),
 - Aufwandsabschätzung (Mengengerüst) und Kosten/Nutzen-Betrachtungen.
- Festlegung von Realisierungszeiträumen bzw. Bauabschnitten.

Das erarbeitete Gebäudeautomations-Konzept ist laufend fortzuschreiben und damit an geänderte Randbedingungen organisatorischer und technischer Art anzupassen.

5.2.2 Elemente des Konzeptes

5.2.2.1 Anforderungen an GA-Komponenten

Die Anforderungen an Gebäudeautomations- und speziell GLT-Komponenten sind in der Regel nicht allgemeingültig und einheitlich für den gesamten Gebäudebestand einer Liegenschaft festlegbar. Hauptgrund dafür sind die entstehenden Kosten, die oft zu einer Beschränkung, beispielsweise bei der GLT-Aufschaltung von Anlagen, führen. Das anzustrebende Gebäudeautomations-System sollte aber folgende **Anforderungen** erfüllen:

- Die Leitzentrale muß in der Lage sein, sämtliche Überwachungsfunktionen und notwendigen Eingriffe zu ermöglichen, die den sicheren Betrieb der BTA gewährleisten.
- Die Hinzunahme eines oder weiterer Anbieter im Rahmen von Neubaumaßnahmen sollte – aus Wettbewerbsgründen – offengehalten werden.
- Das Gebäudeleitsystem und die Betreuung von Gebäudeautomation und MSR-Technik sind in die bestehende Organisationsform zu integrieren – die Erfüllung bestimmter organisatorischer Voraussetzungen kann sich allerdings günstig auf den GLT-Betrieb auswirken.

5.2.2.2 Installationsumfang von Gebäudeleitsystemen

Abschätzungen der zu erwartenden Datenpunktmenge, beispielsweise auf der Basis von Flächenangaben, sind mit Unsicherheiten belegt. Sie sind aber dennoch von Bedeutung, wenn es erforderlich ist, über die zu erwartenden Investitionssummen zumindest grobe Aussagen zu treffen.

Es gibt unterschiedliche Kriterien zur Ermittlung von Datenpunktmengen. Häufig anzutreffen ist die Hochrechnung vorhandener Datenpunktmengen auf neu auszurüstende Gebäude über die Anzahl der Datenpunkte je m². Ein Nachteil dieser Methode ist die fehlende Möglichkeit der Differenzierung zwischen Gebäuden mit hoher und mit geringer technischer Ausstattung. Des Weiteren ist zu beobachten, daß die Anzahl der Datenpunkte auch bei Gebäuden mit vergleichbarer technischer Ausstattung nicht linear mit der Fläche ansteigt. Dies ist einleuchtend, da die Anzahl der Betriebstechnischen Anlagen bzw. deren Komplexität bei einem Gebäude mit z. B. 9.000 m² Fläche nicht zwangsläufig dreimal so hoch ist wie bei einem Gebäude mit 3.000 m² Fläche. Lüftungs- und Heizungsanlagen etc. werden lediglich größer dimensioniert. Die Komplexität der Anlagen an sich ist in der Regel vergleichbar. Eine Erhöhung auszuwertender Informationen bzw. der Datenpunktanzahl ergibt sich dann nur durch die mit der Fläche steigende Anzahl von Wärmeverteilerkreisen, Brandschutzklappen, Einzelraumregelkreisen etc.

Um den beschriebenen Umständen Rechnung zu tragen, kann eine vereinfachte Analyse der je Gebäude vorhandenen bzw. geplanten Anlagen erfolgen und daraus, gebäudespezifisch durch Vergleich mit ähnlichen bekannten Anlagentypen, auf den erforderlichen Installationsumfang an DDC-Technik geschlossen werden. Der Aufwand bleibt jedoch, beispielsweise für den Entwurf eines Grobkonzepts, sehr hoch.

In früheren HIS-Untersuchungen⁶⁸ wurde ein anderer Weg gewählt und im Projektverlauf verfeinert. Die verwendete Methode benutzt als Grundlage Flächenangaben, hier die Hauptnutzfläche und die Funktionsfläche nach DIN 277. Andere Flächenangaben lassen sich durch entsprechende Faktoren umrechnen. Neben den Flächenangaben werden die technische Ausstattung der Gebäude (in Form des Technisierungs- oder Installationsgrads) sowie die vorhandenen Gewerke (in Form eines Technikfaktors) berücksichtigt. Der „Technisierungsgrad“⁶⁹ geht quadratisch in die Berechnung ein. Damit wird berücksichtigt, daß der Unterschied der zu installierenden GLT-Datenpunkte zwischen z. B. rein büroartig genutzten Gebäuden und Laborgebäuden bei gleicher Grundfläche ein Vielfaches betragen kann. Die Berücksichtigung der vorhandenen (aufzuschaltenden) Gewerke geschieht durch den „Technikfaktor“ (TF). Dabei wird jedem im betroffenen Gebäude vorhandenen Gewerk pauschal ein bestimmter Wert zugeordnet, der in etwa der Anzahl der aufzuschaltenden Datenpunkte bei einer Minimalauf-

⁶⁸ Es handelt sich dabei um die Erstellung von Konzepten zum Einsatz von GLT- und DDC-Technik in der Universität Tübingen [Kahle und Person, 1993], im Klinikum der Universität Erlangen-Nürnberg [Person, 1994] und im Universitätskrankenhaus Hamburg-Eppendorf und [Person, 1995].

⁶⁹ Erläuterungen zum Technisierungsgrad sind im Anhang E enthalten.

schaltung entsprechen soll. Der ermittelte TF wird in Relation zum maximal möglichen Wert (TF_{MAX}) gesetzt. Die Anzahl der vorhandenen Betriebstechnischen Anlagen wird bei dieser Vereinfachung nicht berücksichtigt. Sie geht aber indirekt durch die Fläche in die Berechnung ein.

Die Anzahl der Datenpunkte wurde unter den beschriebenen Annahmen wie folgt berechnet:

$$DP = TG^2 \cdot \frac{TF}{TF_{MAX}} \cdot \sqrt{(A_{HNF} + 2 \cdot A_{FF})}$$

mit

TG = Technisierungsgrad
 A_{HNF} = Hauptnutzfläche nach DIN 277
 A_{FF} = Funktionsfläche nach DIN 277

Der Technikfaktor TF ergibt sich aus der Summe von Einzelwerten, die jeweils einem Gewerk zugeordnet sind:

$$TF = RLT + HZT + KLT + WSV + ABW + GAS + ELT + FÖR + SON + NAT$$

mit

RLT (Raumluftechnik)	=	10	(5)
HZT (Heizungstechnik)	=	10	(5)
ELT (Elektrotechnik)	=	8	(4)
KLT (Kältetechnik)	=	8	(4)
WSV (Wasserversorgung)	=	4	(2)
ABW (Abwasserentsorgung)	=	4	(2)
GAS (Gasversorgung)	=	4	(2)
SON (Sonderanlagen)	=	4	(2)
NAT (Nachrichtentechnik)	=	2	(1)
FÖR (Fördertechnik)	=	2	(1)

Niedrigere Werte (z. B. die in Klammern stehenden Werte) können bei einer geringeren Aufschaltungspriorität, beispielsweise mit einem überwiegenden Anteil an Sammelstörmeldungen, eingesetzt werden. Der Wert für TF_{MAX} ergibt sich aus der Summe aller Einzelfaktoren für die höchste Priorität zu 56. Sofern alle o. g. Betriebstechnischen Anlagen in einem Gebäude vorhanden sind, ergibt der Faktor TF/TF_{MAX} den Wert 1. Die Anzahl der Datenpunkte wird dann durch Technisierungsgrad und Fläche bestimmt.

Der beschriebene Rechengang berücksichtigt ausschließlich physikalisch vorhandene Datenpunkte mit eigener Adresse. Er läßt sich bei Bedarf leicht an unterschiedliche Randbedingungen anpassen.

5.2.2.3 Aufschaltung der Gebäudeleittechnik

In den meisten Fällen ist, vornehmlich aus Kostengründen, von einer schrittweisen Ausstattung der Gebäude bzw. der Betriebstechnischen Anlagen mit Gebäudeautomations-Technik auszugehen. In Verbindung mit dem Ausbau der Gebäudeleittechnik lassen sich Kriterien für die Reihenfolge der Aufschaltung heranziehen, wie

- die Sanierungsbedürftigkeit der Gebäude bzw. bereits bekannte Sanierungsmaßnahmen,
- der Energieverbrauch (hoch, mittel oder niedrig),
- die Bewertung der Wichtigkeit der Anlagenaufschaltung auf die GLT (verschiedene Prioritäten, z. B. sehr wichtig, wünschenswert, unwichtig),
- der Technisierungsgrad der Gebäude.

Die genannten Punkte können, angepaßt an die individuellen Voraussetzungen der betroffenen Liegenschaft, zu einem Auswertungsschlüssel zusammengefaßt werden. Die Gebäude/Anlagen mit der höchsten Bewertung werden dann im ersten Bauabschnitt zusammengefaßt.

Beispiel:

Der erste Bauabschnitt umfaßt diejenigen Gebäude, die innerhalb der nächsten Jahre ohnehin für Sanierungsmaßnahmen an den Betriebstechnischen Anlagen vorgesehen sind, außerdem einen hohen Energieverbrauch aufweisen, mit einer hohen Priorität (sehr wichtig) versehen sind und einen Technisierungsgrad von mindestens 3 aufweisen.

5.2.2.4 Aufschaltung einzelner Gewerke

Damit die Regelung, Steuerung und Überwachung von Anlagen in Verbindung mit einer Gebäudeleittechnik funktioniert, müssen zunächst die elementaren technischen Voraussetzungen geschaffen werden, d. h. es müssen die notwendigen Signalleitungen zum Schalten, Melden, Messen und Zählen mit den DDC-Controllern verbunden werden. Der schaltungstechnische Aufwand und damit die Kosten steigen mit der Anzahl der verfügbaren Funktionen.

Durch die Anforderungen an die Funktionalität des Gesamtsystems wird die Anzahl der aufzuschaltenden Datenpunkte bestimmt. Im Anhang F sind hierzu Beispiele aufgeführt, die überwiegend der VDI 3814, Blatt 4 (Fassung vom Juni 1986) entnommen wurden und ggf. um Hinweise aus der FKGB-Empfehlung zu Meßgeräten [FKGB, 1993c] ergänzt worden sind. Die im Anhang F genannten Werte sind als Anhaltspunkte für die Planung von Neuanlagen und für die Sanierung von Altanlagen zu verstehen und können gut für eine Aufwandsabschätzung kleinerer bzw. auf einzelne Anlagen beschränkter Maßnahmen verwendet werden.

Neben der GLT-Aufschaltung aller für das bestimmungsgemäße Funktionieren und für die Überwachung einer Anlage erforderlichen Datenpunkte kann die Aufschaltung weiterer Funktionen den Bedienkomfort verbessern. Durch das Zusammenfassen von Meldungen zu Sammelstörmeldungen sowie durch eine reduzierte Aufschaltung von Zähl- und Meßeinrichtungen läßt sich dagegen eine Verringerung des Aufwands erreichen. Die Vorgehensweise ist im Einzelfall zu entscheiden. Eine ggf. durchgeführte Kostenbetrachtung sollte sich dabei allerdings nicht nur auf die Investitionskosten beschränken, sondern auch mögliche Folgekosten berücksichtigen. Spätere Nachinstallationen sind in der Regel aufwendig und daher mit erhöhten Kosten verbunden.

Für bestimmte Anwendungen werden auch kostengünstige Sonderlösungen angeboten. Beispielsweise kann die Vernetzung und Fernabfrage von busfähigen Zählern über speziell dafür geeignete Bus-Systeme und Protokolle, etwa M-Bus, erfolgen.

Nachstehend sind einige Besonderheiten, die sich für verschiedene Gewerke bei der Installation von GLT- oder DDC-Technik ergeben, aufgeführt. Hinweise zur Ausstattung der Betriebstechnischen Anlagen mit Zählern und Meßeinrichtungen sind der FKGB-Empfehlung [FKGB, 1993c] entnommen⁷⁰.

⁷⁰ Beispiele zum Umfang der GLT-Aufschaltung sind im Anhang F aufgeführt.

Abwasser-/Wasser-/Gasanlagen

Die Überwachung von Abwasser-, Wasser- und Gasanlagen dient u. a. der Reduzierung von Verlusten durch fehlerhafte Geräte oder Rohrleitungen (Leckageverluste). Durch Auswertung der Verbräuche über einen längeren Zeitraum sind Abweichungen unmittelbar zu erkennen – dies kann auch automatisch vom GLT-System durchgeführt werden. Die Aufschaltung von Zählern auf die GLT stellt auch ein sicheres und kostengünstiges Verfahren für die Abrechnung von (Fremd-) Verbrauchern dar. Bei Gas- und Feuerlöschanlagen führt die zentrale Überwachung zu einem zusätzlichen Maß an Betriebssicherheit, da die ständige Abfrage relevanter Parameter und Anlagenzustände möglich ist. Eine zeitaufwendige Vor-Ort-Überprüfung kann damit in der Regel entfallen.

Wassermengenzähler sollten jeweils für besondere Verbrauchergruppen vorgesehen werden. Insbesondere Küchen, Wäschereien, Schwimmbäder, Außenanlagen und Beregnungsanlagen sind getrennt zu messen. Je nach Bedarf sind eigene Zähler für Sonderanlagen wie Kälteanlagen und Rückkühlwerke, Wasseraufbereitungsanlagen, Raumluftechnische Anlagen etc. vorzusehen. Trinkwasserzähler mit einem Impulsausgang zur Meßwerterfassung über die Gebäudeleittechnik sind für Kaltwasser und Warmwasser erhältlich. Gaszähler werden bei Bedarf zur Einzelmessung größerer Sonderverbraucher wie Laboratorien und Glasbläsereien eingesetzt.

Meldungen können ggf. zu Sammelstörmeldungen zusammengefaßt werden, sofern der damit verbundene Verlust an Detailinformationen durch die Kostenersparnis aufgewogen wird.

Wärmeversorgungsanlagen

Die Überwachung von Wärmeversorgungsanlagen ist vor allem wichtig zur Erkennung von Störungen und Vermeidung von Gefahrensituationen. Da Wärmeverteilnetze oft aus einer Vielzahl von Strängen mit eigenen Pumpen bestehen, bietet sich in einigen Fällen die Zusammenfassung von Störmeldungen zu Sammelstörmeldungen an. Durch den Einbau von Wärmemengenzählern und die Aufschaltung der Zähler auf das GLT-System wird eine durchgängige Verbrauchskontrolle erreicht. Bei der Wärmeversorgung bieten Zähler, in Verbindung mit der Datenauswertung über das GLT-System, eine verbesserte Abrechnung von (Fremd-)Verbrauchern. Außerdem lassen sich bestimmte Verbrauchergruppen genauer analysieren (Wirtschaftswärme, Kälteerzeugung aus Wärme).

Für Heizzentralen wird die Ausstattung mit einem Wärmemengen- bzw. Dampf- oder Kondensatzähler zumindest ab einer Leistung von 500 kW empfohlen. Wärmemengenzähler sind möglichst für jedes Gebäude vorzusehen, außerdem in der Wärmeverteilung bei größeren Wirtschaftswärmeverbräuchern (Wäscherei, Küche) sowie für die Brauchwasserbereitung bei einem Wärmebedarf über 100 kW. Gleiches gilt für RLT-Anlagen (über 100 kW Wärmebedarf). Betriebsstundenzähler sind für die Kesselanlage (jeweils pro Brennerregelstufe) und für Pumpen mit einer Anschlußleistung von mehr als 2 kW einzusetzen. Durchflußmengenzähler (Heizöl) sollten bei Kesselleistungen über 100 kW für jeden Brenner eingesetzt werden. Wärmemengenzähler werden üblicherweise für Durchflußmengen zwischen 1,5 und 150 m³/h angeboten. Zu diesem Zweck werden bereits vermehrt busfähige Zähler eingesetzt.

Luftechnische Anlagen

Die Regelung Luftechnischer Anlagen ist, durch die erforderliche Berücksichtigung einer Vielzahl von Parametern und Regelgrößen, komplex und aufwendig. Aufgrund falscher Einstellungen von Regelparametern und nicht optimaler Abstimmung der MSR-Technik arbeiten diese Anlagen häufig nicht in ihrem optimalen Betriebsbereich. Dadurch kann es zu erhöhten Energieverbräuchen kommen, die nicht selten 50 % oder mehr über den technisch erreichbaren Werten

liegen. Eine regelmäßige Überwachung der Betriebsdaten ist zur Erkennung solcher Schwachstellen besonders geeignet. Durch den Einbau von Zählern für den Energie- und Medienverbrauch lassen sich die Kosten, die durch Lufttechnische Anlagen, insbesondere durch Klimaanlage verursacht werden, zudem sehr gut aufschlüsseln. Die weitere Überwachung Lufttechnischer Anlagen dient hauptsächlich der Erkennung von Störungen, die z. T. erhebliche Folgeschäden nach sich ziehen können.

Ab einer Anschlußleistung von 100 kW sollten Wärmemengenzähler vorgesehen werden, ab 50 kW Kältebedarf oder bei Gebäudeübergabestationen (Fernkälte) auch Kältemengenzähler. Unabhängig von der Luftfördermenge sollte der Wasserverbrauch gemessen werden. Bei einer Luftfördermenge von mehr als 10.000 m³/h sollte außerdem ein zusätzlicher Stromzähler vorgesehen werden.

Starkstromanlagen

Gebäudeautomation wird im Bereich der Starkstromtechnik vorwiegend zur Anlagenüberwachung genutzt. Auf der Niederspannungsebene ist außerdem das Schalten von Verbrauchern und Verbrauchsgruppen in Abhängigkeit von der Auslastung üblich. Die Mittelspannungsebene kann ebenfalls über die GLT geschaltet werden, dies ist jedoch weniger verbreitet. Eine weitere Aufgabe liegt im Bereich Energiemanagement und umfaßt die Überwachung von Leistungen (Spitzenlast) und Energiemengen.

Stromzähler sollten für jedes Gebäude für besondere Verbraucher und Verbrauchsgruppen (Küche, Wäscherei) und bei RLT-Anlagen bei einer Luftfördermenge von mehr als 10.000 m³/h vorgesehen werden. Gleiches gilt für zentrale Warmwasserbereitungsanlagen mit mehrstufigen Heizungen und Kältemaschinen (ab 50 kW Kälteleistung). Bei Transformatoren sollten an jedem Ausgang eine Strom- und Leistungsmessung erfolgen. Die notwendigen Aufwendungen für die vorgeschriebenen regelmäßigen Prüfungen und pflichtgemäßen Überwachungen von Ersatzstromanlagen können durch den Einsatz von GLT-Systemen erheblich reduziert werden.

Fernmelde- und Informationstechnische Anlagen

In der Praxis werden hier Überwachungsfunktionen, z. T. als Sammelstörmeldungen (z. B. Notrufmeldeanlage, Brandmeldeanlage, Datenübertragungseinrichtungen) im Vordergrund stehen. Günstig wurden Verbindungen zu Brandmeldeanlagen bewertet. Die GLT kann z. B. vorteilhaft zur Überprüfung von Brandmeldern eingesetzt werden⁷¹.

Fördertechnische Anlagen

In der Vergangenheit wurden häufig Forderungen nach einer Sprechverbindung für den Aufzugsnotruf als Bestandteil der GLT gestellt. Mittlerweile bieten sich für diese Aufgabe andere kostengünstige Möglichkeiten (z. B. Telefonanschluß) an. Da Aufzugsanlagen, Fahrsteig- und Fahrtruppenanlagen, Automatische Gütertransportanlagen etc. in der Regel über eigene Steuerungssysteme verfügen, beschränkt sich die GLT-Aufschaltung, sofern keine Kopplung der Systeme über eine geeignete Schnittstelle vorgesehen ist, auf die Abfrage von Störmeldungen (bei Aufzügen auch Aufzugsnotruf), z. T. als Sammelstörmeldungen.

⁷¹ Siehe auch Abschnitt 4.1.5.1.

Nutzungsspezifische Anlagen

Hierzu zählen u. a. küchentechnische Anlagen, Wäscherei- und Reinigungsanlagen (z. B. Wäschereien, Sterilisation/Dampfdesinfektion), Medienversorgung (Druckluftversorgungsanlagen, Flaschengasversorgung, Vakuumerzeugung), Entsorgungsanlagen (Müllabsaugung, Staubabsaugung) und Kälteanlagen.

Je nach Größe bzw. Energiebedarf der Anlagen sind Einrichtungen zur Verbrauchserfassung mit Verbindung zur Gebäudeleittechnik vorzusehen. In Küchen ist die Installation eines Spitzenlastmanagementsystems wirtschaftlich, wenn sich die Küche in einem Gebäude mit eigenem EVU-Anschluß befindet und einen erheblichen Anteil am Leistungsbezug hat. Anlagen, die der Erzeugung von Wirtschaftswärme oder zur Kälteerzeugung dienen, sind mit eigenen Zähl-einrichtungen (Wärme- bzw. Kälteenergie) auszustatten.

5.2.3 Auswahl geeigneter Gebäudeautomations-Systeme

Der Ausbau eines Gebäudeautomations-Systems umfaßt Hardware in Form von Rechnern, DDC-Controllern, Feldgeräten, Leitungen etc. sowie Software in Form von Programmen für die Durchführung der MSR-Aufgaben, Systembedienung, Überwachung und Kommunikation der Geräte untereinander, die je nach Einsatzbereich (Leitebene oder Feldebene) unterschiedliche Aufgaben zu erfüllen haben.

5.2.3.1 Hardware

Ein **Leitsystem** (Hardware) setzt sich im einfachsten Fall aus einem PC mit Monitor und Drucker sowie Schnittstellen und Leitungen zum Anschluß der Automationsstationen zusammen. Drucker werden jeweils getrennt für die Protokollierung von Alarm- und Störmeldungen verwendet, ggf. gesondert für Ereignismeldungen.

Die verwendeten Rechnersysteme können aus PCs, Workstations, X-Terminals oder (alphanumerischen) Terminals bestehen:

- Als **PC** werden hier Rechner bezeichnet, wie sie in den üblichen Büro- und Heim-anwendungen Verwendung finden (mit Betriebssystem Microsoft-Windows, OS/2 o. ä.).
- Eine **Workstation** ist ein auf hohe Rechenleistung hin ausgelegter Computer, der üblicherweise im wissenschaftlichen Bereich oder für aufwendige CAD-Programme eingesetzt wird (Betriebssystem ist z. B. UNIX).
- **X-Terminals** sind Bildschirmbediengeräte mit Tastatur und eigenem Graphikprozessor, die über ein Datennetz mit einem Rechner (auch Host-Rechner genannt) nach einem festgelegten Standard kommunizieren. X-Terminals werden vorwiegend in UNIX-Systemen eingesetzt. Sie können selbst keine Anwenderprogramme ausführen. Es gibt auch PC-Programme verschiedener Anbieter, die einem PC ermöglichen, als X-Terminal zu funktionieren. Infolge des starken Preisverfalls von leistungsfähigen PCs in den letzten Jahren ist die Anschaffung von X-Terminals daher nur in Ausnahmefällen ratsam. Das Aufgabengebiet von **alphanumerischen Terminals** ist mit dem von X-Terminals vergleichbar, es fehlt aber die erweiterte Verarbeitungsmöglichkeit für graphische Informationen.

Die Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Rechnersystemen ist in der Regel von verschiedenen Faktoren abhängig. Zentrales Element eines Computersystems ist der **Mikroprozessor** (auch kurz Prozessor genannt) bzw. die Prozessoren in Mehrprozessorsystemen. Ein Prozessor ist gekennzeichnet durch

- die Architektur (RISC, CISC⁷²),
- den Arbeitsspeicher (Zugriffsgeschwindigkeit, Cache),
- die Verarbeitungsstruktur (Parallelität, Pipelining),
- den Prozessortakt (Geschwindigkeit der Befehlsabarbeitung) und
- den Bustakt (Geschwindigkeit der Peripheriebausteine).

Neben den geschwindigkeitsbestimmenden Daten in einem Computersystem sind vor allem sicherheitsrelevante Aspekte zu berücksichtigen. Dies erfordert eine Betrachtung der Einzelkomponenten und Funktionen, z. B. der Datenspeicherung und der Sicherheit von Betriebssystem und Programmen sowie deren Zusammenspiel im Gesamtsystem.

Die (dauerhafte) Speicherung der Daten (Programme, Datenbanken, Programmdateien) erfolgt in der Regel auf handelsüblichen Festplatten, die Bestandteil des jeweiligen PC-Systems sind. In größeren vernetzten Systemen kann es erforderlich sein, extern eine ausreichende Festplattenkapazität vorzuhalten. Notwendig ist es, eine Möglichkeit zur regelmäßigen Datensicherung vorzusehen. Der Aufwand, der für die Datensicherung betrieben wird, sollte sich an dem zu erwartenden Schaden bei einem Ausfall oder Defekt orientieren. Wenn es sich um relevante Daten handelt, genügt es nicht, gelegentlich den Inhalt der Festplatte z. B. auf ein und dasselbe Band eines Streamer-Laufwerks zu kopieren. Zu groß ist die Gefahr, daß bei einem Festplattendefekt oder sonstigem Datenverlust auch die Sicherheitskopie zerstört wird. Es sollte daher die Möglichkeit vorgesehen werden, eine ausreichende Anzahl Speichermedien abwechselnd (mindestens für jeden Tag einer Woche) nach einem festgelegten Ablaufplan zu beschreiben. Dabei ist zu beachten, daß Schäden nicht nur durch Defekte, sondern auch durch Programmabstürze, Fehlbedienungen oder Computerviren verursacht werden können.

Für große Datenmengen sind in der Regel Bandlaufwerke (Streamer) die derzeit bevorzugte Lösung, da sie unproblematisch in der Handhabung sind. Daneben gibt es eine Reihe weiterer Speichermedien (magnetisch, magneto-optisch und optisch), die künftig an Bedeutung gewinnen können. Entscheidend bleibt für deren Einsatz neben den Kosten die Handhabbarkeit (möglichst weitgehend automatischer Sicherungsablauf mit geringer Gefahr von Fehlbedienungen) und die Sicherheit der Datenspeicherung.

Die Sicherheit von Festplattendaten gegen einen Plattendefekt wird häufig durch eine zusätzliche Plattenspiegelung erhöht. Es gibt auch die Möglichkeit, Daten mit einer bestimmten Redundanz auf mehrere Festplatten so zu verteilen, daß bei einem Defekt einer Festplatte eine Restaurierung der Daten möglich ist. Ein Maß für die Fähigkeit eines Systems, solche Ausfälle zu kompensieren, ist dabei der sog. RAID-Level⁷³. Level 0 (Datastripping) bezeichnet die Abspeicherung von Datenblöcken auf zwei oder mehrere Platten abwechselnd, was die Zugriffszeit verkürzt, aber durch das Fehlen jeglicher Redundanz keine zusätzliche Sicherheit bietet. RAID-Level 1 bezeichnet das sog. Mirroring/Drive-Duplexing, bei dem identische Daten auf zwei Festplatten gespeichert werden (100prozentige Redundanz). Weiterhin gibt es noch die Level 2 bis 5, von denen lediglich der Level 5 vorwiegend für Server mit hoher Massenspeicherkapazität verbreitet ist. In einem solchen System werden Daten abwechselnd in Blöcken auf die verschiedenen vorhandenen Laufwerke geschrieben, jedoch mit einer Prüfinformation versehen, die die Restaurierung der Daten beim Ausfall einer Festplatte ermöglicht [Frick, 1997].

Bei einer räumlichen oder organisatorischen Trennung verschiedener Bereiche sowie für den Fall, daß eine Zusammenschaltung von Systemen mehrerer Hersteller gewünscht wird, ist die

⁷² CISC = Complex Instruction Set Computer: Computer mit einem umfangreichen (komplexen) Befehlssatz, der eine flexible Programmierung ermöglicht.

RISC = Reduced Instruction Set Computer: Computer mit einem beschränkten Befehlssatz, der für bestimmte Aufgaben hohe Verarbeitungsgeschwindigkeiten zuläßt.

⁷³ Redundant Arrays of Independent Disks.

Beschaffung von zusätzlichen Leitsystemen als **Inselsystem**⁷⁴ erforderlich. Die Ausstattung der Inselssysteme unterscheidet sich prinzipiell nicht von der für ein Leitsystem, wird aber je nach Aufgabenzuordnung weniger aufwendig ausfallen. Beispielsweise ist ein einfach ausgestattetes PC-Bediensystem vorzusehen, das nur mit einem Drucker ausgestattet wird. Erforderlich ist dagegen die Schaffung entsprechender Kommunikationsschnittstellen und Übertragungsmöglichkeiten, um den Datenaustausch mit anderen Inseln und/oder mit dem Leitsystem zu ermöglichen. Bei den Automationsstationen (Unterstationen) gibt es in der Regel nur eine beschränkte Einflußnahme auf die vom Hersteller vorgeschlagene Hardwareausstattung. In Abhängigkeit von der Aufgabenstellung sind aber folgende Möglichkeiten zu berücksichtigen und unter Kostengesichtspunkten zu überprüfen, wobei der zusätzliche Aufwand (Material-, Eigen- und Fremdpersonalkosten) bedacht werden muß:

- Installation einer SPS bei überwiegendem Anteil von Steuerungs- und Schaltaufgaben, mit der Möglichkeit, diese Anlage in das vorhandene Gebäudeautomations-System zu integrieren.
- Nutzung von bereits in Sensoren, Aktoren, Pumpen, Zählern und Maschinen integrierten Erfassungs-, Steuerungs- und Regelungssystemen in Verbindung mit geeigneter Kommunikationstechnik. Genannt seien hier als Beispiel Heizungspumpen (drehzahl geregelt mit Bus-Anschluß), Zähler (Verwendung des M-Bus), Kältemaschinen (Verwendung busfähiger Regelungen des Kältemaschinenherstellers), Antriebssteuerungen bzw. -regelungen (z. B. in Lüftungsanlagen).
- Integration kostengünstiger Systeme für spezielle Aufgabenstellungen, z. B. EIB und LON für Gebäudesystemtechnik (Licht-, Außenjalousiesteuerungen, Einzelraumregelungen).
- Einsatz einfacher Störmeldesysteme, wenn lediglich Störmeldungen gewünscht werden.

Grundsätzlich gilt für die gewählte Option, daß die Aufschaltung auf das vorhandene Gebäudeautomations-System und im Rahmen des verfolgten Konzeptes mit vertretbarem Aufwand möglich sein muß.

Zur Beschleunigung von Auftragsausführung und Arbeitsvorbereitung ist die Installation von **Bedienterminals und Störmelddruckern** vor Ort in den Werkstattbereichen sinnvoll. In vielen Fällen hat es sich auch bewährt, für Servicefunktionen an den Anlagen vor Ort Schnittstellen zum Leitsystem in den Schaltschränken vorzusehen. Die Arbeitskräfte sind dann in der Lage, sich vor Ort in das Leitsystem einzuloggen und können damit durchgängig auf die Anlage zugreifen. Insbesondere bei kleineren oder älteren Systemen hat es sich aber auch bewährt, die Bedienung und den Testbetrieb bei der Störungssuche und bei Wartungsarbeiten von der Leitwarte aus durchzuführen. Voraussetzung dafür ist – neben entsprechend qualifiziertem Personal – eine Sprechverbindung zwischen der Zentrale und den Technikräumen. Neben Telefon- und Sprechanlagen bieten sich zu diesem Zweck besonders drahtlose Systeme (Funksysteme) an.

Von großer Bedeutung ist die Schaffung einer geeigneten **Kommunikationsinfrastruktur**, d. h. der Einsatz geeigneter Hardware für den Datenaustausch zwischen den verschiedenen Systemen. Verbindungen zwischen Inselrechnern und Bedienstationen machen bei heutigen Systemen mit graphischer Bedienoberfläche einen LAN-Anschluß (z. B. Ethernet) erforderlich (vgl. Abb. 20). Zum Anschluß der Automationsstationen vieler Gebäudeautomations-Systeme genügen infolge der geringen Datenraten meistens übliche Fernmeldeinstallationsleitungen. EMV-Probleme können aber auch den Einsatz von Glasfaserleitungen erforderlich machen.

⁷⁴ Die Begriffe Inselrechner bzw. Inselzentrale werden hier verallgemeinert gebraucht. Sofern auf das FND Bezug genommen wird, werden die Ausdrücke FND-Inselrechner bzw. FND-Inselzentrale verwendet.

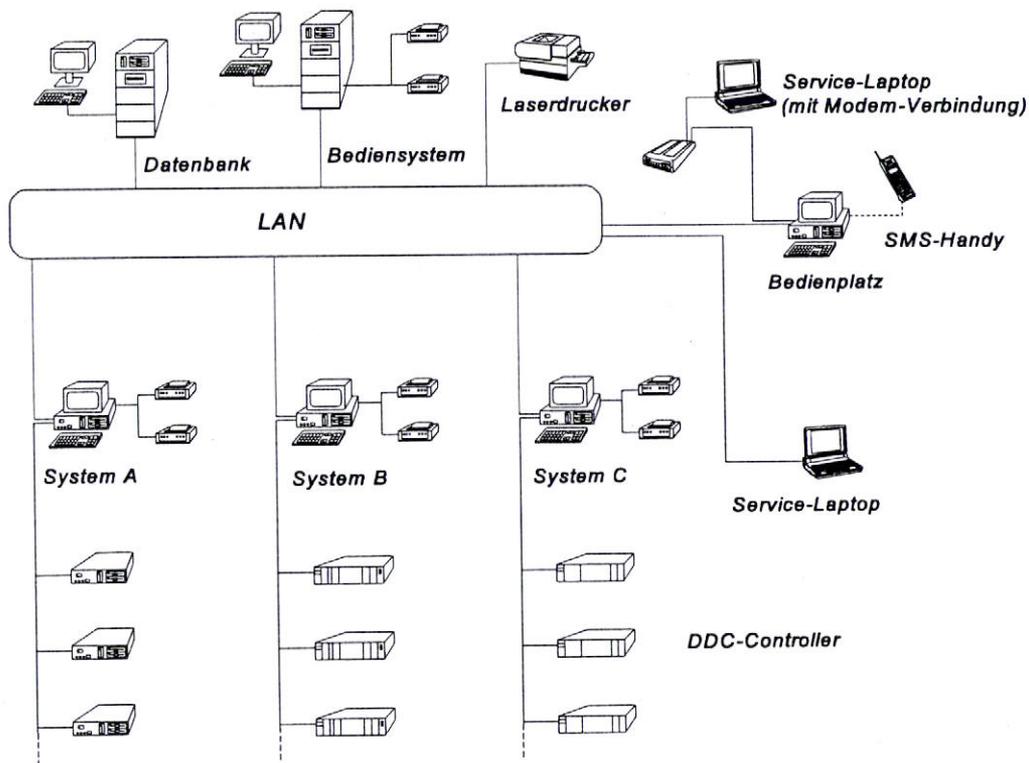


Abb.20: Möglicher Aufbau eines LAN-basierten GLT-Systems

5.2.3.2 Software

Die Anforderungen an die Software ergeben sich aus den erforderlichen Funktionen, die im Rahmen der technischen Betriebsführung und -überwachung benötigt werden. Besondere Anforderungen können sich außerdem ergeben, wenn z. B. verschiedene Systeme miteinander kombiniert werden sollen.

Auf dem **Leitrechner bzw. Leitsystem** wird Software zum bestimmungsgemäßen Betrieb des Systems benötigt, dazu zählen

- Prozeßvisualisierungs-Software, die sich i. a. aus einem objektorientierten Graphikeditor und einem Laufzeitmodul zusammensetzt. Neben Gebäudeautomations-herstellerspezifischen Systemen gibt es auch eine Reihe von Systemen spezieller Softwarehäuser (z. B. InTouch, InVisu etc.),
- Programme zur Spitzenlastbegrenzung des Energiebezugs,
- Programme für das Wartungs- und Instandhaltungsmanagement, wobei **vorher** die organisatorischen Voraussetzungen für den Zugriff zu schaffen sind,
- Programme zur zentralen Auswertung von statistischen Daten (Energieverbräuche, Störungsmeldungen, Betriebszeiten, Historische Datenbank) mit graphischer Aufbereitung,
- Programme zur Erstellung von Anlagenschaubildern, um durch graphische Darstellungen die Bedienung zu verbessern,
- spezielle Programme zur Ablaufsteuerung, die in mehrere Prozesse eingreifen (z. B. Netzwiederkehrprogramm bei DDC-gesteuerten Anlagen),
- ggf. Software zur Anbindung von Fremdsystemen.

Die Software-Ausstattung von vorhandenen **Inselssystemen** ist vom Funktionsumfang der Kommunikation zwischen Insel- und Leitreechner abhängig. Grundsätzlich wird Software wie auf dem Leitreechner benötigt. Programme, die auf dem Leitsystem, d. h. systemübergreifend vorhanden sind und dort ohne schwerwiegende Performance-Einbußen genutzt werden können, brauchen auf den Inselzentralen nicht vorgehalten zu werden. Organisatorisch können Stammdaten oder Programme auf einem Server konzentriert werden und dann von jedem Einzelsystem aus abrufbar sein (Client/Server-Systeme).

Auf der Ebene der Automationsstationen sollten alle Programme, die keine übergeordnete Rechnerkapazität erfordern, eingesetzt werden. Dazu zählen

- Zeitschaltprogramme (z. B. zum Schalten von Anlagen nach Belegungsplänen),
- Ereignisschaltprogramme (z. B. zur Frostschutzüberwachung, Filterüberwachung),
- Programme für den energiesparenden und wirtschaftlichen Anlagenbetrieb (z. B. zur Enthalpieoptimierung, Nullenergiebandsteuerung).

Die aufgestellten Forderungen lassen sich mit homogenen Systemen relativ einfach erfüllen. In heterogenen Systemen werden oftmals eigenständige Zentralen, die im Inselbetrieb arbeiten, eingesetzt. Diese ermöglichen aber nicht die Durchführung zentraler, d. h. inselübergreifender Zugriffe, wie sie übergeordnete E-MAX- und Zeitschaltprogramme voraussetzen.

Soll eine zentrale, durchgängige 24-h-Überwachung vorgesehen werden, so ist bei heterogenen Systemen eine Kommunikation von den verschiedenen Leitrechnern zu einem zentralen Bediensystem erforderlich, da sonst Probleme mit der Bedienbarkeit zu erwarten sind.

5.3 Ausführungsplanung einer Gebäudeautomation

5.3.1 Inhalte des Planungsprozesses

Der eigentliche Planungsprozeß (Detailplanung) umfaßt eine Vielzahl spezieller Aufgaben. Während die Entwicklung eines Gebäudeautomations-Konzeptes in vielen Fällen noch in Eigenregie oder mit Unterstützung durch Dritte durchgeführt werden kann, liegt die Ausführungsplanung, häufig auch die Erstellung der Ausschreibungsunterlagen, in den Händen eines Planungsbüros (Ingenieurbüro).

Die Auswahl des zu beauftragenden Ingenieurbüros sollte dabei sorgfältig und im Hinblick auf die Anforderungen geschehen. Besonders wenn es um die Planung von herstellernerutralen Systemen geht, sollte auf Planungsfirmen zurückgegriffen werden, die entsprechende Referenzen vorweisen können. Es empfiehlt sich in jedem Fall, vergleichbare Referenzobjekte zu besichtigen. Nach DIN 32734 (MSR/Gebäudeautomations-Planung) sind folgende Punkte Bestandteil einer Gebäudeautomations-Planung:

- Anlagenbeschreibung mit Verfahrensfließbild,
- Funktionsbeschreibung,
- Beschreibung der Automationsaufgaben im normalen, eingeschränkten, Anfahr-, Not-, Instandhaltungs-, Stör- und Handbetrieb,
- Angaben zur Koppelung der Anlage mit anderen BTA,
- Angaben der Auslegungsdaten und Parameter,
- Informationslisten nach VDI 3814, Blatt 2,
- Festlegung der in dem Leitsystem zu verarbeitenden Informationen und auszuführenden Funktionen,
- Definition und Beschreibung der Liefer- und Leistungsgrenzen (Schnittstellenbeschreibung Leistungs-/Steuerteil, Liefergrenze Sensoren/Aktoren, Beschreibung der Übergabeklemmleiste),

- Allgemeine Installationshinweise (Angabe der lokalen Informationsschwerpunkte, Leitungswege, Raumpläne/Gebäudegrundrisse/Aufstellungspläne),
- Festlegung eines Benutzer-Adress-Systems,
- Beschreibung der Gebäudeautomations-Anlagenkonfiguration,
- Angabe von Leitungswegen, Durchbrüchen, Schaltschrankaufstellungsorten,
- Grobdimensionierung von elektrischen und pneumatischen Leitungen, Schaltschränken, Schaltschrankansichten,
- Erstellung eines Übersichtsplanes mit Eintragung der Standorte für Bedienungseinrichtungen, Informationsschwerpunkte und Leitstationen.

Für die Ausschreibung selbst sind in der Regel erforderlich:

- Verdingungsunterlagen nach VOB und die
- Leistungsbeschreibung mit
 - der Beschreibung der Baumaßnahmen,
 - zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen,
 - dem Leistungsverzeichnis und
 - Ergänzungen, wie z. B. Erklärungen von Bietergemeinschaften, Preisgleitklausel etc.

Abgesehen von kleineren Anlagenplanungen mit festen Vorgaben hinsichtlich der einzusetzenden MSR-Technik, bei denen der MSR-Anteil dem zu planenden Gewerk (z. B. Lüftung) zugeschlagen wird, sollte die MSR-Technik immer als zentrales Gewerk getrennt ausgeschrieben werden bzw. der MSR-Planer die Koordination der anderen Gewerke und damit auch die Verantwortung für die Funktionsfähigkeit übernehmen. Durch eine präzise Leistungsbeschreibung und -abgrenzung sind dabei Probleme in der Gewährleistung vermeidbar.

Praktische Erfahrungen haben gezeigt, daß es eine Reihe von Punkten im Planungsprozeß gibt, die eine besondere Aufmerksamkeit erfordern:

- Die **Abstimmung** der genannten Punkte zwischen Nutzer (z. B. Technische Abteilung), Auftraggeber (z. B. zuständiges Bauamt) und Auftragnehmer (z. B. Ingenieurbüro) ist von hoher Bedeutung, häufig aber nicht gegeben. Diese Abstimmung ist eine wichtige Voraussetzung, um zu gewährleisten, daß das vorhandene Gebäudeautomations-Konzept auch in der vorgesehenen Form ausgeführt wird. In der Vergangenheit hat sich gezeigt, daß viele Planungsfehler, die zum Teil erhebliche Leistungseinschränkungen im Betrieb verursacht haben bzw. Mehraufwendungen nach sich zogen, durch eine bessere Abstimmung während der Planungsphase vermeidbar gewesen wären.
- Die **Festlegung von Nutzeradressen** sollte besonders im Zusammenspiel unterschiedlicher Softwareprodukte oder beim Vorhandensein mehrerer GLT/DDC-Fabrikate unter den Gesichtspunkten Eindeutigkeit und Zweckmäßigkeit erfolgen. Sie sollte für die gesamte Liegenschaft einheitlich und systemunabhängig gelten. Zweckmäßig kann dabei ein Schlüssel sein, der auch zur systematischen Erfassung des Anlagenbestandes geeignet ist. Ein Beispiel ist in Abb. 21 dargestellt.

Gebäudenummer	Geschoß	Gewerk	Anlagenteil	lfd. Anlagennummer	Funktionstyp	lfd. Funktionstyp-Nr.
0100	U1	RLT	ZUL	01	TE	01

Abb.21: Beispiel für den möglichen Aufbau einer Nutzeradresse

Durch die in Abb. 21 vorgegebene Struktur (dargestellt an einer Temperaturmessung, z. B. Temperaturfühler Nr. 1 der Zuluftanlage Nr. 1 im Gewerk Raumluftechnik, 1. UG im Gebäude

100) ist es beispielsweise möglich, die Temperaturwerte sämtlicher Lüftungsanlagen für Vergleichszwecke sehr einfach zur Ausgabe anzufordern. Wichtig ist, daß sich für den Bediener durch eine derart gestaltete Adressierung eindeutig nachvollziehbare Zuordnungen ergeben.

- Die **Koordinierung des GLT-Ausbaus und der MSR-Installationen** ist durch ein qualifiziertes Ingenieurbüro auszuführen. Zweckmäßig ist es, bereits im Vorfeld Standards für Regelungen, Anlagenausführungen etc. entwickeln zu lassen (**Pflichtenheft**), die dann verbindlich für die weitere Ausführung sind. Beteiligte Firmen müssen sich schriftlich verpflichten, diese Standards einzuhalten.
- Die **Ausschreibung der MSR-Technik** erfolgt getrennt von den übrigen Gewerken. Nur so ist es möglich, ein einheitliches Konzept zu verfolgen.
- **Zugriffsrechte** (auch hinsichtlich der Datenaustauschmöglichkeiten) sind eindeutig und begrenzt zu erteilen, um zu verhindern, daß z. B. umfangreiche Datenbank-Abfragen den Betrieb einschränken oder die Funktionsfähigkeit gefährden.
- Die **Ausschreibung** kann getrennt für die Leit-, Insel- und Automationsebene erfolgen. Die Kommunikationstechnik kann ebenfalls getrennt ausgeschrieben werden.
- Eine präzise **Leistungsbeschreibung** und -abgrenzung für die beteiligten Firmen ist erforderlich. Dies gilt insbesondere zur Vermeidung von Problemen, die sich aus einer unklaren Zuständigkeit für die **Gewährleistung** ergeben können.
- Der MSR-Planer ist für das ordnungsgemäße **Funktionieren des Gesamtsystems** verantwortlich.
- In den Angeboten für Leitsysteme (Leitzentrale, Inselzentralen) müssen **Kosten** für die vollständige **Aufschaltung der Datenpunkte** aufgeführt werden, inklusive der ggf. im Rahmen eines herstellernerneutralen Konzeptes auftretenden Kosten.
- Eine ausreichende **Reserve für Erweiterungen** (insbesondere wenn diese bereits bei Planungsbeginn zu erwarten sind) ist bei der Beauftragung von DDC- und Leittechnik zu berücksichtigen.
- Die **Überprüfung der Installationen**, d. h. die Überprüfung der Funktionsfähigkeit der einzelnen Datenpunkte (Life-Check) ist durchzuführen. In der Praxis hat sich bewährt, diese durch den Anbieter vornehmen zu lassen
- Es sind klare Vereinbarungen bezüglich der **Kosten von Systemnachrüstungen** zu treffen. Eine gute Lösung ist eine auf den Datenpunkt bezogene **Preisgleitklausel**. Die dabei festgelegten Kosten je Datenpunkt sollten sämtliche Leistungen erfassen, d. h. auch die Dokumentation und die ggf. notwendige Verdrahtung innerhalb der DDC-Station. Eine Unterscheidung nach festzulegenden Datenpunktkategorien (z. B. Analog-Eingang, Software-Datenpunkt etc.) kann sinnvoll sein, da die Kosten dafür stark variieren. Nachteilig wirken sich Preisgleitklauseln bei schnellen technischen Veränderungen z. B. im Bereich der EDV-Hardware aus. Preisgleitklauseln sind in diesen Fällen problematisch bzw. verzichtbar. Ggf. sollten sie zumindest differenziert für den betroffenen Produktbereich (z. B. auf der Basis von Daten einschlägiger Verbände wie ZVEI) vereinbart werden. Auf keinen Fall sollten Preise auf der Basis bestimmter Produkte oder Produktdaten festgeschrieben werden, bei denen abzusehen ist, daß sie einem stetigen technischen Veränderungsprozeß ausgesetzt sind⁷⁵. Es besteht sonst die Gefahr, zukünftig für technisch veraltete Produkte einen zu hohen Preis zu bezahlen.

⁷⁵ Ungünstig ist z. B. eine Festlegung wie „DDC-Controller Modell xyz“ oder Festplattenspeicher 4 GByte o. ä., da dadurch die bestehenden technischen Gegebenheiten festgeschrieben werden.

- **Wartungs- und Serviceleistungen sowie Ersatzteile** sind langfristig zu garantieren. Hier gibt es ebenfalls die Möglichkeit, datenpunktbezogene Preise sowie eine entsprechende Preisgleitklausel zu vereinbaren.
- Die Auftragnehmer sind verpflichtet, eine vollständige und den aktuellen Stand wiedergebende **Dokumentation** ihrer Anlagen zu erstellen. Hinweise zu Umfang und Ausführung sind Bestandteil des Pflichtenheftes. Unvollständige oder fehlerhafte Dokumentationen sind häufig die Ursache für erhöhte Folgekosten bei der Fehlersuche in Anlagen oder bei späteren Änderungen. Dabei ist besonders zu beachten:
 - Über die zu dokumentierenden Informationen sollte unter Beteiligung aller betroffenen Nutzer der Hochschule ein Pflichtenheft erstellt werden.
 - Eine aktuelle, vollständige und konsistente Datenbasis ist nur zu gewährleisten, wenn lediglich ein Datenbanksystem existiert. Sind diese Daten in mehreren eigenständigen Datenbanken (elektronische und manuelle, z. B. Aktenordner) verteilt, können Mehrfach-erfassungen und eine unterschiedliche Aktualität der Daten die Folge sein.
 - Der durch Erwerb, Ergänzung, Ersatz, Änderung und Ausmustern von Anlagen veränderte Datenbestand ist kontinuierlich zu pflegen.
 - Vom Anbieter der Systeme oder Anlagen ist eine entsprechende Dokumentation einzu-fordern. Bei baulichen Änderungen können die (Planungs-) Ingenieure beauftragt werden, die Neuerungen einzugeben oder die digitale Bearbeitung zu koordinieren. Bewährt hat sich auch, wenn diejenigen Anwender die Daten pflegen, die diese Daten nutzen (eigene Motivation zur Pflege). Es muß jedoch gewährleistet sein, daß die „änderungsberechtigte“ Stelle von den Änderungen in Kenntnis gesetzt wird bzw. eine Stelle damit beauftragt. Hierzu sollte ein standardisiertes Berichtswesen eingeführt werden.

5.3.2 Besonderheiten bei heterogenen Systemen

Die Planung heterogener Systeme erfordert im Vergleich zu homogenen Systemen mehr Aufwand, der sich aus der oft schwierigen Zusammenschaltung verschiedener DDC-Systeme ergibt und eine aufwendigere Projektierung erfordert. Bei einem Kostenvergleich sind auch die Mehraufwendungen für Ingenieurleistungen – auch bei späteren Erweiterungen – sowie für Ausschreibungen, erforderliche Hard- und Software-Schnittstellen, Software-Lizenzen für die verschiedenen Systeme und Schulungen der Mitarbeiter zu berücksichtigen. Insbesondere bei kleineren Liegenschaften sind, nach Auffassung vieler Anlagenbetreiber, die Nachteile heterogener Systeme schwerwiegend. Auch bei größeren Liegenschaften sollte die Anzahl der Anbieter, die auf eine Leitzentrale aufgeschaltet werden bzw. deren Systeme weiter auszubauen sind, im Hinblick auf die Kosten und die zu lösenden technischen Probleme hinsichtlich der „Bedienbarkeit“ der Systeme beschränkt werden. In den von HIS zwischen 1991 und 1995 erstellten GLT-Konzepten für die Universitäten in Bremen, Tübingen, Erlangen (Klinikum) und Hamburg (Universitätskrankenhaus Eppendorf) wurde langfristig jeweils von einer Beschränkung auf maximal drei Anbieter ausgegangen. Solange die technischen Voraussetzungen für eine echte Systemintegration noch nicht geschaffen sind, gilt diese Empfehlung für Liegenschaften mit einer vergleichbaren technischen Ausstattung auch weiterhin.

Infolge der möglichen Schwierigkeiten bei der Zusammenschaltung unterschiedlicher Systeme ist die Orientierung an einem Gebäudeautomations-Konzept besonders wichtig. Grundlage für alle Planungsaufgaben sollten zudem Pflichtenhefte sein, in denen vor allem Fragen der

- Kommunikation der Systeme untereinander,
- zu verwendenden Schnittstellen (unter Bezug auf Normen, Technische Regeln o. ä.),
- Lösung spezieller, projektspezifischer Probleme bei der Kommunikation und Datenübergabe

einheitlich geregelt werden. Sämtliche Beauftragungen von Neuinstallationen, die für die übergeordnete Leittechnik von Bedeutung sind, müssen in das Gesamtkonzept integriert werden.

Bis zur Festlegung eines Konzeptes sollte ein Einbau von Komponenten der Gebäudeautomation bzw. deren Beauftragung möglichst nicht erfolgen. In Ausnahmefällen, z. B. dort, wo dies die Betriebssicherheit erfordert, sind Komponenten zu verwenden, die problemlos in eines der vorhandenen Systeme integrierbar sind. Auf die Beschaffung neuer Leitsystem-Komponenten ist zunächst zu verzichten.

Für die Planung heterogener Systeme lassen sich neben den in Abschnitt 5.3.1 aufgeführten Hinweisen weitere Forderungen aufstellen:

- Hoher Stellenwert für eine **benutzerfreundliche Ausstattung**. Der Umgang mit mehreren Systemen darf nicht dazu führen, daß die Bedienung infolge von unzureichender Hard- und Software-Ausstattung unnötig erschwert wird.
- Einheitlich gestaltete **Bedienoberflächen** sind vorzusehen, um Mehrfachschulungen zu vermeiden und die Bedienung der Systeme nicht unnötig zu erschweren.
- Eine besondere **Schulung** des zum Parametrieren/Programmieren berechtigten GLT-Personals ist für alle installierten Systeme zu gewährleisten. Eine Spezialisierung einzelner Mitarbeiter auf bestimmte Systeme ist sinnvoll, sofern Regelungen für den Ausfall des betreffenden Mitarbeiters vorgesehen sind.
- Bei der Klärung **projektspezifischer Einzelfragen**, die sich aus bestimmten Anwendungen ergeben, kann oftmals auf Erfahrungen bereits fertiggestellter Projekte zurückgegriffen werden. Dabei geht es u. a. um die Festlegung von speziellen Betriebszuständen und der Art des Datenaustausches in Fällen, in denen die Standarddefinitionen (Protokolle, Programmaufbau) nicht ausreichen. Beispielsweise kann es aufgrund von unterschiedlichen Herstellerphilosophien zu Unstimmigkeiten beim Anlaufverhalten oder zu Problemen im Falle von Störungen der Datenübertragung kommen. Schwierigkeiten hat es in der Vergangenheit auch beim Setzen und Rücksetzen von Prioritäten beim Lastabwurf gegeben. Bestimmte Standardaufgaben, wie die Datenübermittlung für Zeitschaltprogramme oder die Parametrierung von Heizkurven, haben sich ebenfalls als problematisch erwiesen.
- Bereits bei der Planung der ersten Gebäudeautomations-Installationen kann es sinnvoll sein, **Referenzlösungen** für bestimmte Anlagentypen (z. B. Aufschaltung einer Lüftungsanlage Typ A) oder Aufgaben (z. B. Übertragung von Zeitschemata) erarbeiten zu lassen. Diese Vorgehensweise empfiehlt sich besonders, wenn verschiedene – herstellereinspezifische – Lösungsmöglichkeiten in Frage kommen. Durch Vorgaben, die dann in späteren Ausschreibungen für jeden neu hinzukommenden Anbieter verbindlich sind, können Schwierigkeiten bei der Erweiterung der Gebäudeautomation vermieden werden.

5.3.3 Planungshilfsmittel

Um den Planungsprozeß effizient durchführen zu können, ist insbesondere bei großen Anlagen die Ergänzung und Aktualisierung der Planungsunterlagen mit Hilfe von DV-gestützten Systemen vorzunehmen.

Erste Hilfsmittel zur Planung von GLT-Systemen waren übliche PC-Zeichenprogramme, die jedoch nicht speziell auf die Bedürfnisse der MSR-Technik zugeschnitten waren. Heutige Rechnersysteme ermöglichen den Einsatz leistungsfähiger Programme (CAE-Tools⁷⁶) zur Gebäudeautomations-Planung. Neben der Erleichterung der Planungsaufgaben durch den Einsatz vordefinierter Modul- und Anlagenbibliotheken, die sich durch den Nutzer stetig erweitern

⁷⁶ CAE = Computer Aided Engineering; bezeichnet computerunterstützte Hilfsmittel für (Ingenieur-) Entwicklungsaufgaben.

lassen, machen sich diese Werkzeuge besonders bei der Dokumentation positiv bemerkbar. So ist es möglich, automatisch Informationslisten nach VDI 3814 bzw. Gerätelisten zu erstellen sowie den Planungsablauf insgesamt zu strukturieren.

Anfang der 90er Jahre kamen graphikorientierte Programmwerkzeuge verschiedener Gebäudeautomations-Systemanbieter hinzu, z. B. CAE 2000 (ABB), Excel-CARE (Honeywell) oder Unigyr (Landis & Gyr). Ein herstellerunabhängiges Planungstool ist an der FH Braunschweig/Wolfenbüttel unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Baumgarth entstanden und führte zur Entwicklung der CAE-Software TRIC (Merva Soft), ein Tool, das es ermöglicht, herstellerunabhängig auf der Basis des CAD-Programms AUTOCAD Gebäudeautomations-Systeme zu planen⁷⁷. Anlagenschemata können erstellt, Informationsinhalte gemäß VDI 3814, Blatt 2 zugeordnet und Informationslisten erzeugt werden. Hinzu kommt die Projektverwaltung (mit Leistungsverzeichnissen) und die Zeichnungsverwaltung mit Symbolbibliotheken [Herkert, 1996].

Herstellerspezifische Planungstools bieten zum Teil zusätzliche Funktionen an: So können nach Erstellung des Anlagenschemas mit dem Zeichenprogramm alle Listen, Funktionsbeschreibungen und Kalkulationen automatisch auf der Basis von AUTOCAD generiert werden. Eine individuelle Anlagenbilderstellung ist mit Hilfe einer Symbolbibliothek möglich, HLK-Aggregate können in Form von Funktionsmodulen zu Anlagen zusammengestellt werden oder komplette Anlagen als Makro aus einer Datenbank geholt werden. Mit Hilfe einer integrierten Datenbank für projektspezifische Daten (herstellerbezogen) wird die Informationsliste nach VDI 3814 generiert. Außerdem werden Anzahl und Konfiguration der erforderlichen Controller, E/A-Karten und Schaltschrankbauteile ermittelt. Anschließend erfolgt die automatische Kalkulation der Engineering-Preise (pauschal), die Ermittlung der Kosten für die Feldgeräte sowie die Berechnung des Dienstleistungsanteils. Eine Änderung beispielsweise der Feldgeräte in der Datenbank führt auch zu einer entsprechenden Änderung in der CAD-Darstellung. Des Weiteren erfolgt die automatische Generierung von Stücklisten für Hard- und Softwarekomponenten. Weitere Kalkulationsdaten (Grobkalkulation) sowie die Erstellung von Ausschreibungstexten ist möglich (Beispiel Honeywell Excel Consult).

5.4 Wirtschaftlichkeitsüberlegungen

Auch wenn Investitionen im öffentlichen Bereich im allgemeinen nicht einer Gewinnerzielungsabsicht unterliegen und darüber hinaus keine Gewinn- oder Vermögensmaximierung angestrebt wird, ist im Rahmen eines vorgegebenen Budgets eine bestimmte, im voraus annähernd festgelegte Leistung kostengünstig zu erstellen. Bei einer geplanten Investition ist es daher erforderlich, Kosten und Nutzen zu ermitteln, um entsprechend den Anforderungen vor Ort das optimale Leistungsspektrum einer Investition (z. B. Gebäudeautomation) auszuwählen und so die Kosten für die Gebäudeautomation und diesbezüglich für die Funktion der Gebäude insgesamt gering zu halten.

Eine systematische Investitions- und Finanzplanung besitzt daher auch bei der Beschaffung von Gebäudeautomations-Systemen in den Hochschulen hohe Relevanz. Mit Hilfe einer Investitionsrechnung können die Anforderungen an die Gebäudeautomation quantifiziert werden.

Im folgenden werden zunächst Möglichkeiten aufgezeigt, den Nutzen einer Gebäudeautomation darzustellen sowie grundsätzliche Überlegungen zur Investitionsrechnung angestellt. Abschließend wird auf die Kostenermittlung eingegangen.

⁷⁷ Ein Beispiel (Auszug) für eine mit diesem Tool erstellte Planung einer Anlage ist im Anhang G dargestellt. Das Programm wird als Demo-Version (CD-ROM) zusammen mit einer Reihe von (herstellerunabhängigen) Beispielen von der Firma Siemens vertrieben (Siclimat Planungstools für MSR-Technik).

5.4.1 Betrachtungen zum Nutzen von Gebäudeautomation

Der Nachweis eines eindeutigen und leicht zu quantifizierenden Nutzens der Investition in eine GLT ist häufig nur schwierig zu erbringen. Dennoch können einige Kriterien herangezogen werden, um die Wirtschaftlichkeit der Investitionsentscheidung beurteilen zu helfen.

Für eine Investitionsentscheidung ist es dabei hilfreich, die Aufgaben einer Gebäudeleittechnik und damit deren Nutzen genauer zu analysieren, d. h. die Gesamtinvestition aufzuteilen, eine Klassifizierung und Strukturierung vorzunehmen und die Investition unter folgenden Gesichtspunkten zu untersuchen:

- Wo (durch welche Funktionen) wird eine Kosteneinsparung erwartet, in welchen Bereichen liegt eine Leistungssteigerung vor?
- Welche Funktionen substituieren andere Verfahren oder Einsatzfaktoren und welche additive Nutzen liefert die Investition?
- Wo wirkt die Investition funktionssichernd, wo funktionserweiternd?

kosteneinsparender – leistungssteigernder Nutzen

Der Nutzen einer Investition kann zum einen darin bestehen, Kosten einzusparen – z. B. aufgrund von geringerem Energie- oder Personaleinsatz. Zum anderen kann die Investition zu einer Erhöhung der Leistung führen – z. B. schnellere Schadenserkennung. In beiden Fällen wird direkt die Effizienz verbessert.⁷⁸

Beispielsweise kann dem Einsatz der Gebäudeleittechnik im Bereich der Störmeldungen bei gleichbleibendem Sicherheitsstand eine Kostenminderung durch die Personaleinsparung zugeschrieben werden, denn die Gewährleistung gleicher Sicherheit des Betriebes haustechnischer Anlagen erfordert ohne Gebäudeleittechnik einen höheren Arbeitsaufwand. Auch können im Bereich der Betriebsführungsaufgaben die arbeitsaufwendigen Anpassungen von Zeitschaltpunkten und Raumtemperaturen an sich ändernde Raumnutzungen mit Hilfe einer Gebäudeleittechnik personalsparender erfolgen als bei der Verwendung dezentral zu bedienender Optimierungsgeräte. Das gleiche gilt für Ersatzschalthandlungen im Störfall von zentraler Stelle aus.

Direkte Einsparungen wie Energie oder Personal können verhältnismäßig gut berechnet werden. Die Einsparung besteht aus den sinkenden Kosten, gegenüber dem bisher angewendeten Verfahren. Eine gewisse Schwierigkeit ergibt sich hier bei der Abgrenzung der Einsparung, da u. U. weitere Einflüsse auf die Kostensituation bereinigt werden müssen, z. B. Nutzungsänderungen oder, besonders im Fall einer Wärmeenergiekosten-Senkung, Witterungseinflüsse. Prinzipiell sind die Einsparungen jedoch lediglich über die Zeit aufzusummieren und ggf. abzuzinsen.

substitutiver – additiver Nutzen

Ein additiver Nutzen besteht darin, daß eine Investition (z. B. in eine Gebäudeleittechnik) die Bewältigung von Aufgaben erst ermöglicht, die ohne sie nicht praktikabel oder lediglich in minderer Qualität möglich ist (z. B. selbstoptimierendes Start-Stop-Programm bei Heizungsanlagen). Als substitutiv können demgegenüber all jene Bereiche bezeichnet werden, in denen

⁷⁸ Die rein theoretische Möglichkeit, daß der Nutzen einer Investition zugleich kosten- und leistungsneutral ist, muß nicht weiter betrachtet werden, da diese per se keine Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit hat.

bisher Aufgaben auf anderem Wege ausgeführt wurden. Die neue GLT substituiert andere Einsatzfaktoren.

Beispielsweise kann die Ablesung eines Zählers entweder durch einen Mitarbeiter vor Ort mit entsprechenden Wege- und Ausführungszeiten geschehen oder automatisch durch die Aufschaltung auf die Gebäudeleittechnik mit Kontrollmöglichkeit am (zentralen) Bedienplatz in der Leitzentrale. In diesem Fall handelt es sich in der Regel vorwiegend um die Substitution von Personal, also um eine Personaleinsparung sowie Betriebskosten für die Anfahrt etc. Des Weiteren können Verfahrensschritte, z. B. bei der Reinigungs- oder Umzugsplanung, substituiert werden. Hierzu sind selbstverständlich auch weitere, bisher nicht durchgeführte Aufgaben zu zählen, für die kein Personal zur Verfügung steht.

Die Aufwendungen für die substituierten Einsatzfaktoren – für bisher benötigtes Personal sowie Maschinen und Material bzw. für eine entsprechende Fremdvergabe – sind aus der Vergangenheit bezifferbar und können als Nutzen verbucht werden.

funktionssichernder – funktionserweiternder Nutzen

Die Funktionssicherung zielt auf das Funktionieren der Technik bzw. der damit gesteuerten und geregelten Funktionen, d. h. auf die Steigerung der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Anlagen ab. Der funktionserweiternde Nutzen beinhaltet die Generierung von weiteren Informationen, die als Grundlage für zu ergreifende (kostensparende) Maßnahmen (z. B. Energieeinsparung) dienen.

Beispielsweise kann bei Maßnahmen, die die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Anlagen steigern und so die Ausfallzeiten senken (Funktionssicherung), die verminderte durchschnittliche Ausfalldauer mit den Kosten des Ausfalls bewertet werden. Zunächst sind hierbei die Kosten durch die nicht verfügbare Leistung dieser Anlagen zu berücksichtigen. Wird z. B. die durchschnittliche Ausfallzeit von 3 % auf 1 % der Betriebsdauer gesenkt, so bedeutet dies einen Teilnutzen von mindestens 2 % der jährlichen Fixkosten⁷⁹.

Mit abnehmender Ausfallzeit sinken zudem die Kosten für Ersatzhandlungen, wie die Bereitstellung (möglicherweise Anmietung) von Ersatzgeräten und -anlagen, die Beschaffung von Ersatzräumen mit entsprechender Ausstattung o. ä.

Darüber hinaus lassen sich die Kosten der entstandenen Schäden senken. Dies gilt zum einen für die Anlagen selbst, da durch schnellere Schadenserkenkung die Schäden an den Anlagen verringert werden können. Zum anderen sind hierunter auch Schäden durch die Funktionsstörung zu fassen wie beispielsweise der durch eine defekte Wasserleitung verursachte Wasserschaden und der „Mehrverbrauch“ durch auslaufendes Wasser⁸⁰.

Mit Hilfe dieser Strukturierungsmerkmale können einzelne Teilnutzen, die durch die Investition erzielbar sind (z. B. unterschiedliche Funktionen der geplanten Anlage), identifiziert und monetär bewertet werden. Der Gesamtnutzen der Investition setzt sich jeweils aus eher leicht zu quantifizierenden Komponenten sowie monetär kaum bewertbaren Elementen zusammen. Kosteneinsparender, substitutiver und funktionssichernder Nutzen basieren jeweils auf Kosten oder Leistungen, die in der Vergangenheit entstanden und damit bekannt sind, während die leistungssteigernden, additiven und funktionserweiternden Komponenten nicht mit Daten aus der Vergangenheit bewertet werden können, sondern neue Aufgaben erfüllen. Wird eine

⁷⁹ Unterstellt ist hierbei, daß der Nutzen der Anlagen mindestens so hoch ist, wie deren Fixkosten (unabhängig von der Leistung der Anlage entstehende Kosten, im wesentlichen Abschreibung), da andernfalls die Beschaffung der Anlagen nicht rational gewesen wäre.

⁸⁰ Es gibt Beispiele, wo solche Schäden über Wochen nicht bemerkt wurden, da es keine regelmäßige Kontrolle der Verbräuche gab bzw. entsprechende Meßgeräte nicht vorhanden waren.

Investition nun ausschließlich anhand lediglich *einer* Klassifizierungsart betrachtet, so ergeben sich in der Regel für einige Teilbereiche keine quantitativen Bewertungsansätze, diese sind lediglich qualitativ zu bewerten. Durch die Betrachtung der Investition aus den drei unterschiedlichen Blickwinkeln können jedoch mehrere Ansätze für eine Bewertung verknüpft werden. Diese Kombination der verschiedenen Strukturierungsmöglichkeiten ermöglicht es, mehrere Teilbereiche der Investition auf ihre Rentabilität hin zu prüfen, als dies bei nur einer Gliederungsweise der Fall wäre.

Die o. g. Senkung der Ausfallzeiten (Ausfallhäufigkeit und -dauer) durch den Einsatz einer Gebäudeleittechnik stellt zunächst eine Leistungssteigerung dar und ist unter diesem Aspekt kaum zu quantifizieren. Wird die Investition nun zusätzlich etwa unter dem Gesichtspunkt „funktionssichernder – funktionserweiternder Nutzen“ untersucht, so ergeben sich möglicherweise weitere Bewertungsansätze.

Durch die unterschiedlichen Gliederungsmöglichkeiten fällt eine Beurteilung der Vorteilhaftigkeit der Investition nun zumindest leichter. Letztlich kann der quantifizierte Nutzen einer Gebäudeleittechnik auf die beiden Kategorien Kostensenkung oder Leistungssteigerung zurückgeführt werden. Die anderen Gliederungsvarianten können jedoch die Analyse des Nutzens von Investitionen unterstützen und die Identifizierung von Bewertungsansätzen erleichtern. Zu beachten ist dabei, daß keine Doppelberechnung bei sich überschneidenden Bereichen erfolgt und beispielsweise bei einer Substitution eines Verfahrens das eingesparte Personal zweifach berücksichtigt wird.

Die Bewertung des Nutzens kann mithin unter Verwendung unterschiedlicher Ansätze erfolgen. In Abb. 22 sind einige Teilnutzen des Einsatzes einer Gebäudeleittechnik sowie deren Ursachen tabellarisch zusammengefaßt dargestellt.

Als weitere Möglichkeiten lassen sich neben den o. a. Beispielen in einigen Fällen die Kosten des Nicht-Einsatzes der Investition (näherungsweise) berechnen. Gegebenfalls können „vermiedene Kosten“ z. B. aus Versicherungsprämien bzw. Haftungsansprüchen und Schadenersatzleistungen (vornehmlich im Klinikbereich) abgeleitet werden. Versicherungsprämien fallen möglicherweise geringer aus, da durch die neue Technik das Versicherungsrisiko sinkt; Haftungsansprüche und Schadenersatzleistungen werden vermindert, weil durch geringere Ausfallzeiten von Geräten (z. B. in der medizinischen Versorgung, in Fällen, in denen sofortiges Handeln erforderlich ist) die Schadenshöhe und -häufigkeit abnimmt.

Art des Nutzens	Ursache
Personaleinsparung	Verringerung der Inspektionsgänge
	Beschleunigung / Verminderung der Instandsetzungsvorgänge
	Fernbedienung von Anlagen wie Sollwertverstellung, Fernschaltung etc.
	generell: Wegfall/Verringerung von Wegezeiten
	Beseitigung mehrfacher Datenerhebung (durch Verbindung zur Gebäudedatenbank)
Energieeinsparung	diverse Energiesparprogramme, z. B. Ereignis-, Zeitschaltprogramme, Beleuchtungssteuerung, selbstoptimierende Start-Stop-Programme
	Anpassung von Beleuchtung, Heizung, Lüftung etc. an den aktuellen, wirklichen (nicht wahrscheinlichen) Bedarf durch Zusammenwirken mit anderen Funktionen (Belegungsplanung, Zutrittskontrolle, Zeiterfassung)
Materialeinsparung (insbes. Ersatzteile)	Schadensbegrenzung und -vermeidung sowie Vermeidung des zu frühzeitigen Austausches von Anlagenteilen durch Bestimmung des (wahrscheinlich) optimalen Zeitpunkt des Ersatzes von Anlagen(teilen)
sonstige Kosteneinsparung	direkt durch - Energiemanagement, z. B. E-Max-Überwachung mit Lastabwurf - Verringerung/Vermeidung von Verlusten durch Überwachung z. B. bei defekten Wasserleitungen
	indirekt durch - verbesserte Durchführbarkeit und Nachweisbarkeit der Kontrolle von Fremdvergaben (u.a. von Contracting-Projekten) - Generierung und Weiterleitung von Daten für andere Aufgaben und Verwaltungsprozesse (Reinigungs-, Umbauplanung, Rechnungslegung)
Erhöhung der Sicherheit, Steigerung der Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Anlagen	Verminderung der Ausfallhäufigkeit und -dauer: - unmittelbar durch schnellere Störungs- und Schadenserkenkung sowie Vermeidung von Folgeschäden und Beschleunigung / Verminderung der Instandsetzungsvorgänge sowie Fernüberwachung - mittelbar durch Schadens- und Schwachstellenanalyse sowie weitere Langzeitauswertungen
weitere indirekte positive Effekte	z. B. Steigerung der Attraktivität für Drittmittel- und Forschungsaufträge sowie für Professoren und Studierende durch erhöhte Anlagenverfügbarkeit und -sicherheit.

Abb.22: Nutzen einer GLT

5.4.2 Grundlagen zur Investitionsrechnung

Die Investitionsrechnung kann mittels verschiedener Methoden (u. a. Bar- oder Kapitalwert-, Interne-Zinsfuß-, Annuitätenmethode) durchgeführt werden, die jeweils die Faktoren Investitionsertrag (Leistungen, Rückfluß), Investitionsaufwand (Kosten)⁸¹ und Kalkulationszinsfuß enthalten.

⁸¹ Gegenübergestellt werden können die Begriffspaare Ertrag/Aufwand, Leistung/Kosten, Einzahlungen/Auszahlungen oder Einnahmen/Ausgaben. Auf deren Abgrenzung soll hier nicht näher eingegangen werden.

Bei der Kapitalwertmethode wird der Saldo von Ertrag und Aufwand einer Periode abgezinst (diskontiert) und über den gesamten Lebenszeitraum der Investition aufsummiert:

$$KW = \sum_{t=0}^n (E_t - A_t) \cdot q^{-t}$$

mit

- KW = Kapital-, Bar- oder Gegenwartswert
 n = Anzahl der Nutzungsperioden t
 E_t = Ertrag der Periode t
 A_t = Aufwand der Periode t
 q = 1 + $\frac{\text{Kalkulationszinsfuß in \%}}{100}$

Über den Kalkulationszinsfuß werden bei Fremdfinanzierung die anfallenden Zinsen bzw. bei Eigenfinanzierung die Zinserträge alternativer Verwendungen berücksichtigt. Eine Investition ist nach dieser Berechnungsmethode vorteilhaft, wenn der Kapitalwert größer oder gleich Null ist.

Eine andere Methode ist die Berechnung des Zeitraums der Rückgewinnung des eingesetzten Kapitals. Bei dieser sog. Pay-back-Rechnung (Pay-off-, Amortisationsrechnung) wird die Amortisationszeit der Investition ermittelt, d. h. der Zeitpunkt bzw. Zeitraum, zu dem der Ertrag den Aufwand übersteigt (in obiger Formel: KW ≥ 0). Die Investition kann danach bewertet werden, nach welcher Zeit Netto-Einsparungen eintreten, nicht jedoch danach, welche Höhe diese erreichen, d. h. es wird keine Aussage über die Höhe des (Netto-) Rückflusses und der Rentabilität eines Objekts getroffen. So erscheint eine Investition mit einer hohen anfänglichen, aber kurzen (und insgesamt evtl. geringeren) Rückflußmenge u. U. vorteilhafter, als eine Investition, die eine gleichmäßige oder ansteigende, längere (und evtl. insgesamt höhere) Rückflußmenge aufweist.

Beispielsweise sei die Investition A eine Anlage, die sehr schnell hohe Einsparungen (E₁ bis E₄) erzielt. Diese nehmen jedoch auch schnell wieder ab und im fünften Jahr sind die Einsparungen gleich Null. Investition B hingegen bewirkt eine demgegenüber geringere aber stetige Einsparung, die über die gesamte Anlagenlebensdauer erzielt wird (E₁ bis E₁₀).

Investition A		Investition B	
Kalkulationszins = 6% →	q = 1,06	Kalkulationszins = 6% →	q = 1,06
Investitionssumme	A ₀ = 10.000,-	Investitionssumme	A ₀ = 10.000,-
Erträge (=Einsparungen)	E ₁ = 5.000,- E ₂ = 4.000,- E ₃ = 3.000,- E ₄ = 1.000,- E ₅ = 0,-	Erträge (=Einsparungen)	E ₁ = 2.500,- E ₂ = 2.500,- : E ₁₀ = 2.500,- E ₁₁ = 0,-
(E _t -A _t) · q ^{-t}	in t ₀ = -10.000,- t ₁ = + 4.717,- t ₂ = + 3.560,- t ₃ = + 2.519,- t ₄ = + 792,-	(E _t -A _t) · q ^{-t}	in t ₀ = -10.000,- t ₁ = + 2.358,- t ₂ = + 2.225,- : t ₁₀ = + 1.396,-
Kapitalwert A	= 1.588,-	Kapitalwert B	= 8.400,-
Pay-back-Periode A	≈ 2,7 Jahre	Pay-back-Periode B	≈ 4,8 Jahre

Die Investition A hat sich nach knapp drei Jahren amortisiert und ist damit unter dem Pay-back-Aspekt der Investition B vorzuziehen, die eine Amortisationszeit von etwa fünf Jahren aufweist. Jedoch belaufen sich die gesamten durch die Investition A begründeten Netto-Einsparungen lediglich auf ca. 1.600 DM. Die Investition B ist hier vorteilhafter, da diese einen Kapitalwert von 8.400 DM verursacht.

Die Anwendung der Pay-back-Rechnung ist unter Risikogesichtspunkten neben der Rentabilitätsrechnung sinnvoll, da mit zunehmender zeitlicher Entfernung des Rückflusses die Genauigkeit der Schätzung abnimmt. Eine Investition mit einer kurzen Pay-back-Periode ist als weniger riskant anzusehen.⁸²

5.4.3 Kostenermittlung

Die Kosten für ein Gebäudeautomations-System allgemeingültig zu benennen ist schwierig, da infolge von stetigen technischen Weiterentwicklungen laufend Veränderungen im Preisniveau der Gebäudeautomations-Systeme festzustellen sind. Die Kosten hängen außerdem von der Komplexität der technischen Anlagen und vom Umfang der Aufschaltung auf das Leitsystem ab. Werden die Kosten auf die Anzahl der Datenpunkte bezogen, so ergibt sich i. d. R. eine Spannweite von unter 200 bis über 1.000 DM pro Datenpunkt.

Beispiele für die Kosten von Gebäudeautomations-Systemen

- HIS hat im Rahmen eines GLT-Konzeptes für das Universitätskrankenhaus Hamburg-Eppendorf 1995 [Person, 1995] einen durchschnittlichen Preis von DM 800,- je Datenpunkt angenommen. Darin enthalten waren sämtliche Kosten für MSR-Technik (Geber), Automationsstationen inkl. Software, Verdrahtung und Inbetriebnahme sowie die Inbetriebnahme des Datenpunktes auf dem zugehörigen Leitsystem. Nicht enthalten waren die Kosten für die Hard- und Softwareausstattung des Leitsystems sowie eventuelle Zusatzkosten bei der Zusammenschaltung heterogener Systeme.
- In einer HIS-Untersuchung aus dem Jahre 1992 [Kahle und Person, 1992] wurde an bereits abgerechneten Gebäuden ein durchschnittlicher Anteil der Kosten für BTA an den Gesamtbaukosten von ca. 30 % ermittelt (die Bandbreite lag zwischen ca. 14 und 36 %). Der Anteil der MSR-Technikkosten an den Kosten für die BTA lag bei ca. 13 % (zwischen 8 und 23 %) und der Anteil der MSR-Technikkosten an den Gesamtkosten bei ca. 2,8 % (zwischen 1,9 und 8,1 %). In den MSR-Kosten ist die komplette Installation von Feldgeräten und DDC-Controllern sowie die Anbindung an das Leitsystem enthalten⁸³.
- Der Neubau eines Messegeländes erbrachte einen Installationsumfang von 28.000 Datenpunkten. Die Gesamtkosten für die Gebäudeautomation (inkl. Leittechnik) lagen bei ca. 12 Mio. DM, was einem durchschnittlichen Preis von knapp 430 DM je Datenpunkt entspricht. Bei einem Wiederbeschaffungswert der Betriebstechnischen Anlagen von ca. 300 Mio. DM entspricht dies einem Anteil der Gebäudeautomation von 4 %. Bei einem Investitionsumfang von 1,3 Mrd DM liegt der Technikanteil bei ca. 23 % und der Anteil der Gebäudeautomation lediglich bei knapp 1%.

Insgesamt können die genannten Beispiele lediglich für eine Abschätzung der Größenordnung der entstehenden Kosten dienen. Eine genauere Kalkulation der Kosten einer Gebäude-

⁸² Näheres zu Verfahren und Anwendung der Investitionsrechnung ist der betriebswirtschaftlichen Literatur zu entnehmen, z. B. [Woll, 1993], [Dichtl und Issing, 1994].

⁸³ Bei den Kosten für die MSR-Technik lagen allerdings lediglich Daten für 4 Gebäude aus dem naturwissenschaftlichen Bereich mit 270 bis 850 Datenpunkten vor (HNF zwischen ca. 1.800 und 3.100 m²).

automation bzw. Gebäudeleittechnik ist mit Hilfe einfach zu beschaffender Standortdaten wie Hauptnutzfläche oder Anlagenvolumen nicht möglich, da neben dem unterschiedlichen Installationsaufwand⁸⁴ die Preisannahme sehr unsicher ist. Eine zuverlässige Kostenkalkulation muß am geplanten Objekt im Vergleich mit ähnlichen Gebäuden bzw. auf Basis konkreter Angebote der Hersteller erfolgen.

5.4.4 Einfluß der Datenpunktanzahl auf Kosten und Nutzen einer Gebäudeautomation

Die Anzahl der Datenpunkte übt einen direkten Einfluß sowohl auf die Kosten wie auch, aufgrund des Umfanges der abfragbaren Informationen, auf den Nutzen der GLT aus. Allerdings ist es schwierig, die Kosten von zusätzlich installierten Datenpunkten den ggf. auftretenden Folgekosten bei ihrer Nicht-Installation gegenüberzustellen. Es können aber im Einzelfall Entscheidungshilfen gegeben werden.

Bestimmte zusätzliche von der Gebäudeautomation ausgegebene Informationen verringern den personellen Aufwand, da die Störung besser eingegrenzt werden kann und so die erforderliche Qualifikation der Mitarbeiter für die Schadensbeseitigung nicht erst am Störungsort festzustellen ist sowie auszutauschende Anlagenteile sofort mitgenommen werden können.

Dies wird besonders bei der Fremdvergabe von Aufgaben der Instandsetzung deutlich. Werden diese Einsätze jeweils einzeln abgerechnet, so sind die Kostenreduzierungen unmittelbar ersichtlich. Werden die Leistungen selbst erbracht oder die Fremdvergabe (Personalaufwand) pauschal abgerechnet, so kann durch die Möglichkeit, detailliertere Informationen abzufragen, mittelbar ebenfalls ein Kostenreduzierungspotential entstehen, da der Personalaufwand verringert werden kann und dies ggf. in den Angeboten von Dienstleistern berücksichtigt wird.

Jedoch ist das Kosteneinsparungspotential einer Liegenschaft begrenzt. Abb. 23 gibt den Verlauf von Einsparung und Kosten in Abhängigkeit von der Anzahl der Datenpunkte schematisch wieder.

Die (potentielle) Gesamt-Einsparung steigt mit zunehmender Anzahl der Datenpunkte bis zu einer maximalen Einsparhöhe an (Einsparung_{max}, Bild A). Jedoch erfolgt dies nicht linear, vielmehr nimmt die Einsparmöglichkeit pro Datenpunkt mit zunehmender Datenpunktanzahl, also die zusätzliche Einsparung je zusätzlichem Datenpunkt (-paket), ab. D. h. die Steigung der Einsparung (S, Bild A⁸⁵) sinkt mit wachsender Datenpunktanzahl (S', Bild B). Da die zusätzlichen Kosten (Betriebskosten und jährliche Fixkosten) je zusätzlichem Datenpunkt (etwa) konstant bleiben, ist ab einer bestimmten Datenpunkt-Ausstattung (DP_{opt}, Bild B) die Einsparung kleiner als die Kosten.

Beispielsweise kann der Betrieb einer Lüftungsanlage durch eine entsprechende Ausstattung mit Punkten zur Meßwerterfassung (Kontrolle) und Schaltmöglichkeiten (Abschalten, stufenweises Herunterfahren der Anlage) energie- und kostensparender gestaltet werden. Bei entsprechender Datenpunkt-Anzahl kann eine Optimierung erfolgen. Eine darüber hinausgehende Ausstattung mit Datenpunkten führt dann nur noch zu Einsparungen, die geringer sind als die Kosten oder gar lediglich Bedienkomfort bedeuten.

⁸⁴ Siehe auch Abschnitt 5.2.2.2.

⁸⁵ Dies ist die Tangente an die Einsparungs-Kurve.

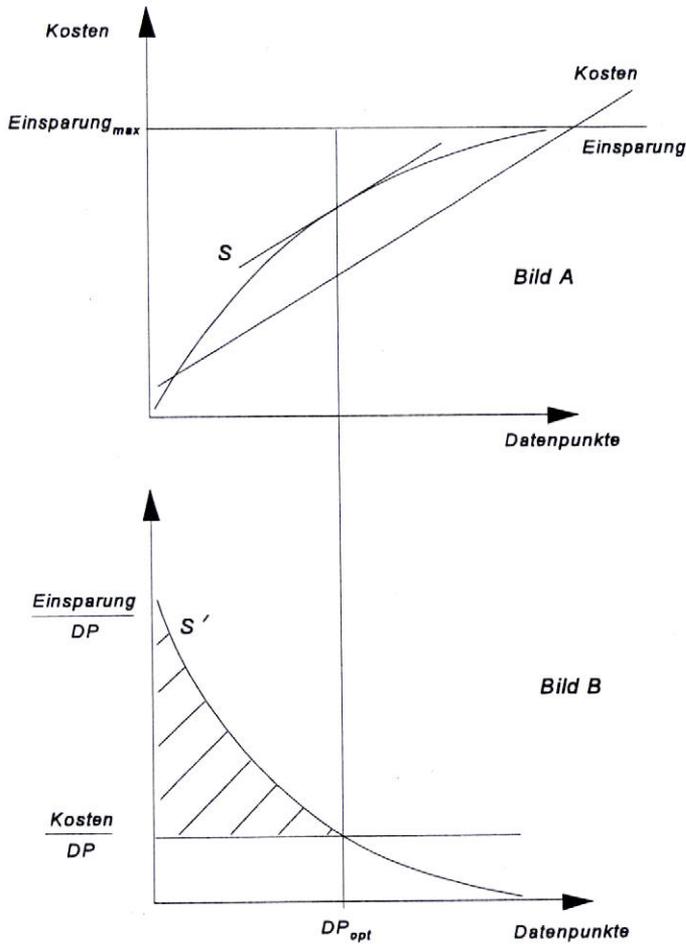


Abb.23: Kosten und Einsparungen in Abhängigkeit von der Ausstattung mit Datenpunkten

Der Punkt, an dem die optimale Anzahl an Datenpunkten vorliegt, wird dadurch gekennzeichnet, daß die Steigung der Einsparung und die Steigung der Kosten übereinstimmen. Die gesamten Einsparungen werden durch die schraffierte Fläche wiedergegeben.

6 Organisation und Betrieb von Gebäudeautomations-Systemen in Hochschulen

Gebäudeautomation und insbesondere die Gebäudeleittechnik sind zentrale Instrumente der technischen Betriebsführung und greifen damit unmittelbar in die Ablauf- und Aufbauorganisation von Technischen Abteilungen in Hochschulen und Hochschulkliniken ein.

6.1 Einbindung der Gebäudeautomation in die Organisation Technischer Abteilungen

In den meisten Bundesländern gelten für den öffentlichen Bereich die in der RBBAU (Abschnitt K 19) aufgeführten Hinweise zur (technischen) Betriebsführung:

„Die Betriebsführung ist Aufgabe der hausverwaltenden Dienststelle. Diese trägt die Verantwortung dafür, daß die Betriebstechnischen Anlagen nach den Grundsätzen der Sicherheit, der technischen Zuverlässigkeit, der Sparsamkeit und der sparsamen Energieverwendung betrieben werden“ [RBBAU, 1995].

In den Hochschulen und Hochschulkliniken sind die Aufgaben der technischen Betriebsführung in der Regel jeweils den dortigen Technischen Abteilungen übertragen worden. Diese sind damit für einen reibungslosen und sicheren Ablauf des Hochschul-Betriebes verantwortlich⁸⁶.

Zur technischen Betriebsführung gehören u. a. folgende Einzelaufgaben:

- Betrieb von Betriebstechnischen Anlagen nach den Grundsätzen der Sicherheit, technischen Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit,
- Aufsicht über das Betriebspersonal,
- Schulung des Personals,
- Einhaltung technischer Anweisungen,
- Durchführung technischer Prüfungen,
- Erfassung und Meldung der benötigten Mengen an Energie und Medien,
- Nutzung von Möglichkeiten zur Minderung des Einsatzes an Energie und Wasser,
- Behebung von (kleinen) Mängeln und Schäden an Betriebstechnischen Anlagen,
- ggf. Meldung von Mängeln und Schäden an Bauten und Betriebstechnischen Anlagen, die erhöhte Betriebskosten verursachen können, an die für die Unterhaltung zuständige Stelle.

6.1.1 Die Aufbauorganisation

Der Betrieb einer Gebäudeautomation kann nur bei geeigneter Einbindung in die Aufbauorganisation zu guten Ergebnissen führen. Veränderungen innerhalb der Organisation können erforderlich sein, wenn das Ziel, die technischen Möglichkeiten optimal auszunutzen, erreicht werden soll. Für die Einbindung der Gebäudeautomation in die Organisation einer Hochschule gelten folgende allgemeine Organisationsprinzipien:

- eindeutige und in der Verantwortung abgegrenzte Zuständigkeiten,
- Übersichtlichkeit in der Leitungsstruktur,
- kurze Entscheidungswege und
- Flexibilität in bezug auf Erweiterungen.

⁸⁶ Zur Problematisierung der Aufgaben Technischer Abteilungen, die oft ein weites Spektrum, z. T. auch aus dem nicht-technischen Bereich, umfassen, siehe [Stratmann, Tegtmeyer und Mazur, 1997].

Im folgenden sind einige typische Beispiele für die organisatorische Einbindung der Gebäudeautomation in die Technische Abteilung von Hochschulen oder Hochschulkliniken beschrieben. Die dargestellten Schemata sind stark vereinfacht. Sie berücksichtigen gewerkebezogene, funktionale (Hochschule/Klinikum) und regionale Aspekte sowie die Größe der Technischen Abteilung. Dargestellt sind ausschließlich die in der Regel vorhandenen technischen Gewerke (zusammengefaßt unter Maschinen- bzw. Elektrotechnik) sowie die Organisationseinheiten, die Aufgaben im Zusammenhang mit der Gebäudeautomation wahrnehmen.

a) Gewerkeweise Zuordnung bei einer kleinen Technischen Abteilung

Abb. 24 zeigt einen gewerkeweisen Aufbau einer Technischen Abteilung (mit bis zu ca. 80 Mitarbeitern). Der dargestellte Organisationsaufbau umfaßt drei Leitungsebenen. Die betrachtete Sachgebietsebene gliedert sich in die Gewerke Elektro- und Maschinentechnik sowie in ein Betriebsbüro. Den Sachgebietsleitungen sind jeweils Meisterbereiche zugeordnet.

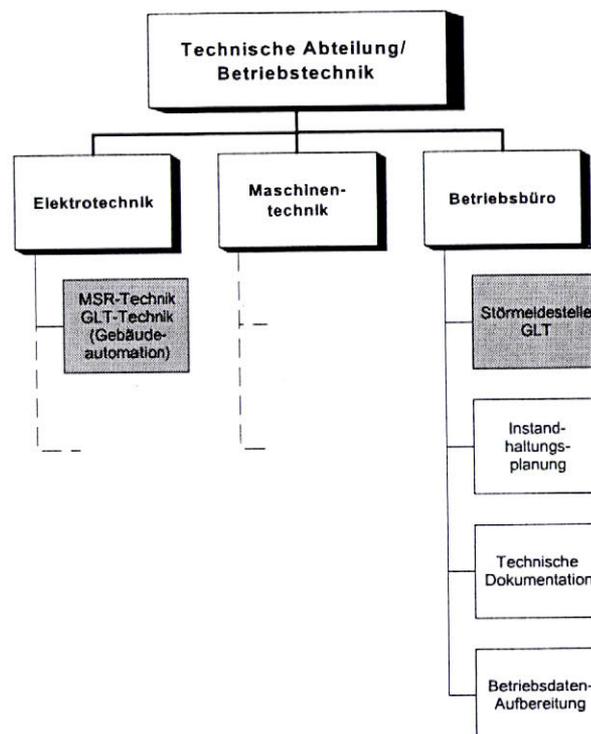


Abb.24: Gewerkeweise Gliederung einer kleineren Technischen Abteilung

Die Betreuung der Gebäudeautomation (technischer Teil der GLT-Betreuung und MSR-Technik) sind einer eigenen Gruppe im Sachgebiet Elektrotechnik zugeordnet. In bezug auf die technische Betreuung lassen sich MSR-Technik und Gebäudeautomation, Nachrichtentechnik und EDV in einem Sachgebiet zusammenfassen. Sofern aufgrund der Größe keine eigenes Sachgebiet (z. B. Gebäudeautomation/MSR-Technik) möglich ist, ist die Zusammenfassung unter einem Sachgebiet Elektrotechnik naheliegend.

Die GLT-Bedienung ist von der technischen Betreuung der GLT getrennt im Sachgebiet „Betriebsbüro“ angeordnet und mit der zentralen Störungsannahme zusammengefaßt. An dieser Stelle laufen alle Störmeldungen einer Einrichtung zusammen. Das GLT-Bedienpersonal sorgt für die Weitergabe von Störmeldungen an die zuständigen Stellen und überwacht die Durchführung von Störungsbeseitigungen. Eine automatische Weiterschaltung von GLT-Meldungen

an die zuständigen Handwerkerbereiche beispielsweise an entsprechende Störmeldedruker oder PCs ist möglich. Das Leitwartenpersonal läßt sich damit entlasten, wobei die zentrale Dokumentation aller Vorgänge auf der Leitwarte beibehalten werden sollte.

In der Praxis kann die Schaffung einer eigenständigen MSR-Technik-Gruppe zu Akzeptanzproblemen bei den Mitarbeitern führen. Bei der Verwendung von analogen Regelungssystemen sind die MSR-Aufgaben i. a. traditionell direkt bei den betreffenden Gewerken (z. B. Heizung, Lüftung, etc.) verortet. Die Verlagerung von Aufgaben in eine eigene MSR-Abteilung wurde in einigen Fällen als Entzug von Kompetenzen innerhalb der betreffenden Gewerke verstanden.

Die durch die DDC-Technik stark spezialisierten und stärker an der DV-Technik orientierten Aufgaben erfordern entsprechend ausgestattete Fachwerkstätten. Eine Realisierung als eigener Meisterbereich erscheint daher sinnvoll. Die in Abb. 24 vorgenommene Zuordnung zum Sachgebiet Elektrotechnik ist nicht zwingend erforderlich. Die fachliche Nähe ist hier jedoch meist stärker ausgeprägt als bei einer Zuordnung zum Bereich Maschinentechnik (enthält Heizung, Lüftung, Klima etc.).

b) Gewerkeweise Zuordnung bei einer großen Technischen Abteilung

In Abb. 25 ist der Organisationsaufbau einer größeren Technischen Abteilung dargestellt. Durch weitere Aufteilung der Sachgebiete Maschinen- und Elektrotechnik in ihre Einzelgewerke eignet sich das Modell für Dezernate bzw. Abteilungen mit bis zu ca. 200 Mitarbeitern.

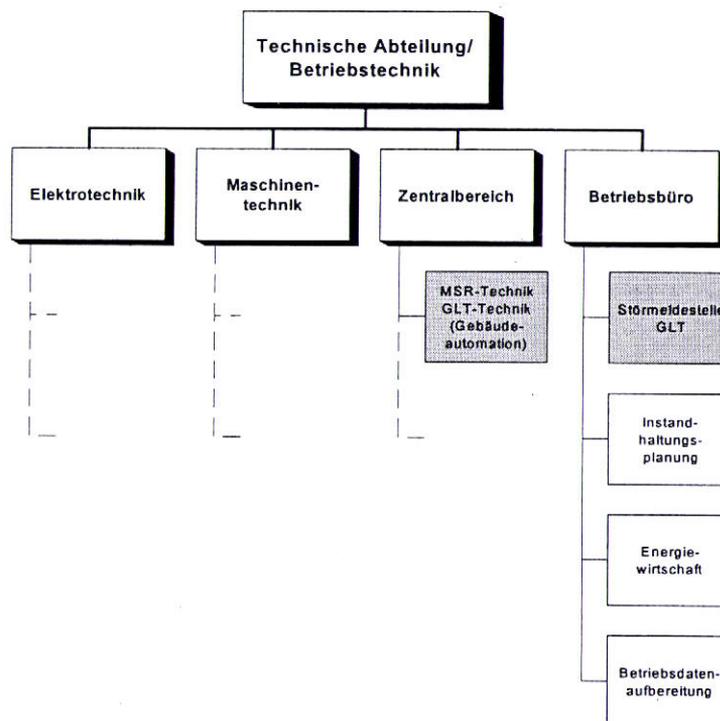


Abb.25: Gewerkeweise Gliederung einer größeren Technischen Abteilung

Neben einer stärkeren Untergliederung der Sachgebiete (hier nicht dargestellt), ist im Unterschied zum vorherigen Beispiel ein weiteres Sachgebiet „Zentralbereich“ hinzugefügt worden. Diesem werden alle Meisterbereiche bzw. Bereichswerkstätten mit stark spezialisierten Tätigkeiten, neben der MSR/GLT-Technik z. B. Nachrichtentechnik, Förderanlagen, Heizkraft-

werk etc., zugeordnet. Je nach Aufgabenumfang kann sich aber auch die Einrichtung eines eigenen Sachgebietes Gebäudeautomation/MSR-Technik anbieten.

c) Funktionale Aufteilung einer Technischen Abteilung bei einer Hochschule mit Klinikum

Abb. 26 zeigt schematisch den Aufbau einer Technischen Abteilung einer Hochschule mit zugehörigem Klinikum. Die Zuständigkeit der Betriebstechnik umfaßt hier sowohl den Instituts- als auch den Klinikbereich.

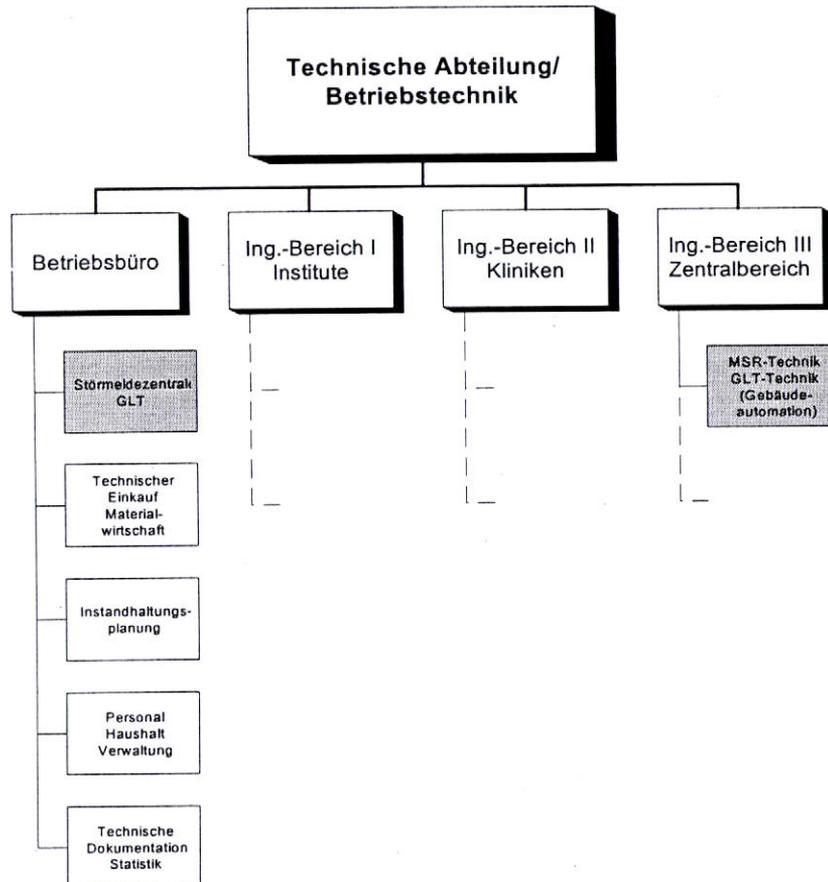


Abb.26: Funktionale Aufteilung einer Technischen Abteilung einer Hochschule mit Klinikum

Auffällig ist hier die Trennung der Zuständigkeiten für die technischen Gewerke nach Einrichtung (Institute – Kliniken). Trotz dieser Aufteilung sind die bereits aus den vorhergehenden Modellen bekannten Sachgebiete „Betriebsbüro“ und „Zentralbereich“ beibehalten worden. Infolge der starken Spezialisierung bzw. Zuständigkeit für übergeordnete Aufgaben wäre eine Aufteilung dieser Bereiche in den meisten Fällen unwirtschaftlich.

d) Regionale Aufteilung einer großen Technischen Abteilung

In Abb. 27 ist eine regionale Gliederung dargestellt (Nord- und Südbereich). Diese kann durch die Größe der Einrichtung und die geographische Aufteilung der Liegenschaften begründet sein. Wie im Beispiel c) haben auch hier die Sachgebiete „Betriebsbüro“ und „Zentralbereich“ eine

gemeinsame Zuständigkeit für die gesamte Einrichtung. Der Grund dafür ist, wie auch im Beispiel c), die bessere Ausnutzung besonders spezialisierter Meisterbereiche bzw. Arbeitsgruppen.

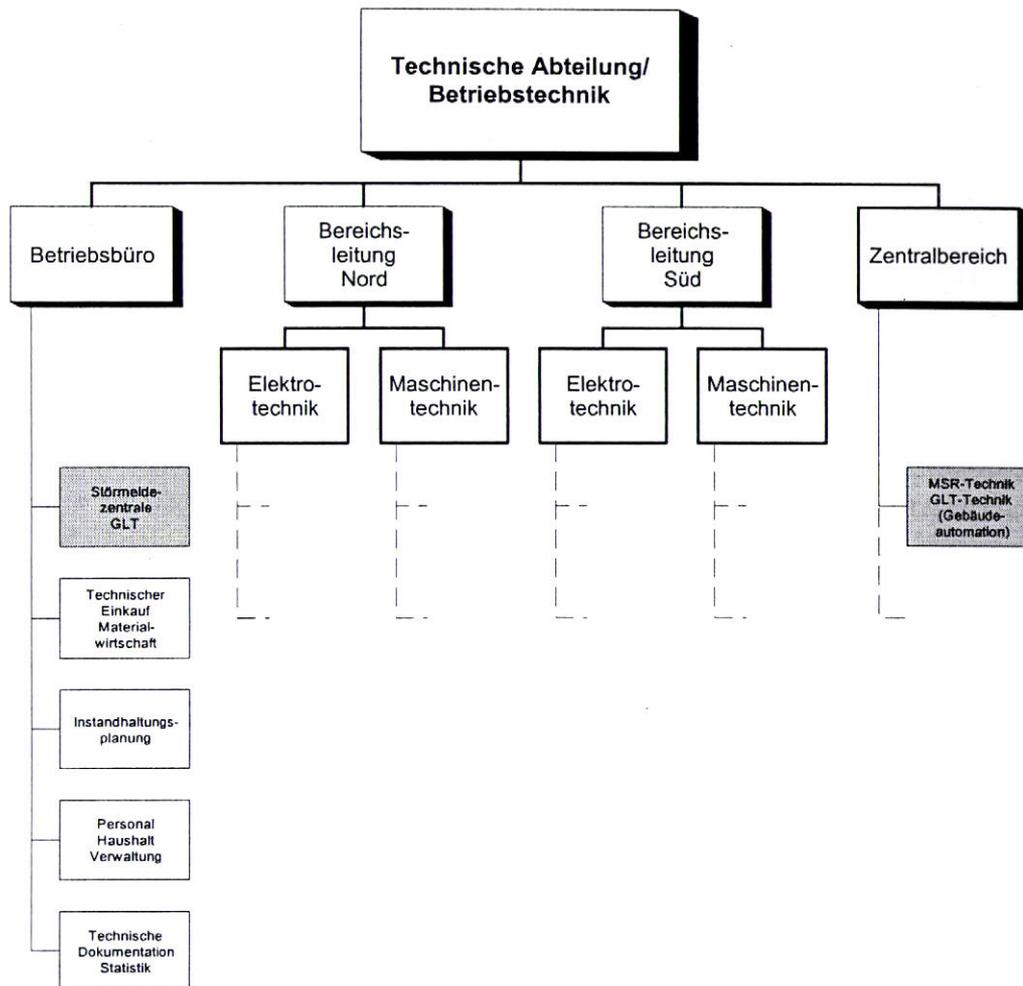


Abb.27: Regionale Gliederung einer großen Technischen Abteilung

Die beschriebenen idealtypischen Beispiele sind im Hochschulbereich eher die Ausnahme. Vielmehr ist häufig eine Durchmischung von Organisationsformen zu beobachten. So ist beispielsweise auf der Leitungsebene eine Trennung der Sachgebiete nach Gewerken zu finden, während im operativen Bereich (auf der Meisterebene) eine Aufteilung nach Standorten vorhanden ist. Eher selten finden sich Formen mit ausschließlich regionalen Zuständigkeiten. Der Grund liegt darin, daß eine gewisse Spezialisierung in den meisten Gewerken erforderlich ist, um den Anforderungen an Betrieb und Instandhaltung genügen zu können. Das gilt um so mehr bei spezialisierten Arbeitsfeldern wie der MSR-Technik.

In der Praxis hat sich bewährt, die Aufgabenfelder für die MSR-Technik und die Gebäudeautomation (Bedienung und zugehörige Technik) zentral der Abteilungsebene zuzuordnen, damit besonders qualifizierte Kräfte (z. B. im Bereich der MSR-Technik) gewerkeübergreifend und ortsunabhängig einsetzbar sind, so daß eine bessere Auslastung erreicht wird. Eine Vorhaltung einzelner MSR-Spezialisten für Werkstattbereiche mit regionalen Zuständigkeiten stellt meist eine ineffiziente Lösung dar. In der Sachgebietsleitungsebene wird diesem Umstand durch das Betriebsbüro und ggf. einen zentralen Dienst Rechnung getragen.

6.1.2 Aufgaben von Betriebsbüro, Leitwarte und MSR-Technik

Zur Wahrnehmung zentraler technischer Aufgabenstellungen hat sich an vielen Hochschulen die Schaffung eines Betriebsbüros oder Technischen Büros, dem unmittelbar die Leitwarte zugeordnet ist, bewährt. Durch das Zusammenlaufen von Informationen in der Leitwarte können an dieser Stelle eine Vielzahl von Aufgaben angesiedelt werden bzw. Informationen bereitgestellt werden:

- Die (zentrale) **Annahme von Störmeldungen** wird üblicherweise direkt in der Leitwarte (Störmeldezentrale/GLT) wahrgenommen. Dort ist nicht nur die Auswertung der GLT-Informationen, sondern auch die telefonische Störungsannahme zusammengefaßt. Vorteilhaft ist, daß sowohl Schadensaufnahme bzw. -erfassung als auch Beseitigung und Kontrolle der Durchführung von einer zentralen Stelle aus verfolgt werden können. Außerhalb der regulären Dienstzeit kann von der Leitwarte aus auch die Benachrichtigung der Rufbereitschaft erfolgen (falls keine 24-h-Besetzung vorgesehen ist, kann dies automatisch durch das Gebäudeautomations-System durchgeführt werden).
- Im Rahmen der Aufgaben der **Arbeitsvorbereitung** und **Instandhaltung** können Instandhaltungsstrategien unterstützt werden sowie die Dokumentation von durchgeführten Maßnahmen und Materialeinsatz verbessert werden. Daran kann sich eine statistische Auswertung anschließen, die geeignet ist, Schwachstellen zu erkennen und deren Beseitigung zu veranlassen. Hinzu kommt die Mithilfe bei der Planung und Koordination der Durchführung von **Erweiterungen und kleinen Baumaßnahmen**.
- Aufgaben der Erfassung und Aufbereitung von **Betriebsdaten**. Die daraus erhaltenen Daten können als Grundlage zur Erstellung von Auswertungen und Berichten dienen (z. B. Energieberichte) oder an andere Abteilungen (z. B. Rechnungswesen und Controlling) weitergegeben werden.
- Aufgaben der **technischen Dokumentation** (Archivierung und Aktualisierung von Bestandsunterlagen) lassen sich hier ebenfalls vorteilhaft eingliedern.

Innerhalb des Betriebsbüros kann zweckmäßigerweise auch die **Durchführung von Fremdvergaben** (Instandsetzung, Wartung und Inspektion) überwacht werden, da das GLT-System Informationen zum aktuellen Zustand der technischen Anlagen zur Verfügung stellt.

Die **Betreuung von MSR-Technik und GLT** kann, geeignetes Personal vorausgesetzt, zu einem großen Teil in Eigenleistung erbracht werden. In einigen Hochschulen wird sogar die Inbetriebnahme einzelner DDC-Controller in Eigenregie durchgeführt. Bevor jedoch solche Aufgaben angestrebt werden, ist zu prüfen, ob für solche Aufgaben nicht die Inanspruchnahme des Herstellers auf Dauer kostengünstiger ist, da besonders qualifizierte Kräfte für diese Aufgabe erforderlich sind, deren Einstellung nur bei entsprechender Auslastung wirtschaftlich ist.

6.2 Personalausstattung

Das Personal, das für die Betreuung von Gebäudeautomations-Systemen zuständig ist, hat die Aufgaben Bedienen und Parametrieren, Konfigurieren, Strukturieren und Programmieren (siehe hierzu Abschnitt 4.3.1) durchzuführen. Diese Einzelaufgaben erfordern unterschiedliche Qualifikationen.

6.2.1 Personalqualifikation

Ungeschultes Personal (z. B. Pförtner) kann für Aufgaben des Bedienens eingesetzt werden, wozu Handlungen wie die Kontrolle und ggf. Eingabe von Sollwerten, Uhrzeit und auch Alarmquittierung (nur nach Anweisung) gehören. Wird für die GLT-Bedienung Personal ohne besondere Qualifikation eingesetzt, so sind entsprechende Anweisungen notwendig. Das erfordert die Parametrierung von Stör- und Alarmmeldungen mit entsprechenden Hinweisen zum Verhalten im Störfall bzw. wer dann zu benachrichtigten ist, da vom Personal keine eigenen Entscheidungen erwartet werden dürfen⁸⁷.

Geschultes Personal (z. B. Betriebsingenieure, qualifiziertes GLT-Bedienpersonal) ist für die Parametrierung von Zeitprogrammen und Grenzwerten einzusetzen. Darüber hinaus ist die Parametrierung von Reglereinstellungen (Proportionalbereich, Nachstellzeit und Vorhaltezeit) bei entsprechender Unterstützung bzw. vorhandenen Kenntnissen möglich. Hinzu kommen Betriebsführungsaufgaben (Leiten, Überwachen) verbunden mit Betriebsdaten-Auswertungen.

Für weitergehende Tätigkeiten sind **MSR-Spezialisten** erforderlich. Der Aufgabenbereich umfaßt Systemkonfiguration, Strukturieren und Programmieren. Erforderlich ist dafür umfangreiches regelungstechnisches Wissen und Kenntnisse in der Diagnose und Behebung von Systemstörungen. Programmierkenntnisse sind erforderlich, wenn Systemerweiterungen vorgenommen werden.

In der Regel ist zur GLT-Bedienung qualifiziertes Personal (Handwerker, Techniker, Meister) eingesetzt, wobei die Art der Qualifikation vom Aufgabenumfang abhängig ist. Neben der Entscheidung, wer wann zu benachrichtigen ist, kann im Störfall oder in bestimmten unerwünschten Betriebssituationen ein Eingreifen in die Anlagen, ggf. ein Zu- oder Abschalten von Anlagenteilen, erforderlich sein. Diese Tätigkeit setzt gewisse Kenntnisse der Funktionen und Zusammenhänge von Betriebstechnischen Anlagen voraus. Für den Fall, daß Mittelspannungs-Schaltanlagen über die GLT bedient werden, ist eine entsprechende Schaltberechtigung des Bedienpersonals notwendig.

Die Trennung (Segregation) der je nach Aufgabenbereich und Zuständigkeit unterschiedlichen Zugriffsrechte erfolgt in der Regel durch einen **Paßwortschutz** nach Benutzern, d. h. jeder Benutzer erhält sein eigenes Paßwort, das ihm bestimmte Zugriffsrechte (z. B. nur Lesezugriff) zuweist. Die Segregation kann je nach System sehr einfach aufgebaut sein (z. B. in vier Stufen) oder sehr komplex unter Berücksichtigung von Datenpunktgruppen (z. B. eines Gewerks oder eines Gebäudes), im Extremfall kann für jeden Nutzer ein individuelles Zugriffsrecht für jeden Datenpunkt definiert werden. Es sollte vor der Entscheidung für ein GLT-System feststehen, welche Tiefe bei der Vergabe von Zugriffsrechten erforderlich ist.

Der Aufbau einer **MSR-Gruppe** setzt entsprechend qualifiziertes Personal voraus, das in der Lage sein muß, Bedienung, Parametrierung und evtl. auch Programmierung des Systems bzw. ggf. mehrerer verschiedener Systeme zu beherrschen. Alternativ zum Aufbau einer eigenen MSR-Gruppe ist der Einkauf der Leistungen möglich. Ein Kostenvergleich Eigen-/Fremdleistung wird den Aufwand für Mitarbeiterschulung, ggf. Werkstattausstattung und, falls erforderlich, zusätzliches Personal berücksichtigen müssen. Der Aufbau einer eigenen MSR-Gruppe bringt dann Vorteile, wenn aufgrund von Nutzungsänderungen oder Betriebsanpassungen häufig Änderungen erforderlich sind und somit eine hohe Auslastung gegeben ist.

Die Stellenbesetzung läßt sich nicht allgemeingültig angeben, da auch abweichende berufliche Qualifikationen von Mitarbeitern durch Zusatzausbildungen und/oder langjährige Erfahrungen ausgeglichen werden können. Eine in der Hochschulpraxis übliche Qualifikationsstruktur umfaßt:

⁸⁷ Siehe auch [Inhelder und Zieger, 1995].

- Bereichsleiter: Dipl.-Ing. (U bzw. FH)
- Sachgebietsleiter: Dipl.-Ing. (FH), Meister oder Techniker, je nach Anforderung
- Gruppenebene: Gruppenleiter i. d. R. Meister, Techniker bei sehr kleinen Gruppen Handwerker (Vorarbeiter), bei sehr spezialisierten Gruppen (z. B. MSR) ggf. auch Dipl.-Ing. (FH).

6.2.2 Schulung der Mitarbeiter

Das Vorhandensein verschiedener Gebäudeautomations-Systeme erfordert die Schulung der Mitarbeiter für jedes der Systeme. Dieser Umstand ist in jedem Fall bei der Analyse von Vor- und Nachteilen heterogener Systeme zu berücksichtigen.

Schulungen werden fast ausnahmslos von den Systemherstellern durchgeführt. Die Einführung in das System geschieht dabei oft während der Inbetriebnahmephase. Dies ist in der Regel von Vorteil, da die Mitarbeiter dann besonders praxisnah und an den vorhandenen Gegebenheiten orientiert in den Systembetrieb eingeführt werden können.

Den betreffenden Mitarbeitern sollte die regelmäßige Teilnahme an Schulungsmaßnahmen ermöglicht werden. Dabei sollte darauf geachtet werden, daß die Maßnahmen entsprechend den tatsächlichen Erfordernissen ausgewählt werden.

6.2.3 Personalbedarf

Der **Personalbedarf** für eine **Leitwarte** ist an folgenden Kriterien auszurichten:

- Größe der zu überwachenden Liegenschaft bzw. Anzahl der zu überwachenden Anlagen,
- Stellenwert, den die Anlagenüberwachung besitzt (ist eine 24-h-Überwachung notwendig?),
- Komplexität der zu überwachenden Systeme sowie
- Aufgabenumfang, der neben der reinen Überwachungstätigkeit vorhanden ist.

Zur Realisierung einer durchgängigen 24-h-Überwachung läßt sich vereinfacht annehmen, daß bei durchschnittlicher Verfügbarkeit eines Mitarbeiters von ca. 1.600 Stunden im Jahr⁸⁸ im Dreischicht-Betrieb rechnerisch ca. 6 Mitarbeiter bei einfacher Besetzung und bei zweifacher Besetzung ein Minimum von 11 Mitarbeitern erforderlich ist, wenn gelegentlich einfache Besetzung toleriert werden kann. In der Praxis wird in den Einrichtungen, in denen eine 24-h-Besetzung der Leitwarte für sinnvoll erachtet wird (das sind im wesentlichen die Kliniken) tagsüber eine doppelt besetzte Leitwarte und nachts bzw. am Wochenende eine einfache Besetzung vorgesehen. Unter dieser Voraussetzung entsteht ein Mindestbedarf von 8 Personen.

Für den Fall einer Leitwarte mit geringen Anforderungen an die Besetzung (z. B. kleinere Universität oder Fachhochschule oder Bereichsleitwarte) genügen bei einer einfachen 8-h-Besetzung ohne Wochenenddienst 2 Personen. In vielen Fällen lassen sich außerhalb der regulären Dienstzeiten Störungen und Alarmmeldungen auf eine ständig besetzte Stelle ausgeben (z. B. Pförtner) oder es läßt sich eine Rufbereitschaft für die GLT einrichten, bei der durch geeignete technische Mittel (Modem-Verbindung, Einsatz von Funksystemen, Telefonsystemen, z. B. Handy mit SMS) eine automatische Benachrichtigung erfolgt. Die Einführung derartiger Automatisierungsmaßnahmen bietet sich dann an, wenn keine unmittelbaren Gefahren oder große materielle Schäden durch den Ausfall einzelner Anlagen zu erwarten sind.

⁸⁸ 365 Tage (=8.760 h) abzüglich 30 Urlaubstage, 104 Wochenendtage, 9 Feiertage und ca. 14 Fehltage zu jeweils 7,7 Stunden.

6.2.4 Fremdpersonal

Während die Erstellung von Anlagenbildern noch mit Grundkenntnissen der Bedienung von Graphiksoftware möglich ist, erfordert die Einbindung dieser Bilder in das Gesamtsystem ebenso wie die Programmierung von bestimmten Anlagenparametern oder die Erstellung von eigenen Programmen eine höhere Qualifikation. In solchen Fällen ist abzuwägen, ob diese Aufgaben selbst durchgeführt werden, oder kostengünstiger in Form von Fremdleistungen eingekauft werden können. Während die Kosten für Fremdleistungen in der Regel feststehen bzw. erfragbar sind oder ggf. versuchsweise ermittelt werden können, ist die Ermittlung der Eigenpersonalkosten häufig schwierig, da es meist keine eindeutig abgegrenzten Aufgabenbereichen gibt. In jedem Fall sind beim Kostenvergleich neben den Lohn- und Lohnnebenkosten auch alle weiteren entstehenden Kosten (Arbeitsplatz, Verwaltung etc.) zu berücksichtigen.

Nachteilig kann sich die Fremdvergabe der Leistungen allerdings dann auswirken, wenn Regelungs-, Steuerungs- und Optimierungsprogramme häufig sich verändernden Gegebenheiten und Anforderungen angepaßt werden müssen. Die Kosten für eine Fremdvergabe können dann ein Niveau erreichen, das dazu führt, daß die Maßnahmen unterbleiben – zumal die Funktion der Anlagen auch ohne Optimierungsmaßnahmen gewährleistet bleibt. Empfehlenswert ist es daher, dafür Sorge zu tragen, daß das eigene Personal in der Lage ist, zumindest einfache Änderungen an den betreffenden Programmen durchzuführen.

6.3 Anforderungen an die Sachausstattung

Anforderungen an die Sachausstattung für den Betrieb einer Leitwarte ergeben sich vornehmlich aus den Vorschriften des Arbeitsschutzes und der Bildschirmarbeitsverordnung.

Durch die Umsetzung der EU-Bildschirmrichtlinie 90/270/EWG vom 29.05.1990 in nationales Recht (BildscharbV) 1997 haben sich erweiterte Anforderungen ergeben. Von dieser Neuregelung betroffen sind nach §2 Abs. 3 BildscharbV Beschäftigte, die bei einem nicht unwesentlichen Teil ihrer normalen Arbeit ein Bildschirmgerät benutzen (näheres hierzu in [Stratmann und Kreuter, 1997]). Zwar ermöglicht die Formulierung „...nicht unwesentlicher Teil...“ einen gewissen Interpretationsspielraum, es ist aber davon auszugehen, daß Leitwartenarbeitsplätze unter diese Neuregelung fallen. Die Anwendung der Verordnung hat Auswirkungen auf die Raumausstattung (Möbiliar), Beleuchtung und Belichtung (Blend- und Sonnenschutz) sowie auch auf die Hard- und Software-Ausstattung der Bedienplätze (Monitor, Benutzeroberfläche).

6.4 Instandhaltung von Gebäudeautomations-Systemen

Nach der Inbetriebnahme eines Gebäudeautomations-Systems wird, zumindest während der Gewährleistungszeit, in der Regel ein Wartungsvertrag mit dem Lieferanten abgeschlossen. Der Umfang der erbrachten Leistungen beinhaltet häufig die Software-Wartung (Aufspielen der aktuellen Betriebssystem- und Programmversionen), die Überprüfung der Hardware, bis hin zur Überprüfung der einzelnen Datenpunkte.

Bei entsprechender Qualifikation der Mitarbeiter kann ein Teil der Wartungsaufgaben durch die Hochschulen selbst übernommen werden. Da die Preise für Wartungsverträge je nach Aufwand und Anbieter recht hoch liegen können, empfiehlt es sich, die benötigten Leistungen zu ermitteln und einen darauf zugeschnittenen Teil-Wartungsvertrag anzustreben. Instandhaltungsverträge (Inspektion, Wartung und Instandsetzung) sind eher unüblich. Im Falle eines Defekts einer

Komponente findet in der Regel ein Austausch statt, der keine aufwendigen Instandsetzungsmaßnahmen nach sich zieht.⁸⁹

Bei der Eigenwartung oder Vergabe an Dritte, die nicht mit dem Anlagenhersteller identisch sind, sind während der Gewährleistungszeit die Gewährleistungsbedingungen zu beachten.

6.5 Installation und Betrieb durch Dritte (Contracting)

Zunehmend werden Gebäudeautomations-Systeme sowie MSR-Technik durch Dritte nicht nur installiert, sondern auch betrieben. Um eine reibungslose Integration dieser neuen Systeme in die bestehende Technik zu gewährleisten, sind einige Aspekte zu beachten. Eine besondere Form stellt das sog. Contracting dar. Unter diesem Begriff werden verschiedene Modelle verstanden, deren Gemeinsamkeit in der Finanzierung von Maßnahmen durch Dritte besteht.

Contracting wird von den Anbietern als eine Möglichkeit für den Besitzer bzw. Betreiber von Anlagen dargestellt, in neue Anlagen bzw. Technik zu investieren, ohne dabei eigenes Kapital einsetzen zu müssen [Möhl, 1996]. Der Contracting-Anbieter erneuert beispielsweise die MSR-Technik in einer Hochschulliegenschaft und finanziert die erforderlichen Maßnahmen vor. Voraussetzung ist, daß durch die Maßnahmen Betriebskosteneinsparungen durch geringeren Energiebedarf oder eine Verringerung von Instandhaltungsmaßnahmen erreicht werden.⁹⁰

In der Praxis bestehen eine Reihe von unterschiedlichen Contracting-Modellen, die sich u. a. durch Laufzeit, Eigenfinanzierungsanteil des Auftraggebers, Gewinnbeteiligung des Auftraggebers, Zuständigkeiten für den Betrieb und für die Instandhaltung, Regelung der Rechte an den investierten Anlagen bzw. Systemen nach Ablauf der Vertragslaufzeit unterscheiden.⁹¹

Da Contracting-Maßnahmen immer mit einer Überwachung von Energie- und Medienverbräuchen verbunden sind und außerdem die meisten durchzuführenden Maßnahmen mit Eingriffen in die vorhandene MSR-Technik einhergehen und/oder die Installation von MSR-Technik beinhalten, ist eine unmittelbare Verknüpfung mit den vorhandenen Gebäudeautomations-Systemen oder mit vorhandenen Konzepten gegeben.

In den Fällen, in denen Contracting-Maßnahmen mit Eingriffen in die Gebäudeautomation verbunden sind, ist darauf zu achten, daß

- ggf. neu zu installierende MSR-Technik in das vorhandene Gebäudeautomations-Konzept integriert wird. Oftmals wird die installierte MSR-Technik nach Ablauf des Vertrages in das Eigentum des Auftraggebers übertragen.
- die Zuständigkeiten für Bedienung und Instandhaltung eindeutig geklärt sind. Um die Verantwortlichkeit des Auftragnehmers für den Anlagenbetrieb zu erhöhen, ist eine Vertragsgestaltung anzustreben, die auch die Instandhaltung der Anlagen, auf die sich der Vertrag bezieht, enthält. Andernfalls sind die Betriebsbedingungen genau festzulegen.

⁸⁹ Der AMEV hat eine Reihe von Schriften mit Vertragsmustern für Instandhaltung herausgegeben, z. B. [AMEV, 1985], [AMEV, 1990], [AMEV, 1994].

⁹⁰ Die Bedingungen werden im Vorfeld durch Untersuchungen des potentiellen Auftragnehmers ermittelt und anschließend, sofern ein Auftrag erteilt wird, vertraglich fixiert. Die Verträge haben üblicherweise eine Laufzeit zwischen 5 und 10 Jahren. Aus den Energie- und Kosteneinsparungen deckt der Anbieter anschließend seine Kosten und erhält einen Gewinnanteil. Während der Vertragslaufzeit zahlt der Contracting-Nehmer, z. B. die Hochschule, weiterhin den Energiepreis in Höhe des Wertes vor der Modernisierungsmaßnahme.

⁹¹ Siehe auch [Stratmann, Tegtmeyer und Mazur, 1997].

7 Ausblick

Durch die technischen Entwicklungssprünge in der Mikroelektronik ist es möglich geworden, immer mehr Funktionalität auf immer kleinerem Raum unterzubringen. Die daraus resultierende Entwicklung, zunehmend Funktionen von der Leit- in die Automationsebene und von dort weiter in die Feldebene zu verlagern, wird sich fortsetzen. Eine Konsequenz aus dieser Entwicklung könnte der Wegfall der herkömmlichen, hierarchisch aufgebauten Leitsysteme zugunsten einer Struktur von „intelligenten“ Knoten sein, wie sie in Ansätzen beispielsweise durch das LON-Konzept bereits verfolgt wird. Die Kommunikation verschiedener Bausteine untereinander, über verschiedene Netzwerkebenen hinweg und mit übergeordneten Leitsystemen wäre dann möglich.

Durch die technischen Veränderungen werden auch die Geräte mit einfachen Funktionen wie Sensoren und Aktoren zu Bestandteilen von Netzwerken. Standardisierte Bus-Systeme und Kommunikationsprotokolle könnten den Datenaustausch solcher, zunächst möglicherweise in sich geschlossener Systeme, untereinander gewährleisten. Die klassische Automationsstation bzw. der DDC-Controller könnten durch diese Entwicklung überflüssig werden. Die Anzahl der benötigten Schaltschränke würde sich wegen der geringeren Zahl der benötigten Komponenten und des niedrigeren Verdrahtungsaufwands reduzieren oder sie könnten gänzlich entfallen.

Marktsituation und die schwierigen Normungsprozesse lassen allerdings nicht den Schluß zu, daß eine schnelle Einigung auf ein einheitliches Bus-System und/oder ein einheitliches Protokoll erfolgen wird. Dadurch fehlt eine wichtige technische Voraussetzung für grundlegende Systemveränderungen. Ein Ausweg könnte in der Verwendung spezieller Verfahren aus der Kommunikationstechnik (z. B. „Tunneling“) bestehen.

Bei den Betriebssystemen ist auf der Leitsystemebene mit einer weiteren Verbreitung der Microsoft-Produkte, insbesondere Windows NT zu rechnen. Dies betrifft vor allem kleinere und mittlere Systemgrößen sowie die Bediensysteme. UNIX dürfte dagegen weiterhin bei den großen Systemen (ab etwa 15.000 Datenpunkten) sowie bei den Datenbank-Servern dominieren.

Einschneidende Veränderungen sind künftig durch das Vordringen von Internet-Technologien in den Automationsbereich zu erwarten. Zwar ist es schwer vorstellbar, daß der DDC-Controller mit eigener Homepage am Ende dieser Entwicklung stehen wird, immerhin gibt es aber bereits SPS-Steuerungen, die versuchsweise über eine Internet-Adresse erreichbar sind.

Im Bereich der Planung und des Betriebes sind durch leistungsfähige Software-Werkzeuge weitere Verbesserungen zu erwarten. So ist durchaus denkbar, daß – vorausgesetzt, es wird eine Möglichkeit zur Kommunikation der Systeme untereinander geschaffen – die Neuinstallation von MSR-Systemen, seien es nun DDC-Controller, intelligente Geber oder anlagenspezifische Steuer- und Regelungssysteme, durch menügeführte Programme und weitgehend selbstkonfigurierende Systeme durch den Nutzer ausgeführt wird. Die Bedienmöglichkeiten werden in weiter zunehmendem Maße durch unterstützende Kommunikationssysteme (z. B. drahtlose Systeme und Internet-Technologie) erweitert.

Zunehmend wird die Gebäudeautomation als ein integraler Bestandteil des Gebäudemanagements betrachtet. Daten sind für weitere Prozesse im Rahmen der Bewirtschaftung der Gebäude zu generieren und zur Verfügung zu stellen. Unabhängig davon, ob die Gebäude in Eigenleistung durch die Technische Abteilung oder eine selbständige Organisationseinheit betreut werden oder Formen der Fremdvergabe gewählt werden, werden Verbrauchswerte und Anlagenzustände künftig mit Stammdaten der Anlagen und Gebäude in Zusammenhang zu bringen sein, um gebäude-, anlagen- und nutzerspezifische Daten und Kosten ermitteln zu können.

Literaturverzeichnis

- AIG, 1996: Arbeitsgemeinschaft Instandhaltung im Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. (VDMA), VDMA-Einheitsblatt 24196
- AMEV, 1985 (Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen): Vertragsmuster für Wartung, Inspektion und damit verbundene kleine Instandsetzungsarbeiten von technischen Anlagen und Einrichtungen in öffentlichen Gebäuden (Wartung 85), Bonn
- AMEV, 1988: Planung und Ausführung von firmenneutralen Datenübertragungssystemen in öffentlichen Gebäuden und Liegenschaften (FND). Teil 1: FND-Spezifikation, Version 1.0, Bonn
- AMEV, 1990: Vertragsmuster für Instandhaltung (Wartung, Inspektion, Instandsetzung) von technischen Anlagen und Einrichtungen in öffentlichen Gebäuden (Instandhaltung 90), Bonn
- AMEV, 1994: Vertragsmuster für Instandhaltung (Wartung, Inspektion, Instandsetzung) von Gefahrenmeldeanlagen (Brand, Einbruch, Überfall und Geländeüberwachung) (Instand GMA 94), Bonn
- AMEV, 1996: Planung und Ausführung von firmenneutralen Datenübertragungssystemen in öffentlichen Gebäuden und Liegenschaften (FND). FND-Spezifikation, Erweiterungen zum Teil 1, Version 2.0, Bonn
- AMEV, 1997: Planung und Ausführung von firmenneutralen Datenübertragungssystemen in öffentlichen Gebäuden und Liegenschaften (FND). Teil 2 zur Version 2.0. Planungshandbuch. Anwendung und Planung von FND in Gebäudeautomations-Systemen. – Entwurfssfassung, Bonn
- Arend, H.-O. und Pfannstiel, D., 1993: Neue Heizungsregelungen durch Einsatz von Fuzzy-Logik. – In: HLH 44 (1993), Nr. 11, S. 654, VDI Verlag Düsseldorf
- ASHRAE, 1997: ASHRAE Standard 135-1995 - BACnet - A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks. – Internet-Seite: <http://www.ashrae.org/BOOK/bacnetcd.htm>, Dezember 1997
- Bach, Hans; Baumgarth, Siegfried; Forsch, Kurt u. a., 1983: Regelungstechnik in der Versorgungstechnik. – [Hrsg.] Arbeitskreis der Dozenten für Regelungstechnik. Verlag C. F. Müller, Karlsruhe
- Brackmann, Ludwig, 1994: LON. Local Operating Network, Teil 1: Konzept, Grundlagen, Neuron-Chips. In: ELRAD Nr. 12/1994, S. 76–79; Verlag Heinz Heise, Hannover
- Bushby, Steven T. and Newman, H. Michael, 1991: The BACnet communication protocol for building automation systems. In: ASHRAE Journal 33 (1991), no. 4, pp. 14–21
- Deppe, Horst-Dieter, 1997: Gebäudeautomations- und Elektroinstallationstechniken in der Universitätsklinik Aachen. – In: TAB (25) 1997, Sonderheft MSR (Oktober), S. 17–19, Bertelsmann Zeitschriften Verlag, Gütersloh
- Dichtl, E. und Issing, O. (Hrsg.), 1994: Vahlers großes Wirtschaftslexikon, Verlag Franz Vahlen, München

- Dietz, Holger W., 1996: Automation im Krankenhaus mit Bussystem und Meldezentrale. – In: HLH 47 (1996), Nr. 1, S. 52–54, VDI Verlag Düsseldorf
- DIN 19222, Ausgabe:1985-03. Messen, Steuern, Regeln; Leittechnik; Begriffe. Beuth Verlag GmbH Berlin
- EET, 1994: Situation mit einem Blick erfaßt. Verfasser nicht genannt. – In: EET (39) 1994, Nr. 6, S. 12. Hüthig Verlag Heidelberg
- FKGB, 1993a: Fachkommission Gebäude- und Betriebstechnik des Hochbauausschusses der Länder der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder – ARGEBAU: Lokale Datennetze (LAN). HIS Hochschul-Informationen-System GmbH Hannover, März 1993.
- FKGB, 1993b: Fachkommission Gebäude- und Betriebstechnik des Hochbauausschusses der Länder der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder – ARGEBAU: Elektromagnetische Verträglichkeit in Gebäuden. HIS Hochschul-Informationen-System GmbH Hannover, März 1993.
- FKGB, 1993c: Fachkommission Gebäude- und Betriebstechnik des Hochbauausschusses der Länder der für das Bau-, Wohnungs- und Siedlungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder – ARGEBAU: Geräteausstattung zur Energie- und Medienerfassung. HIS Hochschul-Informationen-System GmbH Hannover, September 1993.
- FM, 1997: „Unter deutschen Dächern...“, Ergebnisse der Difu-Städteumfrage zur Gebäudewirtschaft in Deutschland. – in: Facility Management 5/97, S. 36 ff., Bertelsmann Fachzeitschriften
- Frick, Jürgen, 1997: Auswahlkriterien für RAID-Controller. – In: LANline 12/1997, AWi LANline Verlagsgesellschaft, Trostberg
- Glauche, Ulrich, 1997: „Was ist eigentlich Facility Management?“, S. 4 – in: Tagungsband zum Symposium „Entwicklungsmöglichkeiten im Gebäude der Zukunft“ der Georg-Simon-Ohm-Fachhochschule Nürnberg am 14.5.1997 in Nürnberg
- GM, 1998: Swissbau Basel. Kongreß fand regen Zuspruch. – In: Gebäudemanagement 3 (1998), Nr. 3, S. 64–65, Deutscher Fachverlag Frankfurt am Main
- Haase, Wolfgang, 1997: Offene Kommunikation im Wenckenbach Krankenhaus Berlin. – In: TAB 28 (1997) Sonderheft MSR, Oktober, Bertelsmann Zeitschriften Verlag Gütersloh
- Herkert, Stefan, 1996: Planung von MSR-Anlagen in der Gebäudeautomation. – In: HLH 47(1996), Nr. 1, S. 24–35, VDI Verlag Düsseldorf
- Heusinger, Peter; Ronge, Karlheinz und Stock, Gerhard 1996: Kommunikation in Gebäuden. – In: TAB 27 (1996), Sonderheft MSR, S. 5–15; Bertelsmann Fachzeitschriften Verlag, Gütersloh
- Hinterstocker, H., 1993: Infrastrukturen für die Zukunft. – In: Datacom 3/1992, S. 10-13, Datacom-Verlag Bergheim
- HLH, 1996: Eine Million Netzknoten installiert. – In: HLH 47 (1996), S. 71, Nr. 1, VDI Verlag Düsseldorf
- HL-Technik AG, 1994: „Werkbericht 12: Gebäudetechnik für die Zukunft“, München

- IBM, 1986: IBM Series/1. General Purpose Automation Executive Programming Interface Guide. – IBM Deutschland Stuttgart
- Inhelder, Peter und Zieger, Harald, 1995: Bedienerfreundlichkeit entscheidet über Akzeptanz von Regel-, Steuer- und Leitsystemen. Mensch-Maschine-Kommunikation nach dem Objekt-Aktions-Prinzip. – In: ISH Jahrbuch der Gebäudetechnik 1995, Bertelsmann Zeitschriften Verlag, Gütersloh
- Kahle, Manfred und Person, Ralf-Dieter, 1992: GLT/DDC-Konzept für die Universität Bremen. HIS Hochschul-Informationen-System GmbH Hannover, März 1992
- Kahle, Manfred u. Person, Ralf-Dieter, 1993: GLT/DDC-Konzept für die Eberhard-Karls-Universität Tübingen. – HIS Hochschul-Informationen-System GmbH Hannover, September 1993
- Kahle, Manfred u. van Dijk, Friedhelm, 1987: Zentrale Gebäudeleittechnik in Hochschulkliniken. Untersuchung zum ZLT-G-Einsatz. HIS Hochschulplanung 65 – HIS Hochschul-Informationen-System GmbH Hannover, 1987
- Kahle, Manfred u. van Dijk, Friedhelm, 1987: Zentrale Gebäudeleittechnik. Hinweise zur Planung und zum Betrieb von ZLT-Systemen einschließlich DDC. HIS Hochschulplanung 73 – HIS Hochschul-Informationen-System GmbH Hannover, 1989
- Knabe, Gottfried, 1992: Gebäudeautomation. Verlag für Bauwesen, Berlin u. München.
- Koch, Wilhelm, 1994: Knauseriges Hameln. – In: Haustechnische Rundschau 11/1994, S. 38–43, Krammer Verlag Düsseldorf
- Kranz, Hans R., 1995: Integration oder Kombination technischer Gebäudesysteme. – In: TAB 26 (1995), Nr. 12, S. 93 –102; Bertelsmann Fachzeitschriften Verlag, Gütersloh
- Kranz, Hans R., 1997: Raumautomation mit SICLIMAT und instabus EIB am Beispiel UBS Flur Nord Zürich. – Vortrag anlässlich der GLT-Anwendertagung, Oktober 1997, Leipzig
- Kranz, Hans R. u. Jung, Manfred, 1997: Partnerschaftliche Systeme der Technischen Gebäudeausrüstung. – In: HLH 48(1997), Nr. 11, S. 73–77
- Kubik, Peter, 1995: „Flexible und modulare FM-Systeme – Basis für eine effektive Gebäudeverwaltung“, S. 3 – in: Tagungsband zum Kongreß „Praxisforum Facility Management“ des Institute for International Research (IIR) am 26./27.9.1995 in Essen
- Kuhlmann, Helmut, 1991: Intelligente Gebäude. – In: ISH Jahrbuch für Gebäudetechnik 1991, Bertelsmann Zeitschriften Verlag, Gütersloh
- Leibundgut, H.-J., 1995: „Facility Management – Der weite Weg vom Schlagwort zum praxisgerechten Instrument“ – in: Tagungsband zum Kongreß „Praxisforum Facility Management“ des Institute for International Research (IIR) am 26./27.9.1995 in Essen
- LNO, 1994: LON Nutzer Organisation e.V.: Determinismus und Flexibilität? Echelon's LONTALK-Protokoll löst ein Paradoxon. – In: LNO-Brief, Nr. 2, April 1994
- Loose, Wolfgang, 1994: Gebäudeleittechnik in der Hauptverwaltung der Volksfürsorge. – In: TAB (25) 1997, Sonderheft MSR (Oktober), S. 17–19, Bertelsmann Zeitschriften Verlag, Gütersloh

- Meinert, Nils, 1997: BACnet auf dem Weg zum weltweiten Standard? – In: TAB (28) 1997, Sonderheft MSR (Oktober), S. 15–18, Bertelsmann Zeitschriften Verlag, Gütersloh
- Möhl, Ulrich, 1996: Performance Contracting. – In: HLH 47 (1996), Nr. 1, S. 36–45, VDI Verlag Düsseldorf
- Peil-Annerfelt, K.-H., 1997: „Die Komplexität beherrschen lernen“ – in: Gebäudemanagement, 3/97, S. 35 ff., Deutscher Fachverlag
- Person, Ralf-Dieter, 1994: GLT/DDC-Konzept für das Klinikum der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. – HIS Hochschul-Informations-System GmbH Hannover, Juni 1994
- Person, Ralf-Dieter, 1995: GLT/DDC-Konzept für das Universitäts-Krankenhaus Hamburg-Eppendorf. – HIS Hochschul-Informations-System GmbH Hannover, Mai 1995
- RBBAU, 1995: RBBAU, 16. Austausch-Lieferung, Februar 1995
- Siemens, 1991: Gebäudeautomation mit Offener Kommunikation in der Zahnradfabrik Friedrichshafen (ZF). – In: Siclimat Express, Nr. 19, Juli 1991, S. 1–3, Siemens AG Karlsruhe
- Spiner, D., 1991: Internet: Bridges und Router erweitern das Netz. – In: LAN-Magazin 1/1991, S. 10–18, Markt & Technik Verlag Haar
- Stratmann, Friedrich und Kreuter, Hellena, 1997: Auswirkungen der EU-Bildschirmrichtlinie und der Bildschirmarbeitsverordnung auf Bildschirmarbeitsplätze in Hochschulen. HIS Hochschul-Informations-System GmbH, Hannover, Oktober 1997 (unveröffentlicht)
- Stratmann, Friedrich und Tegtmeier, Ralf, 1997: Gebäudemanagement in Hochschulen im benachbarten Ausland. HIS Hochschul-Informations-System GmbH (Hrsg.), Hannover
- Stratmann, Friedrich; Tegtmeier, Ralf und Mazur, Manfred, 1997: Fremdvergabe von Aufgaben Technischer Dienste in Hochschulen (HIS Hochschulplanung Band 122), HIS Hochschul-Informations-System GmbH (Hrsg.), Hannover
- TAB, 1995: Krafftahrt-Bundesamt mit EIB. – In: TAB 26 (1995), Nr. 2, S. 24, Bertelsmann Zeitschriften Verlag Gütersloh
- Tiers, Twin, 1993: BACnet. – Internet-Seite (12/1997):
<http://www.emcs.cornell.edu/BACnet/BACnet.html#7.1>
- VDI 3814: VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung (VDI-TGA): VDI 3814, Blatt 1 „Gebäudeleittechnik (GLT). Strukturen, Begriffe, Funktionen.“ Verein Deutscher Ingenieure; Beuth Verlag Berlin 1990
- Wahlen, Robert, 1995: „Integration eines Facility Management Teams innerhalb bestehender Organisationen“, S. 10. In: Tagungsband zum Kongreß „Praxisforum Facility Management“ des Institute for International Research (IIR) am 26./27.9.1995 in Essen
- Watkins-Miller, Elaine, 1996: The Age of Interoperability. Open communication protocol standards liberate building automation systems. In: Buildings Magazine, Sept. 1996 – Internet (12/1997): http://www.buildingsmag.com/magazine/sep_1996/article087.html

Weber, Kurt, 1996: „Einführung von Facility-Management-Systemen bei knappen Kassen“, Bundesbaublatt 11/96, S. 858 ff.

Woll, Artur, 1993: Wirtschaftslexikon, R. Oldenbourg Verlag, München

Sachregister

- Aachen (Universitätsklinikum) 46
 Adaptive Regelung 14, 27
 Aktor 52-54, 57f.
 Aktor-Sensor-Interface 54
 Alarm (s. auch Störmeldung) 26
 AMADEUS 47
 AMEV 47, 104
 ANSI 31, 50
 Analoger Ausgang 25
 Analoger Eingang 25
 Analog-Digital-Converter (ADC) 12
 Analog-Digital-Umsetzer (ADU) 12
 Arcnet 35
 ASCII 33
 ASHRAE 42f.
 Ausschreibung 82f.
 Automationsebene 23-25, 29
 BACnet 42-44, 49
 Bedienoberfläche 41, 63f., 85
 Bereichsleitwarte 67
 Berlin (Allianz-Hauptgebäude) 44
 Berlin (Messe, AMK) 49
 Berlin (Reichstag) 1
 Berlin (Wenckebach Krankenhaus) 53f.
 Bern 50
 Betriebsführung 9, 30, 95
 Betriebsmeldung 26
 Binäres Signal 2, 24
 Bitbus 55
 Bitserielle Übertragung 2
 Brandmeldeanlage 31f.
 Braunschweig (TU) 49
 Bridge 37
 Broadcast-Kommunikationsmodell 37
 Bus-Protokoll 26
 Bus-System 24, 26, 34
 CAD 3, 19, 86
 CAE-Tools 86
 Channel 59
 Client/Server-System 81
 Controller Area Network (CAN) 55
 CSMA 35, 45, 50
 Datenbank 31
 Datennetz 34, 36
 Datenpflege 30, 84
 Datenpunkt 48f., 72-74, 83, 92-94
 DBMS 31
 DDC 2f., 13f., 24, 65f., 100
 DDE (Dynamic Data Exchange) 63
 Deterministisch 35
 Digitale Signalverarbeitung 12f.
 Digitaler Ausgang 25
 Digitaler Eingang 25
 Digital-Analog-Converter (DAC) 13
 Digital-Analog-Umsetzer (DAU) 13
 DIN CERTCO 49
 DIN-Meßbus 55f.
 Dokumentation 19
 Drahtlose Systeme 79, 105
 Echtzeit (-fähigkeit) 13
 EHS (Electronic Home System) 45
 Einzelraumregelung 43, 51, 72, 79
 EIB 44f., 51, 79
 EMV 62, 66, 79
 Energiemanagement 10, 76, 90
 Erding 47
 Ereignisabhängige Programme 27f.
 Ersatzstromanlagen 76
 Ethernet 35, 37, 53, 55
 E-Max 28f.
 Facility Management 17
 FACN 46f.
 Fast Ethernet 37
 FDDI 35
 Feldebene 24, 26, 67
 Fernwirkssystem 10
 FIP 56
 Flensburg (Kraftfahrt-Bundesamt) 46

- FND 5, 47-50, 52, 79
- Förderanlage 32
- Foundation Fieldbus 56
- Funksysteme 79, 102
- Fuzzy-Logik 15
- Gateway 26, 37
- Gebäudeinformationssystem 19f.
- Gebäudemanagement 17f.
- Gebäudesystemtechnik 23, 44, 69, 79
- Gefahrenmeldeanlage 31f.
- Gefahrenmeldung 26
- Gießen (Universität) 57
- GLT (Nutzen) 90
- Gleitendes Schalten 14, 28
- GoldCap 13
- Hamburg (Volksfürsorge) 47
- Eppendorf (Univ.krankenhaus) 4, 72, 84, 92
- Handbedienebene 65
- Hannover (MHH) 50
- Heizkurvenberechnung 27
- Hub 37
- IEC-Feldbus 57
- Informationssystem 10
- Inselsystem 79, 81
- Instandhaltung 10, 103f.
- Instandsetzung 10, 93, 100, 104
- Intelligentes Gebäude 18
- Interbus-S 57
- IPX Internet Package Exchange 43
- ISDN 45, 48, 58
- ISP (Inter Operable Systems Project) 57
- Kapitalwert (Barwert) 90f.
- Kaskadenregelung 14
- Kommunikationsschnittstelle 2, 24, 79
- Konfigurieren 3, 41, 100f.
- Konformität 43f., 48f.
- Konzentrator 37
- LAN 35, 37, 39, 62
- Leitebene 23, 29f., 60, 67, 77
- Leitrechner 2, 63, 67, 80
- Leitungsmultiplexsystem 2
- Leitwarte 7, 9, 97, 100, 102f.
- LON (LONTALK, LONMARK) 36, 45, 50f.
- Managementebene 23, 30
- Master-Slave 35f.
- Matrixpunkt 48
- Meldetext 48
- Meßwert 25
- MOD-Bus 58
- MSR-Technik 10
- München (Franz-Josef-Strauß-Flughafen) .. 61
- München (Stadt) 48, 50
- Multiplexer 37
- Multitasking (-fähigkeit) 13
- M-Bus 58, 79
- Netzstruktur 34
- Netzzugangsgerät (NZG) 47
- Notbedienebene 65
- Nutzeradresse 82
- ODBC 31, 63
- Offene Kommunikation 40
- Offenes System 40, 62
- OLE (Object Linking and Embedding) 62
- OSI (-Modell) 38-40
- OSI-Layer 38f.
- Parametrieren 3, 7, 41, 65
- Pay-back-Rechnung (Pay-off-,
 Amortisationsrechnung) 91f.
- Peer-Netzwerk 27
- Pflichtenheft 71, 83f.
- PID (-Regler) 11f.
- Polling 36
- Profil 40, 51-53
- Programmspeicher (RAM etc.) 13
- Protokollumsetzung 26
- Prozeßabbild 46, 64
- Prozeßleitsystem 33
- Prozeßvisualisierung 26, 59, 63, 80
- PROFIBUS 5, 52-57
- Punkt-zu-Punkt Verbindung 2, 56

P-NET	58	Stromversorgung	66
Preisgleitklausel	83f.	Stützbetrieb	28
Raumbedarf	66f.	Subnetz	37
Reaktionszeit	32, 64	Subsystem	47
Regler	11-15	Switch	37
Remote Bridge	37	TCP/IP	39
Repeater	37	Technisierungsgrad	72-74
Ring (-struktur)	35, 47, 52	Token-Verfahren	35
RLT (Raumluftechnik)	27, 75f.	Topologie (Netz-)	34
Router	37	Transceiver	37
Sammeladrefpunkt	48	Tunneling	43, 105
Schaltschrank	66f.	Ulm (Universität)	49
Segment	37	Unix	37
Segregation	101	Unterstation	2f., 40, 79
Sensor	24, 53-55, 57f.	Verkabelung	2, 34-37, 66
SINEC H1	59	Virtueller Datenpunkt	37
Slave	35	VVS (Variables Volumenstrom System) ...	43
Software-Lizenz	84	Wartung	100, 103
Software-Wartung	103	Wartungsmeldung	26
Spitzenlast (-optimierung)	28f., 77, 80	Windows	37
Sprechverbindung	33, 76, 79	Zählwert	25
SPS (Speicherprogramm. Steuerg.)	33	Zeitmultiplex	2
SQL (Structured Query Language)	31	Zeitprogramm	27, 101
SSA (Standard-Schnittstellenadapter)	47	Zertifizierung	49
Stand-Alone-System	27	ZLT (Zentrale Leittechnik)	1
Stern (-struktur, -koppler)	34, 37, 47	Zugriffsrechte	83, 101
Steuerung	11	Zugriffsverfahren	35
Steuerungsaufgaben	27	Zürich (UBS)	46
Störmeldeanlage, -system	10, 69		
Störmeldung	26, 100		

ANHANG

A	Normen und Technische Regeln	A 3
B	Anbieteradressen Gebäudeautomation	A 11
C	Nutzerorganisationen	A 21
D	HIS-Erhebungsbogen zur Gebäudeautomation	A 25
E	Erläuterung zur Technischen Ausstattung (Technisierungsgrad, Installationsgrad)	A 31
F	Datenpunktmengen zur GLT-Aufschaltung (Beispiele)	A 35
G	Informationslisten nach VDI 3814 (Beispiel)	A 67

A Normen und Technische Regeln

Publikationen

AMEV-Schriften:

BMA:	Brandmeldeanlagen
Instandhaltung 90:	Vertragsmuster für Instandhaltung (Wartung, Inspektion, Instandsetzung)
Instand GMA 94:	Vertragsmuster für Instandhaltung (Wartung, Inspektion, Instandsetzung) von Gefahrenmeldeanlagen (Brand, Einbruch, Überfall und Geländeüberwachung)
Wartung 85:	Vertragsmuster für Wartung, Inspektion und damit verbundene kleine Instandsetzungsarbeiten von technischen Anlagen und Einrichtungen in öffentlichen Gebäuden
FND 1988:	Planung und Ausführung von firmenneutralen Datenübertragungssystemen in öffentlichen Gebäuden und Liegenschaften (FND)
	Teil 1: FND-Spezifikation
	Teile 2 und 3: Handbuch für die Erstellung von Ausschreibungsunterlagen und die Bewertung firmenneutraler Datenübertragungssysteme
	Teil 4: FND-Konformitätssicherung
	Teil 5: FND-Konformitätstest, Testhandbuch
FND 1996:	Erweiterungen zum Teil 1: FND-Spezifikation Version 2.0

ASHRAE Standard 135-1995

BACnet - A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks

CEN TC 205 Home Building and Electronic System

CEN TC 247 Controls for Mechanical Building Services

DIN 18386, Ausgabe:1996-06

VOB Verdingungsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV); Gebäudeautomation

DIN 19226-6, Ausgabe:1997-09

Leittechnik - Regelungstechnik und Steuerungstechnik - Teil 6: Begriffe zu Funktions- und Baueinheiten

DIN 19245 Beiblatt 1, Ausgabe:1993-05

Messen, Steuern, Regeln; PROFIBUS; Process Field Bus

DIN 19245-4 (Norm-Entwurf), Ausgabe:1996-06

Messen, Steuern, Regeln - PROFIBUS - Teil 4: Process Field Bus; Physical Layer (Bitübertragungsschicht) und Data Link Layer (Datensicherungsschicht) für die Prozeßautomatisierung

DIN 31051, Ausgabe:1985-01

Instandhaltung; Begriffe und Maßnahmen

DIN EN 45508 (Norm-Entwurf), Ausgabe:1995-02

Bestellrichtlinien - Leittechnik - Feldeinrichtungen; Deutsche Fassung prEN 45508:1994

DIN EN 45509 (Norm-Entwurf), Ausgabe:1995-02

Bestellrichtlinien - Leittechnik - Zentrale Einrichtungen; Deutsche Fassung prEN 45509:1994

DIN EN 45514 (Norm-Entwurf), Ausgabe:1995-02

Bestellrichtlinien - Leittechnik - Bedien- und Beobachtungseinrichtungen; Deutsche Fassung prEN 45514:1994

DIN EN 50090-1 (Norm-Entwurf), Ausgabe:1991-06

Haus-Elektronik-System, HES; Teil 1: Aufbau der Norm; Deutsche Fassung prEN 50090-1:1990

DIN EN 50090-2-1, Ausgabe:1994-11

Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) - Teil 2-1: Systemübersicht; Architektur; Deutsche Fassung EN 50090-2-1:1994

DIN EN 50090-2-2, Ausgabe:1997-06

Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) - Teil 2-2: Systemübersicht; Allgemeine technische Anforderungen; Deutsche Fassung EN 50090-2-2:1996 + Corrigendum 1997

DIN EN 50090-3-1, Ausgabe:1995-04

Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) - Teil 3-1: Anwendungsaspekte; Einführung in die Anwendungsstruktur; Deutsche Fassung EN 50090-3-1:1994

- DIN EN 50090-3-2, Ausgabe:1996-05
Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) - Teil 3-2: Anwendungsaspekte; Anwendungsprozeß Klasse 1; Deutsche Fassung EN 50090-3-2:1995
- DIN EN 50090-8 (Norm-Entwurf), Ausgabe:1998-01
Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG) - Teil 8: Konformitätsbeurteilung von Produkten; Deutsche Fassung prEN 50090-8:1997
- DIN EN 50170/1, Ausgabe:1997-07
Universelles Feldkommunikationssystem; Englische Fassung EN 50170:1996 Band 1/3 P-NET
- DIN EN 50170/2, Ausgabe:1997-07
Universelles Feldkommunikationssystem; Englische Fassung EN 50170:1996 Band 2/3 PROFIBUS
- DIN EN 50170/3, Ausgabe:1997-07
Universelles Feldkommunikationssystem; Englische Fassung EN 50170:1996 Band 3/3 WorldFIP
- DIN EN 50170/A1 (Norm-Entwurf), Ausgabe:1997-07
Universelles Feldkommunikationssystem; Englische Fassung EN 50170/A1:1997
- DIN EN 61069-1, Ausgabe:1994-08
Leittechnik für industrielle Prozesse - Ermittlung der Systemeigenschaften zum Zweck der Eignungsbeurteilung eines Systems - Teil 1: Allgemeine Überlegungen und Methodik (IEC 61069-1:1991); Deutsche Fassung EN 61069-1:1993
- DIN EN 61069-3, Ausgabe:1997-03
Leittechnik für industrielle Prozesse - Ermittlung der Systemeigenschaften zum Zweck der Eignungsbeurteilung eines Systems - Teil 3: Eignungsbeurteilung der Systemfunktionalität (IEC 61069-3:1996); Deutsche Fassung EN 61069-3:1996
- DIN EN 61069-5, Ausgabe:1995-09
Leittechnik für industrielle Prozesse - Ermittlung der Systemeigenschaften zum Zweck der Eignungsbeurteilung eines Systems - Teil 5: Eignungsbeurteilung der Systemverläßlichkeit (IEC 61069-5:1994); Deutsche Fassung EN 61069-5:1995
- DIN EN 61334-4, Ausgabe: 1997-09
Verteilungsautomatisierung mit Hilfe von Trägersystemen auf Verteilungsleitungen - Teil 4: Datenkommunikationsprotokolle; Hauptabschnitt 32: Sicherungsschicht; Steuerung logischer Verbindungen (LLC) (IEC 61334-4-32:1996); Deutsche Fassung EN 61334-4-32:1996
- DIN EN 61334-4-41, Ausgabe:1997-09
Verteilungsautomatisierung mit Hilfe von Trägersystemen auf Verteilungsleitungen - Teil 4: Datenkommunikationsprotokolle; Hauptabschnitt 41: Anwendungsprotokolle; Verteilungsleitungs-Nachrichtenspezifikation (IEC 61334-4-41:1996); Deutsche Fassung EN 61334-4-41:1996
- DIN EN 61334-4-42, Ausgabe:1997-09
Verteilungsautomatisierung mit Hilfe von Trägersystemen auf Verteilungsleitungen - Teil 4: Datenkommunikationsprotokolle; Hauptabschnitt 42: Anwendungsprotokolle; Anwendungsschicht (IEC 61334-4-42:1996); Deutsche Fassung EN 61334-4-42:1996
- DIN IEC 65A/178/CD (Norm-Entwurf), Ausgabe:1996-01
Leittechnik für industrielle Prozesse - Ermittlung der Systemeigenschaften zum Zweck der Eignungsbeurteilung eines Systems - Teil 4: Eignungsbeurteilung des System-Betriebsverhaltens (IEC 65A/178/CD:1995)
- DIN IEC 65A/199/CD (Norm-Entwurf), Ausgabe:1996-11
Leittechnik für industrielle Prozesse - Ermittlung der Systemeigenschaften zum Zweck der Eignungsbeurteilung eines Systems - Teil 6: Eignungsbeurteilung der Systembedienbarkeit (IEC 65A/199/CD:1996)
- DIN IEC 65A/218/CD (Norm-Entwurf), Ausgabe:1997-06
Leittechnik für Industrielle Prozesse - Ermittlung der Systemeigenschaften zum Zweck der Eignungsbeurteilung eines Systems - Teil 8: Eignungsbeurteilung von Systemeigenschaften, die nicht aufgabengebunden sind (IEC 65A/218/CD:1996)
- DIN IEC 65A/222/CD (Norm-Entwurf), Ausgabe:1997-06
Leittechnik für industrielle Prozesse - Ermittlung der Systemeigenschaften zum Zweck der Eignungsbeurteilung eines Systems - Teil 7: Eignungsbeurteilung der Systemsicherheit (IEC 65A/222/CD:1996)
- DIN IEC 65C/177/CDV (Norm-Entwurf), Ausgabe:1997-07
Feldbus für industrielle Leitsysteme - Teil 1: Einführungsleitfaden (IEC 65C/177/CDV:1997)

- DIN V 19249 (Vornorm), Ausgabe:1994-10
Leittechnik - Sicherheit von nichtelektrisch betriebenen Geräten, Einrichtungen und Systemen und nichtelektrischen Geräteteilen von elektrisch betriebenen Geräten - Allgemeine Anforderungen
- DIN V 19250 (Vornorm), Ausgabe:1994-05
Leittechnik; Grundlegende Sicherheitsbetrachtungen für MSR-Schutzeinrichtungen
- DIN V 19251 (Vornorm), Ausgabe:1995-02
Leittechnik - MSR-Schutzeinrichtungen - Anforderungen und Maßnahmen zur gesicherten Funktion
- DIN V 32734 (Vornorm), Ausgabe:1992-04
Digitale Automation für die Technische Gebäudeausrüstung; Allgemeine Anforderungen für die Planung und Ausführung (Digitale Gebäudeautomation)
- DIN V 32735 – siehe DIN EN V 1805-2
- DIN V ENV 1805-2 (Vornorm), Ausgabe:1995-09 – Ersetzt DIN V 32735
Datenübertragungsprotokoll für die HLK-Gebäudeleittechnik - Managementebene - Teil 2: Firmenneutrales Datenübertragungsprotokoll (FND); Deutsche Fassung ENV 1805-2:1995
- FKGB-Empfehlungen:
Betreiben haustechnischer Anlagen – Planerische und technische Maßnahmen zur Optimierung (August 1996)
Geräteausstattung zur Energie- und Medienefassung (September 1993)
Lokale Datennetze (März 1993)
- GAEB LB 071 Standardleistungsbuch (StLB) Gebäudeautomation, Ausgabe: voraussichtlich Ende 1998
Automationseinrichtungen für Anlagen und Räume, Hardware und Funktionen
- GAEB LB 072 Standardleistungsbuch (StLB) Gebäudeautomation, Ausgabe: Nov. 1996
Schaltschränke, Feldgeräte, Verbindungen
- VDI 3814 Blatt 1 (Technische Regel), Ausgabe:1990-06
Gebäudeleittechnik (GLT); Strukturen, Begriffe, Funktionen
- VDI 3814 Blatt 2 (Technische Regel), Ausgabe:1995-10
Gebäudeautomation (GA) - Schnittstellen in Planung und Ausführung
- VDI 3814 Blatt 3 (Technische Regel), Ausgabe:1997-06
Gebäudeautomation - Hinweise für das Betreiben
- VDI 3814 Blatt 4 (Technische Regel), Ausgabe:1986-06
Zentrale Leittechnik für betriebstechnische Anlagen in Gebäuden (ZLT-G); Ausrüstung der BTA zum Anschluß an die ZLT-G
- VDI/DE 3546 Blatt 1 (Technische Regel), Ausgabe:1987-08
Konstruktive Gestaltung von Prozeßleitwarten; Allgemeiner Teil
- VDMA 24196
Gebäudemanagement

B Anbieteradressen Gebäudeautomation

Die folgende Anbieterübersicht basiert auf HIS vorliegenden Informationen. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Dem Anwender wird empfohlen, aktuelle Informationen bzw. Angebote direkt bei den jeweiligen Anbietern abzufragen. Fast alle Firmen sind auch im Internet präsent.

HIS ist daran interessiert, diese Übersicht fortlaufend zu aktualisieren und bittet daher um die Mitteilung von Veränderungen oder Ergänzungen.

AEG

siehe unter Cegeleg AEG

ABB Gebäudeautomation GmbHWallstadter Str. 59
68526 Ladenburg**Produkte:****Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 06203 – 71 – 2490

Fax: 06203 – 71 – 2302

Internet: http://www.abb.de/de/profil/seg_geb.htm

DDC-Controller, Einzelraumregler, Feldgeräte, Gebäudesystemtechnik, GLT-Bediensystem, SPS

MS-Windows, Unix

EIB

AGEKO Leitsystem-Technik GmbHZum Kaiserbusch 1
48165 Münster**Produkte:****Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 0251 – 614055

Fax: 0251 – 624611

Internet: <http://www.control-systems.com>

Control Systems international (CSI): DDC-Controller, Feldgeräte, GLT-Bediensystem, Schnittstellen, Zutrittskontrollsystem

MS-Windows

Bacnet, EIB, FND (2.0), LON

Andover Controls GmbHAm Seerhein 8
78467 Konstanz**Produkte:****Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 07531 – 9937 – 0

Fax: 07531 – 9937 – 10

Internet: <http://www.andovercontrols.com>

DDC-Controller, GLT-Bediensystem, Zutrittskontrollsystem

MS-Windows, OS/2

u. a. Bacnet, EIB, FND (2.0), LON (Lonmark), M-Bus, Modbus

Berg GmbHBreslauer Str. 40
82149 Gröbenzell/München**Produkte:****Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 08142 – 5944 – 0

Fax: 08142 – 5533

Internet:

Netzüberwachung (Energie), Energiezähler

EIB, LON

Busch-Jaeger Elektro GmbHFreisenbergstraße 2
58513 Lüdenscheid**Produkte:****Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 02351 – 956 – 0

Fax: 02351 – 956 – 694

Internet: <http://www.busch-jaeger.de>

Bediensystem, Gebäudesystemtechnik

EIB

Caradon Trend GmbHFrankfurter Str. 168-176
63263 Neu-Isenburg**Produkte:****Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 06102 – 7772-50

Fax: 06102 – 7772-77

Internet: <http://www.trend-controls.com>

DDC-Controller, GLT-Bediensystem, Feldgeräte

MS-Windows

Batibus, LON (Lonmark)

Cegelec AEG Anlagen- und Automatisierungstechnik GmbHInfrastruktur und Technische
Dienste Frankfurt
Goldsteinstrasse 238
60528 Frankfurt**Produkte:****Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Die Firma Cegelec hat die Aktivitäten der ehem. AEG im Bereich Gebäudeautomation übernommen.

Telefon: 069 – 6699 – 235

Fax: 069 – 6699 – 373

Internet: <http://www.cegelec-aeg-aat.de/>

GLT-Bediensystem

MS-Windows

u. a. Interbus S, Profibus, LON

Centra-Bürkle GmbH

Böblinger Str. 17
71101 Schönaich

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 07031 – 637 – 01

Fax: 07031 – 637 – 493

Internet: siehe unter Honeywell

DDC-Controller, Einzelraumregelung, Feldgeräte, Gebäudesystem-technik

Colt International GmbH

Electronic-Control-Division
Briener Straße 186
47533 Kleve

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 02821 – 990 – 0

Fax: 02821 – 990 – 204

Internet: <http://www.coltgroup.com>

DDC-Controller, GLT-Bediensystem, Schnittstellen

MS-Windows, OS/2

Bitbus, CAN, EIB

CSI Control Systems International

siehe unter AGEKO

Danfoss Antriebs- und Regeltechnik GmbH

Carl Legienstr. 8
Zum Lonnenhohl 5
63073 Offenbach/Main

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 069 – 8902 – 0

Fax: 069 – 8902 – 319

Internet: <http://www.danfoss-sc.de>

Feldgeräte, Regler

Profibus

E. Dold & Söhne KG

Bregstr. 18
78120 Furtwangen

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 07723 – 654 – 0

Fax: 07723 – 654 – 356

Internet: <http://www.dold.com>

DDC-Controller, SPS, Störmeldesystem

MS-Windows

EES Elektra Elektronik GmbH & Co.**Störcontroller KG**

Hummelbühl 7–9
71502 Backnang

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 07191 – 182 – 0

Fax: 07191 – 182 – 200

Störmeldesystem

elform Licht-Meß-Regeltechnik**GmbH & Co KG**

Spenglerstr. 4
23556 Lübeck

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 0451 – 89 – 8861

Fax: 0451 – 89 – 4023

Internet: <http://www.elform.de>

Beleuchtungssteuerung

LON (Lonmark)

ELIN EBG Elektrotechnik

Penzinger Str. 76
A-1141 Wien

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 0043 – 1 – 89990 – 2367

Fax: 0043 – 1 – 89990 – 3374

Internet: <http://www.elinebg.at>

Bediensystem, Prozeßvisualisierung, SPS

MS-Windows

CAN (Devicenet)

Endress + Hauser**Meßtechnik GmbH + Co.**

Colmarer Str. 6
79576 Weil am Rhein

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 07621 – 975 – 01
Fax: 07621 – 975 – 747
Internet: <http://www.endress.com>
Feldgeräte, Prozeßvisualisierung
MS-Windows
FIP, Interbus-S, Modbus, Profibus

GEA Happel Klimatechnik GmbH

Zum Lonnenhohl 5
44319 Dortmund

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 02325 – 468 – 00
Fax: 02325 – 468 – 222
Internet: <http://www.gea-happel.de>
DDC-Controller

Profibus

Gebäude Automatisierung GmbH

Alt Wickeder Hellweg 193
44319 Dortmund

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 0231 – 9271 – 160
Fax: 0231 – 9271 – 1650
Internet:
DDC-Controller, GLT-Bediensystem
MS-Windows
EIB, LON

**Gefasoft Automatisierung und
Software GmbH**

Landshuter Allee 94
80637 München

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 089 – 123 – 8163
Fax: 089 – 123 – 6469
Internet: <http://www.gefasoft.de>
Bediensystem, Prozeßvisualisierung (GraphPic)
MS-Windows

G.T.I. mbH

Georg-Mayr-Str. 9
97828 Marktheidenfeld

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 09391 – 9896 – 22
Fax: 09391 – 9896 – 29
Internet: <http://www.gti.de>
Bediensystem, Prozeßvisualisierung (Procon Win)
MS-Windows

**GFR – Gesellschaft für Regelungstechnik und
Energieeinsparung m.b.H.**

Kapellenweg 42
33415 Verl

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 05246 – 962 – 0
Fax: 05246 – 962 – 199
Internet: <http://www.gfr.de>
DDC-Controller, GLT-Bediensystem
MS-Windows
EIB, LON, Profibus

Hager Electro GmbH

Zum Gunterstal
66440 Blieskastel

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 06842 – 945 – 0
Fax: 06842 – 945 – 444
Internet: <http://www.hager.de>
Gebäudesystemtechnik, Bediensystem
MS-Windows
EIB

Hartmann & Braun GmbH & Co. KG

Industriestr. 28
65760 Eschborn

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 06196 – 800 – 0
Fax: 06196 – 800 – 1119
Internet: <http://www.hub.de>
Prozeßleittechnik
MS-Windows, Unix
Profibus

Hengstler GmbH

Umlandstraße 49
78554 Aldingen

Produkte:

Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 07424 – 89 – 0

Fax: 07424 – 89 – 500

Internet: <http://www.hengstler.de>

DDC-Regler, Feldgeräte, Zutrittskontrollsysteme
MS-Windows

Hitex-Systementwicklung GmbH

Greschbachstr. 12
76229 Karlsruhe

Produkte:

Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 0721 – 9628 – 240

Fax: 0721 – 9628 – 132

Internet: <http://www.inno.de>

Bediensystem, Prozeßvisualisierung (Procon)
MS-Windows

Honeywell AG

Kaiserleistr 39
63067 Offenbach

Produkte:

Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 069 – 8064 – 0

Fax: 069 – 8186 – 20

Internet: <http://www.honeywell.de>

Brandmeldetechnik, DDC-Controller, Einzelraumregler, Feldgeräte,
GLT-Bediensystem, Planungstool (CARE), SPS, Zutrittskontrollsystem

MS-Windows, Unix

Bacnet, EIB, FACN, FND, LON (Lonmark), M-Bus, Profibus

Iconics Europe B. V.

Vertrieb: M-TEC
Im Heidkampe 36
30659 Hannover

Produkte:

Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 0511 – 904 – 9011

Fax: 0511 – 904 – 9090

Internet: <http://www.iconics.com>

Bediensystem, Prozeßvisualisierung (Genesis)
MS-Windows

Ingenieurgesellschaft für Gebäudeautomation**INGA**

Wehler Weg 14
31785 Hameln

Produkte:

Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 05151 – 94510

Fax: 05151 – 21202

Internet: <http://www.inga-hameln.de>

GLT-Bediensystem, Schnittstellen

MS-Windows

INNOTECH Microelectronic GmbH

Jöbkesweg 3
48599 Gronau

Produkte:

Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 02562 – 709 – 400

Fax: 02562 – 709 – 401

Internet: <http://www.inno.de>

Bediensystem, Prozeßvisualisierung (INVISU)

MS-Windows

u. a. EIB, Interbus-S, Modbus, Profibus

INOSOFT GmbH

Bünder Str. 82–86
32051 Herford

Produkte:

Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 05221 – 1666 – 02

Fax: 05221 – 1666 – 50

Internet: <http://www.inosoft.com>

Bediensystem, Prozeßvisualisierung (VisiWin)

MS-Windows

Issendorff Mikroelektronik GmbH

Wellweg 93
31157 Sarstedt

Produkte:

Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 05066 – 998 – 0

Fax: 05066 – 998 – 99

Internet: <http://www.issendorff.com>

Beleuchtungssteuerung, Einzelraumregler, GLT-Bediensystem

MS-Windows

EIB

Johnson Controls

JCI Regelungstechnik GmbH
Westendhof 8
45143 Essen
Produkte:
Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 0201 – 2400 – 200
Fax: 0201 – 2400 – 205
Internet: <http://www.johnsoncontrols.com>
DDC-Controller, Einzelraumregler, Feldgeräte, GLT-Bediensystem
MS-Windows, Unix
Bacnet, EIB, FACN, FND, LON, M-Bus, Profibus

Karstaedt microelectronic
Berlinickestr. 11
12165 Berlin
Produkte:
Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 030 – 7914095
Fax: 030 – 7927797
Internet:
GLT-Bediensystem
MS-Windows, Unix
FND (2.0)

Kieback & Peter GmbH & Co KG
Tempelhofer Weg 50
12347 Berlin
Produkte:
Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 030 – 60095 – 0
Fax: 030 – 60095 – 164
Internet: <http://www.kieback-peter.com>
DDC-Controller, Einzelraumregler, Feldgeräte, GLT-Bediensystem
QNX
CAN-Bus, EIB, FND (2.0), LON, M-Bus

Klößner Moeller GmbH
Hein-Moeller-Str. 7-11
53115 Bonn
Produkte:
Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 0228 – 602 – 0
Telefon: 0228 – 602 – 275
Internet: <http://www.moeller.net/index.htm>
SPS, Feldgeräte

ASI, Interbus-S, Profibus

Landis & Gyr

Landis & Gyr wurde mit Staefa zusammengeführt, jetzt Landis & Staefa

Landis & Staefa Deutschland GmbH
Friesstraße 20-24
D-60388 Frankfurt
Produkte:
Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 069 – 4002 – 0
Fax: 069 – 4002 – 1590
Internet: <http://www.landisstaefa.de/>
DDC-Controller, Einzelraumregler, Feldgeräte, GLT-Bediensystem
MS-Windows, OS/2
Bacnet, FACN, FND, LON, Profibus (GA-Profil)

Littwin GmbH-Nachrichtentechnik
Am Strehl 153-155
26125 Oldenburg
Produkte:
Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 0441 – 96099 – 0
Fax: 0441 – 96099 – 50
Fernwirk- und Fernüberwachungssysteme, Mosaik-Leuchtschaubilder
LON

Gebrüder Merten GmbH & Co. KG
Postfach 10 06 53
51606 Gummersbach
Produkte:
Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 02261 – 702 – 01
Fax: 02261 – 702 – 284
Internet: <http://www.merten.de>
Gebäudesystemtechnik
EIB

MERVA SOFT
Mervi Vaarala
Holzstr. 33
65197 Wiesbaden
Produkte:
Betriebssystem:
System-Schnittstellen:

Telefon: 0611 – 18361 – 0
Fax: 0611 – 18361 – 666
Internet: <http://www.mervasoft.de>
Planungstool (TRIC)
MS-Windows

MESSNER Technik GmbH

Höchstadter Str. 33
91325 Adelsdorf

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 09195 – 88 – 0

Fax: 09195 – 88 – 190

Internet: <http://www.messner.de>

DDC-Contoller, Einzelraumregler, GLT-Bediensystem

OS/2

EIB, Modbus

Murr Elektronik GmbH

Falkenstr. 3
71570 Oppenweiler

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 07191 – 47 – 0

Fax: 07191 – 47 – 130

Internet: <http://www.Murrelektronik.de>

DDC-Contoller, SPS

CAN, Interbus-S, Profibus

National Instruments

Konrad-Celtis-Str. 79
81369 München

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 089 – 714 – 3130

Fax: 089 – 714 – 6035

Internet: <http://www.natinst.com>

Bediensystem, Prozeßvisualisierung (BridgeVIEW, Lookout)

MS-Windows

Neuberger Gebäudeautomation**GmbH & Co**

Beim Kaiserweg 6
91541 Rothenburg ob der Tauber

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 09861 – 402 – 0

Fax: 09861 – 402 – 444

Internet:

Bediensystem, DDC-Controller, Einzelraumregelung

MS-Windows

Profibus

Klaus Pötter**Ingenieurgesellschaft mbH**

Rohrstraße 11
58093 Hagen

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 02331 – 9557 – 50

Fax: 02331 – 9557 – 92

Internet:

DDC-Controller, Gebäudesystemtechnik, Lichtmanagement-System,

Störmeldesystem, Bediensystem

MS-Windows

ROM Gebäudeautomation

Tilsiter Str. 162
22047 Hamburg

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 040 – 6949 – 2405

Fax: 040 – 6949 – 2620

Internet: <http://www.rom.de>

DDC-Controller

Profibus

SAIA-Burgess Electronics**GmbH & Co. (Germany) KG**

Daimlerstraße 1
63303 Dreieich

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 06103 – 8906 – 0

Fax: 06103 – 8906 – 0

Internet: <http://www.saia-burgess.de>

DDC-Controller, Einzelraumregler, GLT-Bediensystem, SPS

MS-Windows

EIB, LON, M-Bus, Profibus (GA-Profil)

Samson AG

Mess- und Regeltechnik
Weismüllerstraße 3
60314 Frankfurt am Main

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 069 – 400 – 90

Fax: 069 – 400 – 9507

Internet: <http://www.samson.de>

DDC-Controller, Feldgeräte, GLT-Bediensystem

MS-Windows

LON, Profibus

Sauter-Cumulus GmbH

Hans-Bunte-Str. 15
79108 Freiburg

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 0761 – 5105 – 217

Fax: 0761 – 5105 – 252

Internet: <http://www.sauter-cumulus.de/>

DDC-Controller, Einzelraumregler, Feldgeräte, GLT-Bediensystem

MS-Windows

FND

Schneider Electric GmbH

Gothaer Straße 29
40880 Ratingen

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 02102 – 404 – 0

Fax: 02102 – 404 – 256

Internet: <http://www.schneiderelectric.de>

Telemecanique (außerdem Merlin Gerin, Modicon, Square D):

DDC-Controller, Feldgeräte, GLT-Bediensystem, SPS

MS-Windows

ASI, Modbus

Selectron System GmbH

Schupferstrasse 1
90482 Nürnberg

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 0911 – 95089 – 0

Fax: 0911 – 95089 – 30

Internet: <http://www.selectron.ch>

DDC-Controller, GLT-Bediensystem, SPS

MS-Windows

Bitbus, CAN

Dr. Seufert GmbH

An der Roßweid 5
76229 Karlsruhe

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 0721 – 6201 – 0

Fax: 0721 – 6201 – 150

Internet: <http://www.seufert.com>

Bediensystem, Prozeßvisualisierung (DYNAVIS)

MS-Windows

–

Siemens AG

Bereich Anlagenbau und Technische Dienstleistungen

Gebäudetechnik ATD GT

Postfach 32 40

91050 Erlangen

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 09131 –74 – 3171

Fax: 09131 –74 – 3179

Internet: <http://www.atd.siemens.de/building-systems/>

DDC-Controller, Einzelraumregler, Feldgerät, Gebäudesystemtechnik,

Gefahrenmeldesysteme, GLT-Bediensystem, Netzleitsysteme, Pro-

zeßleitsysteme, SPS, Zugangskontrollsystem

MS-Windows, Unix

ASI, EIB, FACN, FND, Profibus

**STEINHOFF Automations- &
Feldbus-Systeme**

Postfach 228

65601 Elz

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 06431 – 529366

Fax: 06431 – 57454

Internet: <http://www.steinhoff.de>

Bediensystem, Schnittstellen-Produkte

QNX

ASI, CAN, Interbus-S, LON, Profibus

Staefa

siehe unter Landis & Staefa

SysMik GmbH Dresden

Bertolt-Brecht-Allee 24

01309 Dresden

Produkte:**Betriebssystem (Leitebene):****System-Schnittstellen:**

Telefon: 0351 – 43358 – 0

Fax: 0351 – 43358 – 29

Internet: <http://www.sysmik.de>

Feldgeräte, Netzwerkkomponenten, Schnittstellen-Produkte, Prozeß-

visualisierung

MS-Windows

LON (Lonmark)

Tektra Regelungstechnik GmbH
Möllneyer Ufer 17
45257 Essen
Produkte:
Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 0201 – 48611 – 0
Fax: 0201 – 48611 – 11
Internet:
DDC-Controller, GLT-Bediensystem

Telemecanique

siehe unter Schneider Electric

Tour & Andersson
TAC GmbH Control Systems
Essener Straße 5
46047 Oberhausen
Produkte:
Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 0208 – 82486 – 0
Fax: 0208 – 82486 – 10
Internet: <http://www.tacontrol.com>
DDC-Controller, Einzelraumregelung, Feldgeräte, GLT-Bediensystem
MS-Windows
LON (Lonmark)

Trox
Gebrüder Trox GmbH
Heinrich-Trox-Platz
47506 Neukirchen-Vluyn
Produkte:
Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 02845 – 202 – 0
Fax: 02845 – 202 – 265
Internet:
DDC-Controller

ViDec
Fedelhöfen 80
28203 Bremen
Produkte:
Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 0421 – 33950 – 0
Fax: 0421 – 3379561
Internet: <http://www.videc.de>
Bediensystem, Prozeßvisualisierung (Intellution FIX)
MS-Windows

WIKON Kommunikationstechnik GmbH
Opelstr. 10
67661 Kaiserslautern
Produkte:
Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen

Telefon: 06301 – 7111 – 0
Fax: 06301 – 7111 – 99
Internet:
Fernwirkssystem, Bediensystem
MS-Windows

Wonderware Deutschland GmbH
Dingolfinger Str. 4
81673 München
Produkte:
Betriebssystem (Leitebene):
System-Schnittstellen:

Telefon: 089 – 450558 – 0
Fax: 089 – 450558 – 222
Internet: <http://www.wonderware.de>
Bediensystem, Prozeßvisualisierung (FactorySuite, INTOUCH)
MS-Windows
u. a. CAN (Devicenet), Interbus-S, Profibus

C Nutzerorganisationen

ASI: AS-International Association

Auf dem Broich 4a
51519 Odenthal

Telefon: 02174 – 40756
Fax: 02174 – 41571
Internet: <http://www.as-interface.com>

BACnet: ASHRAE

1791 Tullie Circle, N.E.
USA - Atlanta, GA 30329

Telefon: 001- 404 – 636 – 8400
Fax: 001- 404 – 636 – 5478
Internet: <http://www.ashrae.org>

BITBUS: BITBUS European Users Group (BEUG)

Fürstenbergallee 22
76532 BADEN-BADEN

Telefon:
Fax: 07221 – 1819 – 76
Internet: <http://www.cimsi.cim.ch/beug>

CAN: CAN in Automation e. V. (CIA)

Am Weichselgarten 26
91058 Erlangen

Telefon: 0931 – 609086 – 0
Fax: 0931 – 69086 – 79
Internet: <http://www.can-cia.de>

DIN Meßbus: Anwendervereinigung "DIN-Meßbus" e. V. (ADM)

Institut für Grundlagen der Elektrotechnik
und Meßtechnik
Apfelstr. 9a
30167 Hannover

Telefon: 0511 – 762 – 4673
Fax: 0511 – 762 – 3917
Internet: <http://www.measurement-bus.de>

EIB: EIBA Deutschland

Sekretariat c/o ZVEI e. V.
Stresemannallee 19
60596 Frankfurt am Main

Telefon: 069 – 6302 – 296
Fax: 069 – 6302 – 383
Internet: <http://www.eiba.org>

Fieldbus Foundation

Internet: <http://www.fieldbus.com>

FIP: WorldFIP

Internet: <http://www.worldfip.org>

FND: AMEV Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen.

Informationen zum Firmenneutralen Datenübertragungssystem (FND) bei:

Oberfinanzdirektion Stuttgart
Rotebühlplatz 30
70173 Stuttgart
Prüfung der FND 1.0 Konformität:
DIN CERTKO (ehem. DGWK)
Burggrafenstraße 4–10
10787 Berlin

Telefon: 0711 – 6608 – 3521
Fax: 0711 – 6608 – 3700
Internet: <http://www.amev.belwue.de/fnd>

INTERBUS-S: INTERBUS Club e. V. Deutschland

Postfach 1108
32817 Blomberg

Telefon: 05235 – 3421 – 00
Fax: 05235 – 3412 – 34
Internet: <http://www.interbusclub.com>

LON Nutzer Organisation (LNO) e. V.

Junkerstr. 77
52064 Aachen

Telefon: 0241 – 88970 – 0
Fax: 0241 – 88970 – 42
Internet: <http://www.lno.de>

LONMARK: LonMark Interoperability Association

4015 Miranda Avenue
USA - Palo Alto, CA 94304

Telefon: 001 – 650 – 855 – 7466
Fax: 001 – 650 – 855 – 4971
Internet: <http://www.lonmark.org>

M-Bus: M-Bus Usergroup

Fachbereich Physik
Universität-GH Paderborn
Warburgstr. 100
33098 Paderborn

Telefon: 05251 – 60 – 2735
Fax:
Internet: [http://fb6www.uni-paderborn.de/
M-Bus](http://fb6www.uni-paderborn.de/M-Bus)

P-NET: International P-NET User Organisation (PNUO)

P.O. Box 192
DK-8600 Silkeborg
Kontakt Deutschland:
Prof. Dr.-Ing. Jörg Böttcher
Deggendorf

Telefon: 0045 – 87 – 200 – 396
Fax: 0045 – 87 – 200 – 397
Internet: <http://www.P-NET.dk>
Telefon: 0991 – 340 – 897
Fax: 0991 – 340 – 447

PROFIBUS Nutzerorganisation (PNO) e. V.

Haid-und-Neu-Str. 7
76131 Karlsruhe

Telefon: 0721 – 9658 – 590
Fax: 0721 – 9658 – 589
Internet: <http://www.profibus.com/>

D HIS-Erhebungsbogen zur Gebäudeautomation

Im Sommer 1997 hat HIS eine Befragung von ca. 220 Hochschulen (Fachhochschulen, Medizinische Einrichtungen, Pädagogische Hochschulen und Universitäten) durchgeführt. Die Befragung bestand aus zwei Teilen, wovon der erste Teil (Gebäudeautomation) mit in diese HIS-Planungshilfe zur Gebäudeautomation eingeflossen ist. Der zweite Teil (hier nicht vorgestellt) hatte die DV-Ausstattung der Technischen Abteilungen zum Inhalt.

GEBÄUDEAUTOMATION UND EDV-AUSSTATTUNG IN TECHNISCHEN ABTEILUNGEN VON HOCHSCHULEN

Erhebungsbogen

Mit Hilfe der folgenden Fragen möchte HIS Informationen zur Gebäudeautomation und EDV-Anwendung in Technischen Abteilungen von Hochschulen gewinnen. Der Fragebogen umfaßt zwei Teile: Teil A beinhaltet Fragen zur Gebäudeautomation, Teil B bezieht sich auf die EDV-Anwendung *in Technischen Abteilungen*. Wir wären Ihnen dankbar, wenn Sie sich ein wenig Zeit für die Beantwortung nehmen würden. Es werden keine Detailfragen gestellt, deren Beantwortung besonderen Aufwand erfordert.

Auf Ihren Wunsch sendet Ihnen HIS diesen Fragebogen auch gern per E-Mail zu. In diesem Fall schicken Sie bitte eine kurze Mail, Stichwort "Fragebogen GA", an einen der angegebenen Mitarbeiter.

Bei Rückfragen stehen Ihnen gerne zur Verfügung:

Ralf-D. Person Tel.: 0511/1220-248; Fax: 0511/1220-250; E-Mail: person@his.de
 Ralf Tegtmeier Tel.: 0511/1220-284; Fax: 0511/1220-250; E-Mail: tegtmeye@his.de
 HIS HOCHSCHUL-INFORMATION-SYSTEM GMBH - Goseriende 9 - 30159 Hannover

Noch ein Hinweis für Hochschulen mit angegliedertem Klinikum:

Da Universitäten und Universitätskliniken bzw. Medizinische Einrichtungen getrennt betrachtet und erhoben werden, füllen Sie den Fragebogen bitte lediglich für die angeschriebene Einrichtung aus.

Bitte senden Sie den ausgefüllten Fragebogen **bis zum 15. August 1997** an obige Adresse.

Für Ihre Mühe bedanken wir uns im voraus recht herzlich.

Hochschule/Einrichtung	_____
Anschrift	_____ _____
Abteilung	_____
Ansprechpartner	_____
Telefon	_____ Fax _____
ggf. E-Mail	_____
<input type="radio"/> Universität <input type="radio"/> Fachhochschule <input type="radio"/> Klinikum / Med. Einrichtung	

A. FRAGEN ZUR GEBÄUDEAUTOMATION

Die Gebäudeautomation (GA) ist ein wichtiger Bestandteil des Gebäudebetriebes und Gebäudemanagements in Hochschulen und Hochschulkliniken. In den letzten Jahren hat die (Weiter-) Entwicklung von EDV-Anwendungen auch hierauf einen großen Einfluß ausgeübt. Daher wird HIS eine aktuelle Planungshilfe zur Gebäudeautomation erstellen. Um Ihre Interessenschwerpunkte und Anregungen berücksichtigen zu können, möchten wir Sie im folgenden um einige Informationen zur GA bitten, die Sie bei Bedarf gern auf einem separaten Blatt weiter erläutern können.

1. Ist ein / sind mehrere Gebäudeleittechnik (GLT)-System/e vorhanden?

- nein nein, aber geplant für _____
 ja, ein homogenes GLT-System ja, zwei oder mehrere in sich homogene GLT-Systeme
 ja, ein heterogenes GLT-System (bitte Art der Kopplung angeben [FND, PROFIBUS etc.]):

 (Wenn nein, weiter mit Frage 14)

2. In welchem Umfang sind die Betriebstechnischen Anlagen (BTA) an eine GLT angeschlossen?

- (nahezu) alle BTA (> ca. 90 %) ein Teil der BTA (ca. 20 - 50 %)
 die meisten BTA (ca. 50 - 90 %) wenige / keine BTA (< 20 %)

3. Bitte geben Sie die Hersteller und Typenbezeichnungen der/des Leitsysteme/s sowie die eingesetzte/n Controllerfamilie/n und den Installationszeitraum an

Hersteller und Typenbezeichnungen	Controllerfamilie/n	Installationszeitraum
-----------------------------------	---------------------	-----------------------

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

4. Welche Betriebssysteme werden auf der Leitsystemebene eingesetzt?

- DOS OS/2 UNIX (od. Derivat) WIN 95 WIN NT WIN 3.1/3.11

andere _____

5. Kommt Gebäudesystemtechnik (EIB, LON) zum Einsatz?

- ja nein

6. Verbindungen mit anderen Leitsystemen (Art der Aufschaltung und Funktion bitte stichwortartig erläutern)

- Brandmeldesystem _____

- Netzleitsystem _____

- andere _____

7. Für welche Aufgaben wird die GLT genutzt?

- MSR-Aufgaben Störmeldung Betriebsführung _____

8. Welche der folgenden Aufgaben werden überwiegend mit eigenem Personal durchgeführt?
 Bedienen Systemparametrierung Programmierung

9. Wieviel Stunden pro Tag ist die (Haupt-) Leitzentrale besetzt?
 weniger als 10 h zwischen 10 und 16 h zwischen 16 und 23 h 24 h

10. Ist der Datenaustausch zwischen GLT und anderen Informationssystemen möglich?
(z.B. Stammdaten, Verbrauchsdaten)
 ja nein

11. Werden die GLT-Daten für weitergehende Auswertungen genutzt (z.B. Energiebericht)?
 ja nein

12. Einschätzung und Bewertung der Situation insgesamt, Besonderheiten, Defizite
(Ausstattung der Gewerke mit MSR-Technik, Verbindung zur GLT etc.)

13. Soll die GA in näherer Zukunft in größerem Umfang erweitert / erneuert werden?
 ja nein

ggf. Erläuterungen

14. Sonstige Hinweise/Anregungen/Wünsche:

15. Wären Sie bereit, uns ggf. für weitere Fragen zu Ihrer GA zur Verfügung zu stehen?
 ja nein

16. Welche Punkte würden Sie in einer Planungshilfe zur GA in Hochschulen besonders interessieren?

- Herstellerübergreifende/-unabhängige Systeme
- Organisation/Betriebsführung
- Technische/organisatorische Einbindung von GA in ein Gebäudemanagement
- Planung bzw. Konzepte von GA-Systemen
- Überblick zur GA-Technik (Hardware, Software)

E Erläuterung zur Technischen Ausstattung (Technisierungsgrad, Installationsgrad)

TG	Bauliche Charakterisierung	Nutzung	Verhältnis IAK : SBK ¹⁾	Beispiele
gering (= 1)	haus- und betriebstechnische Grundausstattung	vorwiegend büroartige Nutzung; Nutzung der Räume in kleineren Gruppen	< 18 %	Arbeitsräume (Verwaltung, wiss. Personal, Studenten); Archive; Sammlungen; Bibliotheksstellflächen; Seminarräume; Besprechungsräume; Lesesäle; Warteräume; Lager und Lagerräume; Garagen
mittel (= 2)	haus- und betriebstechnische Grundausstattung mit Zusatzinstallationen in beschränktem Umfang (z. B. im Bereich Lüftungstechnik, Schwachstrom)	Hörsaalnutzung; Nutzung der Räume in größeren Gruppen	> 18 bis < 30 %	Kurs- und Hörsäle; Mensa (Teilbereiche); Sozialräume; Theaterräume; Schwimmbadanlagen (Teilbereiche); Sporthallen; Parkhäuser
hoch (= 3)	erhöhte haus- und betriebstechnische Grundausstattung mit aufwendigeren Zusatzinstallationen (z. B. im Bereich Elektro, Laboreinrichtungen, Raumlufttechnik); Mischformen aus Gebäuden mit TG 1 bzw. 2 und 4	industriartige Nutzung; produktionsartige Nutzung (z. B. Werkstatt, Produktion); experimentelle Nutzung (Labor)	>30 bis < 42 %	Experimentelle Arbeitsräume (Physik); Labore (Physik); Werkstätten und Werkstatthallen (mechanisch und elektrisch, experimentell); Großküchen; Technische Hilfsräume; größere Toilettenanlagen
sehr hoch (= 4)	Hohe haus- und betriebstechnische Grundausstattung und hoher Anteil an Zusatzinstallationen (Medien-, Energieversorgung, Lüftungstechnische Anlagen, Laboreinrichtungen etc.)	laborartige Nutzung (hochspezialisierte Abläufe); überwiegende Nutzung für technische Zwecke	> 42 %	Labors (Biologie und Chemie; Sonderlabors); Reinräume; Operationsräume; Zentralsterilisation; Intensivstation; med. Spezialräume; Schwimmbadanlagen (Teile); Energiezentralen; Kraftwerke; Technische Hilfsräume (vorwiegend techn. Einrichtungen); Elektrische Betriebsräume (Trafostationen, Schaltanlagen)

¹⁾ IAK ... Kosten für Installation und zentrale Betriebstechnik – Kostengruppe 400 nach DIN 276 (Kostengruppe 3.2 u. 3.3 nach der Fassung vom April 1981), SBK ... Summe Baukosten – Kostengruppen 300 und 400 nach DIN 276 (Kostengruppe 3.1...3.4 nach der Fassung vom April 1981). Zwischen den Definitionen nach alter DIN 276 (Fassung vom April 1981) und der Fassung vom Juni 1993 gibt es geringe Abweichungen, die aber für die hier vorgesehene Anwendung von untergeordneter Bedeutung sind. Im wesentlichen betrifft dies die sog. besonderen betrieblichen Einbauten (1981 unter der Kostengruppe 3.5, seit 1993 zum Teil in die Kostengruppen 300 und 400 integriert).

Quelle: Verschiedene HIS-Untersuchungen.

F Datenpunktmengen zur GLT-Aufschaltung (Beispiele)

Die folgenden Beispiele sind überwiegend der VDI 3814, Blatt 4 (Fassung vom Juni 1986) entnommen und zum Teil um Hinweise aus der FKGB-Empfehlung [FKGB 1993c] ergänzt worden. Die Werte sind als Anhaltswerte für die Planung von Neuanlagen und für die Sanierung von Altanlagen zu verstehen und dienen der genaueren Aufwandsabschätzung. Berücksichtigt sind die Datenpunkte, die für eine GLT-Aufschaltung in Frage kommen. Durch Aufschaltung weiterer Funktionen kann der Bedienungskomfort bzw. die Funktionalität erweitert werden. Durch Zusammenfassung von Meldungen zu Sammelstörmeldungen sowie Weglassen von Zähl- und Meßeinrichtungen läßt sich eine Reduzierung des Aufwands erreichen. Die Vorgehensweise ist im Einzelfall abzuwägen. Die Kostenbetrachtung sollte sich dabei nicht auf die reinen Investitionskosten beschränkt sein, sondern auch die Folgekosten in Betracht ziehen.

In den Tabellen sind – wie auch in der VDI 3814, Blatt 4 – keine Werte in der Spalte „Stellen“ eingetragen. Für die GLT-Aufschaltung ist die Funktion Stellen auch nicht relevant. Sie ist aber bei der Betrachtung regelungstechnischer Vorgänge, in Verbindung mit der DDC-Controller-Beschaltung, die hier nicht im Detail aufgeführt ist, von Bedeutung.

Verwendete Bezeichnungen für Meldungen:

A ... Alarm

B ... Betrieb

S ... Störung

W ... Wartung

Wasser-/Abwasser-/Gasanlagen

Wasserversorgung: Zentrale Übergabe				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
	Eingangsdruck	Wassermenge		
Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 2 Datenpunkte				

Wasserversorgung: Eigenwasserversorgung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Gesamtanlage (B)	Eingangsdruck	Wassermenge		
Pumpe (B, S)				
Trockenlaufsch.(S)				
Datenpunkte: 4	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 6 Datenpunkte				

Wasserversorgung: Verteilung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
		Wassermenge ¹⁾		
Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 1 Datenpunkte ¹⁾ besondere Verbrauchergruppen (vgl. Abschn. 5.2.2.4)				

Wasserversorgung: Druckerhöhung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Pumpen/Kompres- sor (B, S)	Ausgangsdruck			
Behälterstand (S)				
Netzspannung (S)				
Steuersp. (S)				
Datenpunkte: 4	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 5 Datenpunkte				

Wasserversorgung: Druckerhöhung für Feuerlöschzwecke				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Programmabl. (B)				
Vorlagebehälter (S)				
Alarminschaft. (A)				
Steuersp. (S)				
Datenpunkte: 3	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 3 Datenpunkte				

Wasserbehandlung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Gesamtanlage (B)	Netzdruck			
Filterung-Diffdr. (W)				
Dosierung: Pumpe/ Steuersp. (S)				
Dosiermittel (W)				
Salzbehälter (W) ^{*)}				
Datenpunkte: ≥4	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: ≥5 Datenpunkte ^{*) bei Enthärtung und Dosierung}				

Wasserbehandlung: Wasseraufbereitung mit Abführung der Härtebildner				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Gesamtanlage (B)	Netzdruck			
Steuersp. (S)				
Entgaser CO ₂ (S)				
Salzbehälter (S)				
Natronlaugenbehälter(S)				
Leitfähigkeit (S)				
Pumpen (B, S)				
Gegenionisation (B, S)				
Gebälse (B, S)				
Datenpunkte: 12	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 13 Datenpunkte				

Wasserentkeimung: Schwimmbad (Chloranlage)				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Steuersp. (S)				
<i>Chloranlage: Chlorgaslagerungs- anlage (S)</i>				
<i>Elektrolyseanlage: Elektrolysegerät (S)</i>				
<i>Dosierpumpe (S) Chlordioxidanlage: 2 Pumpen</i>				
Strömungswächter (S)				
Redoxpotential (S)				
<i>Chloranlage: Chlorgasausstr. (A)</i>				
<i>Dosierbehälter (W) Chlordioxidanlage: 2 Behälter</i>				
<i>Elektrolyseanlage: Gebläse (B, S)</i>				
Datenpunkte: ≥7	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: ≥7 Datenpunkte				

Wasserentkeimung: Schwimmbad (Ozonanlage)				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Steuersp. (S)				
Betriebssp. (S)				
<i>Erzeugung aus Luft: Gebläse (S), Luft- trockner (S) aus Sauerstoff: Flaschendruck (S)</i>				
Strahlerausfall (S)				
Strömungswächter (S)				
Redoxpotential (S)				
Differenzdruck Aktivkohlebeh. (W)				
Datenpunkte: ≥7	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: ≥7 Datenpunkte				

Trinkwasserentkeimung: Hyperchloridanlage				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Steuersp. (S)				
Dosierpumpe (S)				
Dosierbehälter (W)				
Datenpunkte: 3	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 3 Datenpunkte				

Reinwasseranlage (H ₂ O ₂ -Dosierung und UV-Bestrahlung)				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Steuersp. (S)				
Dosierpumpe (S)				
Dosierbehälter (W)				
Betriebssp. (S)				
Strahlerausfall (S)				
Strömungswächt. (S)				
Datenpunkte: 6	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 6 Datenpunkte				

Abwasser-Hebeanlage				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Gesamtanlage (S)				
Wasserstand max. Becken/Behält. (A)				
<i>je Pumpe (B, S)</i>				
Steuersp. (S)				
Datenpunkte: ≥5	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: ≥5 Datenpunkte				

Sonderabwasser: Entsorgungsanschluß				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
	Behälterstand	Abwassermenge		
	Volumenstrom			
Datenpunkte: 3	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 3 Datenpunkte				

Abwasserbehandlung: Neutralisation				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Anlage (B)				
Ventil (B)				
Steuersp. (S)				
pH-Wert (S)				
Steuerluftdruck (S)				
Pumpe (S)				
Überlaufgefah (A)				
Dosiermittel (W)				
Datenpunkte: 8	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 8 Datenpunkte				

Abwasser: Gullyspülung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Gesamtanlage (B, A)				
Datenpunkte: 2	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 2 Datenpunkte				

Abwasserbehandlung: Abklinganlage				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Anlage (B)				
Tank 1 voll (B)				
Kontrolldrucker (S)				
Kompressor 1 (S) und 2 (S)				
Abpumpmotor 1 (S) und 2 (S)				
Steuersp.(S)				
Steuerdruckluft Tank 1 (S)				
Rührmotor Tank 1 (S)				
Schachtpumpe (S)				
Phasenausfall (A)				
Überlaufgefahr Tank 1 (A)				
<i>je Becken: Tangleckgerät (S)</i>				
<i>je Becken: Tangleckfühler (A)</i>				
<i>je Stromkreis: Steuerspannung- Ventile (S)</i>				
Datenpunkte: ≥17	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: ≥17 Datenpunkte				

Feuerlöschanlage: Sprinkleranlage				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Sprinklerpumpen (B, S)	Druckwasserkessel (Druck)			
Kompressoren (B, S)				
Vorlagebeh. (S)				
Druckkesselpumpen (S)				
Steuerluftventile (S)				
Hauptschalter (S)				
Netz-/Steuerspannung (S)				
je Alarmventil Melden (A)				
je Fernschaltventil Melden (A)				
Datenpunkte: ≥ 11	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: ≥ 12 Datenpunkte				

Gasanlagen				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
	Druck	Gasmenge ¹⁾		
Datenpunkte: 2	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 2 Datenpunkte ¹⁾ gilt für Übergabestation, Gebäudeanschluß und ggf. besondere Einzelverbraucher, wie Laboratorien und Gasbläsereien.				

Wärmeversorgungsanlagen

Wärmeversorgungsanlagen: Heizkesselanlage				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Betriebsdruck Rücklauf - Max-Wert (S) - Min-Wert (S, A)	Temperatur (Vorlauf)	Wärmemenge ¹⁾		
Druckhaltepumpe (S)	Temperatur (Rücklauf)			
Höhenstand - Max-Wert (S)				
Ausdehnungsgefäß - Min-Wert (S)				
Datenpunkte: 6	Datenpunkte: 2	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 9 Datenpunkte ¹⁾ ab 500 kW				

Wärmeversorgungsanlagen: Brennstoffversorgung (Öl/Gas/Kohle)				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Öltank - Min-Wert 1 (W) - Min-Wert 2 (S)	Öltankstand (z.B. Höhe)	Ölverbrauch oder Gasmenge ¹⁾		
Leckwarnung Eigenüberwachung (A)				
Ölförderpumpe o. Gasfließdruck ²⁾ (S)				
Gaswarnung ¹⁾ (A)				
Hauptsicherheitsventil ¹⁾ (B)				
Kohlevorrat - Min-Wert ³⁾ (W)				
Datenpunkte: ≥1	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 6/4/1 Datenpunkte ¹⁾ Gasheizung ³⁾ Kohleheizung				

Wärmeversorgungsanlagen: Wärmeerzeuger				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Brenner (B, S)	Abgastemperatur (mit Grenzwert- überwachung)	Brennstoffmenge	Kesselschaltbefehl	
Kessel (S)	Feuerraum - Zug/Druck	Betriebsstunden Brenner (bei mehrst. Bren- nern je Regelstufe)	<i>Brennstoffumschal- tung (falls vorh.)</i>	
Gasleckwarnung Brenner (S)	Temperatur - Vorlauf - Rücklauf (mit Grenzwertüber-wa- chung)			
Zwangsumlauf ¹⁾ (S)	- Druck ²⁾			
je zusätzlicher Einheit außerdem:				
Kessel (S)	Feuerraum - Zug/Druck	Brennstoffmenge	Kesselschaltbefehl	
Zwangsumlauf ¹⁾ (S)	Temperatur - Vorlauf - Rücklauf (mit Grenzwertüber-wa- chung)	Betriebsstunden Brenner (b. mehrst. Brennern je Regel- stufe)	<i>Brennstoffumschal- tung (falls vorh.)</i>	
	- Druck ²⁾			
Datenpunkte: ≥4	Datenpunkte: ≥4	Datenpunkte: ≥2	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 0
Summe: ≥11/≥12/≥11 Datenpunkte ¹⁾ nicht bei Dampfkessel ²⁾ bei Dampfkessel ³⁾ je Brenner (Kesselleistung >100kW)				

Wärmeversorgungsanlagen: Wärmeerzeugung Abgasüberwachung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Abgasdichte (S)	CO ₂ oder O ₂ -Anteil			
Abgasfilter (W)	Abgastemperatur (am Wärme-erzeu- ger)			
Abgaswärmetau- scher ¹⁾ -Differenz- druck	Abgastemperatur - hinter Wärmerück- gewinnung ¹⁾			
Datenpunkte: ≥2	Datenpunkte: ≥2	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: ≥4 Datenpunkte ¹⁾ falls vorhanden				

Wärmeversorgungsanlagen: Wärmeverteilung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Anlage (B)	Differenzdruck primär (Vorlauf/Rücklauf)		Netzpumpen (Ein/Aus und Örtlich/Fern, jew. mit Rückmeldung)	
	Wärmestrom primär		ggf. Grundlastumschaltung (Ein/Aus und Örtlich/Fern)	
<i>je Heizkreis zusätzlich:</i>				
	Temperatur - Vorlauf - Rücklauf	Wärmeverbrauch ^{*)}	Umwälzpumpe (Ein/Aus und Örtlich/Fern, jew. mit Rückmeldung)	
Datenpunkte: 1	Datenpunkte: ≥ 2	Datenpunkte: ≥ 0	Datenpunkte: ≥ 4	Datenpunkte: 0
Summe: ≥ 7 Datenpunkte				
^{*)} für größere Wirtschaftswärmeverbraucher, wie Wäscherei, Küche etc., RLT-Anlagen bzw. Anlagengruppen, bei einem Wärmebedarf für Raumluftechnik von mehr als 100 kW.				

Wärmeversorgungsanlagen: Zentrale Warmwasserversorgung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Zirkulationspumpen (B, S)	Speicher (Temperatur)	Kaltwassermenge (je Anlage)	Gesamtanlage (Ein/Aus und Örtlich/Fern mit Rückmeldung)	
Sicherheitstemperaturbegrenzer (S)		Wärmemenge ^{*)}		
		Betriebsstunden ^{**)}		
Datenpunkte: 3	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: ≥ 3	Datenpunkte: 2	Datenpunkte: 0
Summe: ≥ 9 Datenpunkte				
^{*)} bei einer Nennheizleistung von mehr als 100 kW und bei Fremdverbrauchern ^{**)} bei einstufigen elektrischen Heizeinsätzen, bei mehrstufigen Elektrozähler				

Lufttechnische Anlagen

Klimaanlage mit rekuperativer (regenerativer) Wärmerückgewinnung (WRG) und Befeuchtung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Gesamtanlage (B, S)	Außenluft-Temperatur	Wärmemenge ^{****)}	Gesamtanlage (Ein/Aus mit Rückmeldung)	
Klappensteuerung (B, S)	<i>Temperatur vor und nach WRG^{*)}</i>	Kältemenge ^{****)}	Dampferzeuger o. Wäscherpumpe (Ein/Aus mit Rückmeldung)	
WRG-Motor ^{*)} (B,S)	Zuluft - relative Feuchte (Dampfbefeuchter) - absolute Feuchte, (Luftwäscher)	Elektrische Arbeit ^{****)}		
WRG-Vereisung ^{*)}	<i>Abschlämmung^{**)}</i>	Wassermesser (Befeuchter)		
Differenzdruck (W) (Filterwechsel)	Raumluft - Temperatur - rel. Feuchte	Betriebsstunden (je Zuluftgerät)		
<i>Filterantrieb^{***)} (S)</i>	<i>Temperatur Fortluft vor WRG^{*)}</i>			
Vorerhitzer-Pumpe (S)				
Frostschutz (A)				
Kühler-Pumpe (S)				
Dampferzeuger oder Wäscher-Pumpe (S)				
Zuluft-Ventilator: - Überstrom (S) - Differenzdruck (S)				
Abluft-Ventilator: - Überstrom (S) - Differenzdruck (S)				
Datenpunkte: ≥13	Datenpunkte: ≥4	Datenpunkte: ≥2	Datenpunkte: 2	Datenpunkte: 0
Summe: ≥21 Datenpunkte.		^{*)} Anlage mit regenerativer Wärmerückgewinnung ^{**)} Anlage mit Luftwäscher ^{***)} bei einem Wärmebedarf >100 kW ^{****)} Luftmengen-Förderleistung >10.000 m ³		

Brandschutz:				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
je Brandschutz- klappe (S), ggf. Sammelstörung			je Bereichs- absperrklappe	
Brandmelder ^{*)} (A)			Rauchabzug ^{**)}	
Gaswarnung ^{*)} (A), (S)				
Rauchabzug ^{**)}				
Datenpunkte: ≥3	Datenpunkte: 0	Datenpunkte:	Datenpunkte: ≥2	Datenpunkte: 0
Summe: ≥3 Datenpunkte. ^{*)} ggf. Gefahrenmelder ^{**)} Rauchabzug nur mit Zustimmung der örtlichen Behörden				

Kälterzeugung: Kompressionskälteanlage				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Verdichter Sammelstör- meldung (B), (S)	Kaltwasser- temperatur: - Kühler Eingang - Kühler Ausgang	Kältemenge ^{*)}	Betriebsbereitsch. Kälteanlage (Ein/Aus und Örtl./Fern, jew. mit Rückmeldung)	
Kaltwasserpumpe (B), (S)	Kühlwassertempe- ratur Verflüssiger - Eingang - Ausgang	Elektr. Arbeit ^{*)}	Strombegrenzung	
Kühlwasserpumpe (B), (S)		Betriebsstunden		
Datenpunkte: 6	Datenpunkte: 4	Datenpunkte: ≥1	Datenpunkte: 3	Datenpunkte: 0
Summe: ≥14 Datenpunkte. ^{*)} bei Anlagen mit mehr als 50 kW Kälteleistung				

Rückkühlwerk				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Gesamtanlage (S), (B)		<i>Nachspeise- wasser^{*)}</i>		
Frostschutz (A)				
<i>Verflüssiger^{**) (S), Sammelstörmeld.}</i>				
Datenpunkte: ≥3	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: ≥0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: ≥3 Datenpunkte. ^{*)} zusätzlich je Rückkühlwerk ^{**)} bei luftgekühltem Verflüssiger				

Absorptionskälteanlage				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Absorber (B), (S) Sammelstörmeld.	Kaltwassertemperatur - Vorlauf - Rücklauf	<i>Kältemenge</i> ^{*)}	Betriebsbereitsch. Kälteanlage (Ein/Aus und Örtlich/Fern, jew. mit Rückmeldung)	
Kaltwasserpumpe (B), (S)	Kühlwassertemperatur -Vorlauf - Rücklauf	<i>Elektrische Arbeit</i> ^{*)}		
Kühlwasserpumpe (B), (S)		Betriebsstunden		
min. Kaltwasser- strömung (S)				
min. Temperatur - Kaltwasser (S) - Kühlwasser (S)				
Heizmedium fehlt (S)				
min. Druck oder Temperatur Heizmedium (S)				
min. Kaltwasser- druck (S)				
Rückkühlwerk (B), (S)				
Frostgefahr (S)				
Datenpunkte: 15	Datenpunkte: 4	Datenpunkte: ≥ 1	Datenpunkte: 2	Datenpunkte: 0
Summe: ≥ 22 Datenpunkte. ^{*)} bei Anlagen mit mehr als 50 kW Kälteleistung				

Kühlräume und Kleinkälte				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Anlage (B), (S) Sammelstörm.				
Kühlraum- temperatur (S)				
Datenpunkte: 3	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 3 Datenpunkte.				

Kaltwasserverteiler/-verbraucher (RLT)			je Anlage bzw. Anlagengruppe	
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Kühler (S)	Temperatur - Vorlauf - Vorlauf primär ^{*)} - Vorlauf sekundär ^{*)} - Rücklauf	Kältemenge (je Übergabestation)	Pumpe (Ein/Aus und Örtlich/Fern, jew. mit Rückmel- dung)	
			Kühler	
Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 5	Datenpunkte: ≥ 1	Datenpunkte: 2	Datenpunkte: 0
Summe: ≥ 9 Datenpunkte ^{*)} bei Induktionsgeräten				

Starkstromanlagen

Starkstromanlagen: Mittelspannungs-EVU-Übergabe				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Übergabeschalter - Ein (B) - Aus (B)		Energie		
		Elektrische Arbeit HT		
		Elektrische Arbeit NT		
		EVU-Synchronimpuls (15 Min. Mittelwert)		
Datenpunkte: 2	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 4	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 6 Datenpunkte.				

Starkstromanlagen: Mittelspannungs-Transformatorfeld mit Lasttrennschalter				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Netzkuppelleistungsschalter - Ein (B) - Aus (B) oder Hilfsspannungsautomat für Antrieb (S)	Spannung (EVU-Einspeisung – dreiphasig)	elektr. Arbeit	Hilfsspannungsautomat (Ein/Aus und Örtlich/Fern mit Rückmeldung)	
Steuerung/Schütz (A)	Strom (Last)			
Überstromschutz (S)				
Kurzschlußschutz (S)				
Erdschlußschutz (S)				
EVU-Spannung fehlt (S)				
Datenpunkte: ≥6	Datenpunkte: ≥ 4	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: ≥ 0	Datenpunkte: 0
Summe: ≥11 Datenpunkte.				

Starkstromanlagen: Niederspannungs-Transformatorfeld				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Leistungsschalter - Ein (B) - Aus (B)		Elektrische Arbeit ¹⁾		
- Einfahrstellung (B) - Einschubstellung (B)		Elektrische Leistung ¹⁾		
Überstromschutz (A)				
Rückstromschutz (A)				
Datenpunkte: 6	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: ≥ 2	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: ≥ 8 Datenpunkte. ¹⁾ je Trafoausgang				

Starkstromanlagen: Mittelspannungsabgangsfeld (Leistungsschalterfeld)				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Leistungsschalter ¹⁾ - Ein (B) - Aus (B)	Strom		<i>ggf. Trennschalter /Schaltwagen/ (Ein/Aus und Örtlich/Fern mit Rückmeldung)</i>	
<i>Hilfsspannungsautomat:</i> - <i>Steuerung/Schutz (A)</i> - <i>Antrieb (A)</i>				
Überstrom-Richtungsschutz (A)				
Differentialschutz (A)				
Erdschlußschutz (A)				
Datenpunkte: 5	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: ≥ 0	Datenpunkte: 0
Summe: ≥ 6 Datenpunkte. ¹⁾ nicht bei Trennschalter/Schaltwagen mit Hilfsspannung				

Starkstromanlagen: Mittelspannungsabgangsfeld (Lasttrennschalterfeld)				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Lasttrennschalter - Ein (B) - Aus (B)	Strom			
Sicherungsauslösung (A)				
Datenpunkte: 3	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 4 Datenpunkte.				

Starkstromanlagen: Niederspannungshauptverteilung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Leistungsschalter - Ein (B) - Aus (B) - <i>Steuerspannung</i> ^{*)} (S)		Elektrische Arbeit ^{**)}	- Ein/Aus ^{*)} und - Örtlich/Fern ^{*)} (mit Rückmeldung)	
Überstromauslösung (S)				
Lastschalter - Ein (B) - Aus (B)				
Datenpunkte: ≥ 5	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: ≥ 0	Datenpunkte: ≥ 0	Datenpunkte: 0
Summe: ≥ 5 Datenpunkte				
^{*)} falls Schaltautomat vorhanden ^{**) optional 1x Zählen: elektr. Arbeit, ggf. Küche, Wäscherei, Fremdverbraucher getrennt erfassen. Einzelmessungen von RLT-Anlagen mit mehr als 10.000 m³/h Luftförderleistung und Kälteanlagen mit mehr als 50 kW Kälteleistung (s. unter Lufttechnische Anlagen), Warmwasserbereiter mit mehrstufigen Anlagen sowie Sonderanlagen.}				

Starkstromanlagen: Niederspannungsunterverteilung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Spannungsüberwachung (S)	Spannung	Elektrische Arbeit ^{*)}	Beleuchtung	
FI-Schutzschalter - Sammelstörn. (S)	Frequenz		Stromkreis	
Datenpunkte: ≥ 2	Datenpunkte: ≥ 2	Datenpunkte: ≥ 0	Datenpunkte: 2	Datenpunkte: 0
Summe: ≥ 6 Datenpunkte				
^{*) optional 1x Zählen: elektr. Arbeit, ggf. Küche, Wäscherei, Fremdverbraucher getrennt erfassen. Einzelmessungen von RLT-Anlagen mit mehr als 10.000 m³/h Luftförderleistung und Kälteanlagen mit mehr als 50 kW Kälteleistung (s. unter Lufttechnische Anlagen), Warmwasserbereiter mit mehrstufigen Anlagen sowie Sonderanlagen.}				

Starkstromanlagen: Batterie-Ladegerät				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Generator: - Überlast (A) - Schutzauslösung (A) - Spannung	Leistung	Elektrische Arbeit		
Generatorbetrieb - Ein (B) - Aus (B)				
Antrieb: - Betriebsbereitschaft (A) - Fehlstart (A) - Betriebswarnung (A) - Selbstabschaltung (A)				
Hilfseinrichtungen: Betriebsbereitschaft (A)				
Tank-Füllstand (W)				
Tankleckage (S)				
Datenpunkte: 12	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 14 Datenpunkte				

Starkstromanlagen: Besondere Ersatzstromversorgung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Hauptschalter: Gleichrichter Aus (S)				
Ladeart „W“ Stark (S)				
Netzausfall (S)				
GS-Unterspannung (S)				
Überspannung (S)				
Gleichrichter-stö- rung (S)				
Batteriestörung (S)				
Erdschluß GS-Seite (S)				
Wechselrichter: - Störung (S) - Kommutierung (S)				
Ventilatorstörung (S)				
Ladeart „IU“ Normal (B)				
Wiederaufladung (B)				
Steuerung (B)				
Normalbetrieb (B)				
Netzbetrieb (B)				
Wechselrichter-be- trieb (B)				
Tiefentladeschutz (A)				
Überlast (A)				
Datenpunkte: 18	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 18 Datenpunkte				

Starkstromanlagen: Sicherheitsbeleuchtung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Hauptschalter Gleichrichter Aus (S)				
Ladeart „W“ Stark (S)				
Netzausfall (S)				
Hilfs- u. Steuerkreise (S)				
GS-Unterspannung (S)				
Überspannung (S)				
Gleichrichter-störung (S)				
Batteriestörung (S)				
Erdschluß GS-Seite (S)				
Automat. Betrieb „IU“ Ladungserh. (B)				
Wiederaufladung (B)				
Netz/ Batteriebetrieb (B)				
Bereitschaft Aus/Batteriebetrieb (B)				
Tiefentladeschutz (A)				
Datenpunkte: 16	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 16 Datenpunkte				

Starkstromanlagen: Batterie-Ladegerät				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Hauptschalter (S)				
Netzausfall (S)				
Gleichrichter (A)				
Datenpunkte: 3	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 3 Datenpunkte				

Fernmelde- und informationstechnische Anlagen

Fernmelde- und informationstechnische Anlagen				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Netzausfall (S)				
Systemstörung (S) evtl. Sammelstörn.				
Notruf *) (A)				
Datenpunkte: ≥ 2	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: ≥ 2 Datenpunkte *) bei Gefahrenmeldeanlagen				

Fördertechnische Anlagen

Personenaufzug				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Sammelstörung (S)			Betriebsbereitschaft: Ein/Aus und Örtlich/ Fern jew. mit Rück- meldung	
Notruf (A)			Evakuierungsfahrt: Ein/Aus und Örtlich/ Fern jew. mit Rück- meldung	
Inspektionsbetrieb (W)				
Datenpunkte: ≥ 3	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 4	Datenpunkte: 0
Summe: ≥ 7 Datenpunkte				

Fahrtreppe, -steig				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Notausschaltung (A)			Betriebsbereitschaft: Ein/Aus und Örtlich/ Fern jew. mit Rück- meldung	
Sammelstörung (S)			Betrieb aufwärts: Ein/Aus und Örtlich/ Fern jew. mit Rück- meldung	
			Betrieb abwärts: Ein/Aus und Örtlich/ Fern jew. mit Rück- meldung	
Datenpunkte: ≥ 2	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 6	Datenpunkte: 0
Summe: ≥ 8 Datenpunkte				

Automatische Gütertransportanlage				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Sammelstörung (S)			Betriebsbereit-schaft: Ein/Aus und Örtlich/ Fern jew. mit Rück- meldung	
Datenpunkte: ≥ 1	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 2	Datenpunkte: 0
Summe: ≥ 3 Datenpunkte				

Rohrpostanlage				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Sammelstörung (S)			Betriebsbereitschaft: Ein/Aus und Örtlich/ Fern jew. mit Rück- meldung	
Ausgabe voll (S)				
Datenpunkte: ≥ 2	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 2	Datenpunkte: 0
Summe: ≥ 4 Datenpunkte				

Nutzungsspezifische Anlagen

Schaltschrank				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Hauptschalter (B), (S)				
Spannung (S)				
Steuerspannung (S)				
Brandschutzklappen (S)				
Erdschluß (S)				
Steuerluft ^{*)} (S)				
Datenpunkte: ≥6	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: ≥6 Datenpunkte ^{*)} Falls vorhanden				

Küchentechnische Anlagen: Küche				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Dampfdruck - min (S)		Wärmemenge	Elektroverbraucher - Ein/Aus und - Örtlich/Fern (jeweils mit Rückmeldung)	
Spannung (S)		Wasser		
Fehlerstromschutz (S)		elektr. Arbeit		
Datenpunkte: 3	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 3	Datenpunkte: 2	Datenpunkte: 0
Summe: 8 Datenpunkte				

Wäscherei- und Reinigungsanlagen: Sterilisation/Dampfdesinfektion				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Dampfdruck (S)				
Temperatur (S)				
Anlage (B)				
Datenpunkte: 3	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 3 Datenpunkte				

Wäscherei- und Reinigungsanlagen: Wäscherei				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Dampfdruck - min (S) - max (S)		Wärmemenge		
Spannung (S)		Wasser		
Fehlerstromschutz (S)		elektr. Arbeit		
Datenpunkte: 4	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 3	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 7 Datenpunkte				

Medienversorgung: Druckluftversorgungsanlagen				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Gesamtanlage (B)	Sekundärdruck			
Steuerspannung (S)				
Phasenausfall (S)				
Kompressor (B), (S)				
Lufttrockner (B), (S)				
Datenpunkte: 7	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 8 Datenpunkte				

Medienversorgung: Flaschengasversorgung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Gesamtanlage (A)				
Verteilerdruck (A)				
Strangdruck (A)				
Flaschendruck (W)				
Datenpunkte: 4	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 4 Datenpunkte				

Medienversorgung: Flüssiggasversorgung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Gesamtanlage (A)				
Verteilerdruck - min (A) - max (A)				
Strangdruck max. (A)				
Kaltvergaser-Mindestmenge (W)				
Kaltvergaser-Druck (B)				
Flaschengruppe (B) ^{*)}				
Flaschendruck (W) ^{*)}				
Datenpunkte: ≥8	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: ≥8 Datenpunkte ^{*)} je Gruppe				

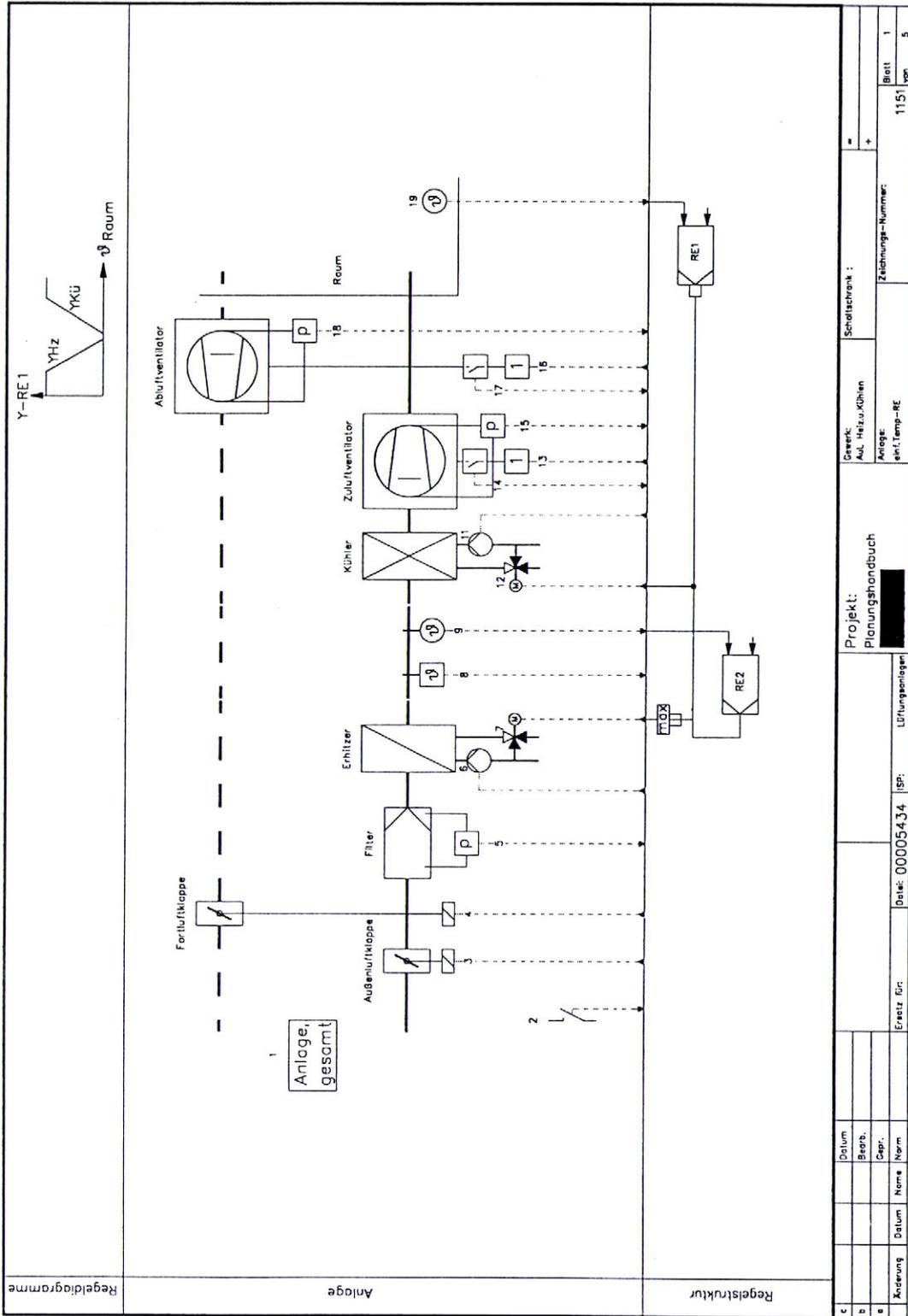
Entsorgungsanlagen: Staubabsaugung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Gesamtanlage (B), (S)			Staubsaugbetrieb - Ein/Aus und - Örtlich/Fern (jew. mit Rückmeldung)	
Ventilator (B), (S)				
Feinfilter-Differenzdruck (S)				
Rüttler (S)				
Staubabscheider-Feuermeldung (S)				
Datenpunkte: 7	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 2	Datenpunkte: 0
Summe: 9 Datenpunkte				

Entsorgungsanlagen: Müllabsaugung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Gesamtanlage (B), (S)	Luft- geschwindigkeit (Differenzdruck)		Müllbetrieb - Ein/Aus und - Örtlich/Fern (jew. m. Rückm.)	
Müllabscheider (B), (S)				
Ventilatoren (B), (S)				
Zerkleinerer (B), (S)				
Müllbetrieb (S)				
Müllpresse - Öldruck(S)				
Pressdruck - max. (S)				
Containeranlage (S)				
Steuerdruckluft (S)				
Schachtventile (S)				
Transportluftventil (S)				
Eingabetüren (S)				
Feinfilter-Differenz- druck (S) (Sammelstörn.)				
Müllabscheider- Feuermelder (A)				
Datenpunkte: 18	Datenpunkte: 1	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 2	Datenpunkte: 0
Summe: 21 Datenpunkte				

Medienversorgung: Vakuumerzeugung				
Eingänge			Ausgänge	
Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen
Gesamtanlage (A)				
Verteilerdruck max. (A)				
Strangdruck max. (A)				
Pumpe (B), (S)				
Datenpunkte: 5	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0	Datenpunkte: 0
Summe: 5 Datenpunkte				

G Informationslisten nach VDI 3814 (Beispiel)

Die folgenden Darstellungen sind einer CD-ROM der Firma Siemens AG, Bereich Anlagentechnik „SICLIMAT Gebäudeautomation – Planungstools für MSR-Technik“ entnommen. Die dort aufgeführten Schemata sind mit Hilfe des Planungstools „TRIC“ der Firma Merva-Soft erstellt worden. Beispielhaft dargestellt ist eine Außenluftanlage mit Heiz- und Kühlmöglichkeit.



Änderung	Datum	Name	Norm	Ersetzt für	Detail: 00005434	ISP: LDFHUNGENLAGER
c		Datum				
b		Bearb.				
a		Gepr.				

Projekt: Planungshandbuch		Schalttafel: =	
Geeicht: Aut. Heizkühlin		Schalttafel: +	
Anlage: sch. Temp-RE		Zeichnungs-Nummer: 1151	
		Blatt: 1	
		von: 5	

**Gebäudeautomation
Informationsliste Teil 1
(VDI 3814)**

1) Je aktive Schaltstufe 1 BA
(z.B. 0-4-III-3 BA)
2) Je aktive Schaltstufe 1 BA
(z.B. 0-4-III-2 BA)

3) Je aktive Schaltstufe eine Rückmeldung
4) z.B. Gefahr-, Störungs-, Wartungs-Meldung
5) Stellungsmessungen eingeschlossen

6) zusätzlich zu parametrierende und zu adressierende virtuelle Informationen

Abschnitt:	1		2				3		4					5					6					Bemerkungen								
	Physikalische Grundfunktion															Noth- Ebene	Virtuelle Grundfunktionen 6)					Kommunikation mit Managementebene					Verarbeitungsfunktionen Überwachen					
	Ausgänge			Eingänge				Schalten / Stellen	Anzeigen	Grundfunktionen 6)					Managementebene					Überwachen												
	Schalten	Stellen	Melden	Messen	Zähl	Schalten / Stellen	Anzeigen			Schalten	Stellen / Sollwert	Melden	Messen	Zählen	Schalten	Stellen / Sollwert	Melden	Messen	Zählen	Grenzwert fest	Grenzwert gleitend	Bedienschleifen-Erfassung	Ereigniszählung		Bedarfs-Ausföhrkontrolle	Log. Meldungsverknüpfung	Meldungsverzögerung	Meldungsminderföckung	Meldung an Instandhaltung			
Spalte:	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9						
1 - Anlage, DDC													2	2				2	2								1					
2 - Schließbar						1													1													
3 Außenluftklappe -																																
4 - schalt. Antrieb, Au-Kl		1				2												1	2				1									
5 Fortluftklappe -																																
6 4 - schalt. Antrieb, Fo-Kl						2												1	2				1									
7 Filter -																																
8 5 - Dif. Druck, Filter						1													1							1						
9 Erhitzer -																																
10 6 - Erh. Pumpe		1				1	1											1	2				1									
11 7 - 3Wege, Erh. Ventil				1					1										1	1												
12 8 - Frostwächter, Zul.						1							1						1					1	1							
13 9 - Frost-Fühler							1												1	2												
14 RE2 - Zul. Temp.-RE													1																			
15 Kühler -																																
16 11 - Kühlerpumpe		1				1	1											1	2				1									
17 12 - 3-Wege, Kü-Ventil				1					1										1	1												
18 Zuluftventilator -																																
Übertrag		4		2		2	9	1	2				2	1	3			6	3	13	3		2		4	6	1	2				
Ausgabe-Datum:	Bearbeiter		Projekt:																													
Rev. 1			AuL-Lüftg, Heiz./Kü, einf.-RE																													
Rev. 2																																
Rev. 3																																
ISP / Gewerk:		Teil 1,																														
MSR-Zeichn.-Nr.:		Blatt Nr.: 1																														
1.1.5.1		von: 4																														

lfd. Nr.

lfd. Nr.

1 Regelungs- und Steuerungsstrategie

- Einschalten der Anlage entweder durch einen externen Schalter (E1)
- oder durch DDC-Software (z. B. Zeitschaltprogramm),
- Schaltbefehl für eine Außen- und Fortluftklappe,
- Frostschutzsicherung durch Frostwächter,
- Vorspülen des Erhitzers,
- Differenzdrucküberwachung (Keilriemen-) für Zu- und Abluftventilator,
- Filterüberwachung mit Wartungsmeldung,
- Regelung der Zuluft-, Raum- (gezeichnet) oder der Ablufttemperatur,
- der Regler wirkt in Sequenz auf den Erhitzer und den Kühler,
- Erhitzer- und Kühlerkreispumpe bedarfsabhängig geschaltet,
- Gesamtanlage mit Anfahr- und Netzwiederkehrprogramm und Sammelstöranzeige.

2 Tabelle Feldgeräte

Anzahl	Type	Kurzbezeichnung	Kabeltype	Rückmeld./Regelspg.
1	XXX	Schalter E/A	NYM 3x1,5	
2	XXX	Klappenantrieb A/Z	NYM 4x1,5	IY (ST)Y 2x2x0,8
3	XXX	Differenzdruckschalter	NYM 4x1,4	
2	XXX	Ventilantrieb VA..	NYM 3x1,5	IY (ST)Y 2x2x0,8
2	XXX	Ventil DW..		
1	XXX	Frostschutzwächter		IY (ST)Y 2x2x0,8
1	XXX	Frostschutzfühler		IY (ST)Y 2x2x0,8
1	XXX	Raumtemperaturfühler		IY (ST)Y 2x2x0,8

3 Informationspunkte (Regelschema)

Analoge Eingänge X:	X1 = Temperatur des Frostschutzfühlers X2 = Raumtemperatur oder Abluft- oder Zulufttemperatur
Analoge Ausgänge Y:	Y1 = Stellsignal für das Erhitzervertil Y2 = Stellsignal für das Kühlerventil
Binäre Eingänge E:	E1 = Meldung externer Einschalter E2 = Meldung Differenzdruck Filter E3 = Frostwächter E4 = Meldung örtl./fern Reparaturschalter Zuluftventilator E5 = Meldung Differenzdruck Zuluftventilator E6 = Meldung örtl./fern Reparaturschalter Abluftventilator E7 = Meldung Differenzdruck Abluftventilator
Binäre Ausgänge A:	A1 = Schaltausgang für Außenluftklappe A2 = Schaltausgang für Fortluftklappe A3 = Schaltausgang für Erhitzerpumpe A4 = Schaltausgang für Kühlerpumpe A5 = Schaltausgang für Zuluftventilator A6 = Schaltausgang für Abluftventilator
Informationspunkte gesamt:	BA = 06 AA = 02 BE = 21 AE = 04

4 Anwendung/Einsparung

Der Kühler wird hydraulisch mit konstantem Kaltwasserstrom gefahren, da keine Feuchteausscheidung gefordert ist. Das bedeutet erhebliche Energieeinsparung gegenüber dem mengengeregelten Kühlerbetrieb. Es muß der Fühler entweder im Zuluftkanal, im Raum (gezeichnet) oder im Abluftkanal angebracht werden. Wenn die Raumtemperatur zu regeln ist, so ist die Mesung der Ablufttemperatur, sofern keine Abluftleuchten eingesetzt sind, günstiger, da der Regelkreis schneller ist als bei Einsatz eines Raumtemperaturfühlers.

HIS Hochschul-Informationssystem GmbH, Hannover
Goseriede 9, 30159 Hannover

Bisher erschienene Publikationen

Sämtliche Veröffentlichungen werden seit Januar 1981 durch die HIS Hochschul-Informationssystem GmbH vertrieben und sind dort direkt oder über den Buchhandel erhältlich.

Die Bände 1-20 sind nur noch bedingt lieferbar, fehlende oder mit Sternchen gekennzeichnete Bände sind inzwischen vergriffen. Alle Bände sind broschiert. Es besteht auch die Möglichkeit des Abonnements unserer Schriftenreihe.

Reihe: Hochschulplanung

- 1 *Das Hochschul-Informationssystem*
1973. 2. Auflage. 50 S., DM 5,60. ISBN 3-923105-00-2
- 2 *J. Griese: Kapazitätsnutzung im Hochschulbereich*
E. Dettweiler, H.W. Frey: Kurz- und langfristige Kapazitätsanalyse im Hochschulbereich
1970. 88 S., DM 7,80. ISBN 3-923105-01-0
- 3 *R. Caspar: Ökonomische Konzeption einer rationalen Hochschulplanung*
1970. 149 S., DM 12,80. ISBN 3-923105-02-9
- 4 *G. Menges, G. Elstermann, H. Rommelfanger: Kapazitätsmodelle*
1971. 86 S., DM 9,80. ISBN 3-923105-03-7
- 5 *B. Bessai: Der Einsatz von EDV-Anlagen in den Hochschulverwaltungen der Bundesrepublik*
1971. 126 S., DM 14,-. ISBN 3-923105-04-5
- 6 *W. Bayer, H. Oblasser: Betriebssteuerungssystem und Kapazitätsmodell für Hochschulen*
1972. 253 S., DM 36,-. ISBN 3-923105-05-3
- 7 *D. Schrammel, J. Griese: Prognose-Informationssystem und Auslastungs-Informationssystem*
1971. 132 S., DM 20,-. ISBN 3-923105-06-1
- 8 *T. Finkenstaedt, M. Redelberger: Anglistik 1970*
1972. 132 S., DM 20,-. ISBN 3-923105-07-X
- 9 *Globaler Test eines Berechnungsverfahrens zur Ermittlung der Ausbildungskapazität*
1972. 223 S., DM 33,-. ISBN 3-923105-08-8
- 10 *H.W. Frey, M. Utz: Untersuchung des Personal- und Raumbedarfs im Fach Anglistik mit Hilfe eines Simulationsmodells auf EDV-Basis*
1972. 182 S., DM 28,-. ISBN 3-923015-09-6
- 11 *A. Angermann, H.G. Bartels: Haushaltskonsolidierung und Finanzierungsrechnung*
1972. 254 S., DM 22,-. ISBN 3-923105-10-X

- 12 *A. Angermann, U. Blechschmidt*: Hochschul-Kostenrechnung
1972. 298 S., DM 28,-. ISBN 3-923105-11-8
- 13 Berufsausbildung und Hochschulbereich
1973. 188 S., DM 28,-. ISBN 3-923105-12-6
- 14 *B. Bessai*: Der Aufbau einer Informationsbank, insbesondere einer Datenbank, als Voraussetzung für die Lösung von Managementproblemen im Hochschulbereich
1973. 347 S., DM 32,-. ISBN 3-923105-13-4
- 15 *J. Beckmann*: Gravitationstheoretischer Ansatz zur Ermittlung des regionalen Studentenaufkommens in NRW
1973. 142 S., DM 22,-. ISBN 3-923105-14-7
- 16 *F. Rischkowksy*: Thesaurus Hochschulplanung
1973. 214 S., DM 28,-. ISBN 3-923105-15-0
- 17 *K.M. Hussain, H.L. Freytag*: Resource, Costing and planning Models in Higher Education
1973. 152 S., DM 22,-. ISBN 3-923105-16-9
- 18 *E. Schrader, K.D. Schmidt, H. Gerken, F. Bunzel*: Das Verfahren der Flächenbedarfsplanung für die Universität Bielefeld
1974. 310 S., DM 32,-. ISBN 3-923105-17-7
- 19 *H.W. Frey, W. Jüllig, R. Mauder, P. Näger*: Anwendung des HIS-Simulationsmodells B an der Universität Karlsruhe
1975. 119 S., DM 24,-. ISBN 3-923105-18-5
- 20 *H. Bonin, W.L. Oppenheim*: HISKAM. Ein computergestütztes Informationssystem zur Abwicklung des Haushalts-, Kassen- und Rechnungswesens an Hochschulen
1975. 371 S., DM 36,-. ISBN 3-923105-19-3
- 21 *R. Foerst, H.W. Frey*: Organisation der Lehre und Ausbildungskapazität in der klinischen Medizin
1975. 238 S., DM 32,-. ISBN 3-923105-20-7
- 22* *D. Ipsen, G. Portele*: Organisation von Forschung und Lehre an westdeutschen Hochschulen
1976. 287 S., DM 32,-. ISBN 3-923105-21-5
- 23* *U. Korte*: Akademische Bürokratie. Eine empirische Untersuchung über den Einfluß von Organisationsstrukturen auf Konflikte an westdeutschen Hochschulen
1976. 172 S., DM 24,-. ISBN 3-923105-22-3
- 24 *W. Albert, C. Oehler*: Die Kulturausgaben der Länder, des Bundes und der Gemeinden einschließlich Strukturausgaben zum Bildungswesen
1976. 505 S., DM 42,-. ISBN 3-923105-23-1

- 25* *C. Oehler, L. Birk, F. Blahusch, F. Kazemzadeh, D. Kraft-Krumm:* Studienplanung und Organisation der Lehre
1976. 574 S., DM 42,-. ISBN 3-923105-24-X
- 26 *R. Foerst, E. Korte:* Organisation der Lehre und Ausbildungskapazität in der Zahnmedizin
1976. 174 S., DM 24,-. ISBN 3-923105-25-8
- 28 *L. Birk, H. Griesbach, K. Lewin, M. Schacher:* Abiturienten zwischen Schule, Studium und Beruf - Wirklichkeit und Wünsche
1978. 115 S., DM 24,-. ISBN 3-923105-26-6
- 29* *C. Oehler, L. Birk, F. Blahusch, F. Kazemzadeh:* Organisation und Reform des Studiums - Eine Hochschullehrerbefragung
1978. 102 S., DM 22,-. ISBN 3-923105-27-4
- 30 *E. Rau:* Hochschulreform in Schweden - Ein Überblick
1978. 95 S., DM 22,-. ISBN 3-923105-28-2
- 31 *R. Foerst, E. Korte:* Pharmazie in Freiburg - Studiengang und Curricularrichtwert
1978. 120 S., DM 24,-. ISBN 3-923105-29-
- 32 Studenten zwischen Hochschule und Arbeitsmarkt
1980. 172 S., DM 22,-. ISBN 3-923105-30-4
- 33 *K. Lewin, M. Schacher:* Studium oder Beruf? - Studienberechtigte 1976, zwei Jahre nach Erwerb der Hochschulreife
1979. 220 S., DM 24,-. ISBN 3-923105-31-2
- 34 *C. Rothe:* Abiturientenberatung und weiterer Bildungslebenslauf
1981. 191 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-00-X
- 35* *K. Lewin, M. Schacher:* Studienberechtigte 78 - Studien- und Berufswahl im Wandel? Bestandsaufnahme und Vergleich mit Studienberechtigten 76
1981. 199 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-01-8
- 36* *R. v. Lützu, H. Hopf, W. Küster, D. Peschke:* Hochschulberichtssystem
1981. 200 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-02-6
- 37 *J. Knop:* Wirtschaftlichkeit der automatisierten Datenverarbeitung in den Hochschulverwaltungen
1981. 243 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-08-5
- 38 *F. Durrer, F. Kazemzadeh:* Beschäftigungsprobleme nicht eingestellter Lehrer - Auswirkungen, Einstellungen, Erwartungen am Beispiel von Lehrern in Hessen
1981. 198 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-14-X
- 39 *J. Knop, H. Stichtenoth, K. Brauer, J. Hammerschick, J. Jaschke, F. Wolf:* Einsatz automatisierter Verfahrenslösungen in den Hochschul- und Klinikverwaltungen der Bundesrepublik Deutschland - Eine Bestandsaufnahme
1981. 348 S., DM 40,-. ISBN 3-922901-15-8

- 40* *F. Kazemzadeh, K.-H. Minks*: Attraktivität des Ingenieurstudiums in der Diskussion - Hintergründe, Einflüsse und Wirkungen. Zwischenergebnisse einer empirischen Untersuchung
1982. 60 S., DM 20,-. ISBN 3-922901-16-6
- 41* *R. Reissert, L. Birk*: Studienverlauf, Studienfinanzierung und Berufseintritt von Hochschulabsolventen und Studienabbrechern des Studienjahres 1979
1982. 173. S., DM 36,-. ISBN 3-922901-17-4
- 42* *K. Lewin, R. Piesch, M. Schacher*: Studienberechtigte 78 - Studienaufnahme, Studienfinanzierung, Zufriedenheit. Bestandsaufnahme zwei Jahre nach Erwerb der Hochschulreife und Vergleich mit Studienberechtigten 76
1982. 204 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-18-2
- 43 *K. Lewin, R. Piesch, M. Schacher*: Studienberechtigte 76 - Studium und Berufsausbildung: Verläufe und Übergänge. Bestandsaufnahme vier Jahre nach der Schulzeit
1982. 80 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-19-0
- 44* *F. Kazemzadeh, H. Schaeper*: Fachspezifische Studentenprofile - Bedingungen der Integration in das Studium; Zwischenergebnisse einer empirischen Untersuchung
1983. 100 S., DM 30,-. ISBN 3-922901-21-2
- 45* *E. Frackmann*: Probleme der Finanzierung, Budgetierung und Evaluation im US-amerikanischen Hochschulbereich
1983. 130 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-22-0
- 46* *H. Gerken, W. Pietsch, M. Puttendörfer, H. Schwab, B. Weidner-Russell*: Leitfaden zur Umnutzungsplanung
1983. 250 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-23-9
- 47* *F. Kazemzadeh, K.-H. Minks*: Attraktivität des Ingenieurstudiums - Ergebnisse einer empirischen Untersuchung
1983. 160 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-24-7
- 48* *U. Hempel*: Bemessung des Flächenbedarfs zentraler Hochschulbibliotheken
1983. 110 S., DM 30,-. ISBN 3-922901-25-5
- 49 *H. Heinrich*: Ein System zur Koordination von Lehrveranstaltungen an Hochschulen
1983. 112 S., DM 30,-. ISBN 3-922901-26-3
- 50 *H. Stichtenoth, S. Grätz, J. Knop*: Einsatz der automatisierten Datenverarbeitung in der Hochschulmedizin
1983. 216 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-27-1
- 51* *F. Durrer-Guthof, F. Kazemzadeh*: Studienberechtigte 80 - Ausbildungspläne, Motivation und Tätigkeitsstruktur. Bestandsaufnahme ein halbes Jahr nach Schulabgang und Vergleich mit Studienberechtigten 1976 und 1978
1984. 140 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-28-X

- 52* *F. Kazemzadeh, H. Schaeper*: Wer findet sich im Studium zurecht? Ergebnisse einer Untersuchung von Studenten in der Eingangsphase des Studiums
1984. 150 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-29-8
- 53* *F. Durrer-Guthof, F. Kazemzadeh*: Berufliche Ausbildung - Alternative zum Studium? Ergebnisse einer Untersuchung zum Übergangsverhalten von Studienberechtigten von der Schule zu weiterführender Ausbildung
1984. 180 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-301
- 54 *K. Lewin, M. Leszczensky, R. Piesch, M. Schacher*: Analyse der Situation der Studienanfänger im Wintersemester 1983/84 - Studienwünsche und Studienwahl, Berufserwartungen
1984. 144 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-31-X
- 55 *K. Lewin, M. Leszczensky, M. Schacher*: Studienanfänger im Wintersemester 1984/85 - Studien- und Berufswahl bei rückläufigen Studienanfängerzahlen
1985. 69 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-32-8
- 56* *B. Weidner-Russell, D. Müller*: Untersuchung zur Unterbringung des ruhenden Verkehrs an Hochschulen
1985. 141 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-33-6
- 57 *F. Durrer-Guthof, R. Piesch, H. Schaeper*: Studienberechtigte 83, Studienentscheidung - Einfluß von Arbeitsmarkt und Studienfinanzierung
1986. 90 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-34-4
- 58* *K. Schnitzer, H. Schaeper, J. Gutmann, Ch. Breustedt*: Probleme und Perspektiven des Ausländerstudiums in der Bundesrepublik Deutschland - Untersuchung über Studienverlauf, Studienbedingungen, soziale Lage und Reintegration von Studenten aus Entwicklungsländern
1986. 309 S., DM 42,-. ISBN 3-922901-35-2
- 59* *K. Lewin, M. Schacher*: Studienanfänger im Wintersemester 1985/86 - Studium an Universität oder Fachhochschule
1986. 87 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-36-0
- 60* *F. Stratmann, I. Holzkamm*: Chemikalienversorgung und -entsorgung in Hochschulen - Bericht zur Beschaffung, Lagerung und Verteilung von Chemikalien und Entsorgung von chemischen Sonderabfällen in Hochschulen
1986. 138 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-37-9
- 61* *R. Reissert, B. Marciszewski*: Studienverlauf und Berufseintritt - Ergebnisse einer Befragung von Hochschulabsolventen und Studienabbrechern des Studienjahres 1984
1987. 130 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-38-7
- 62 *K. Lewin, M. Schacher*: Studienanfänger im Wintersemester 1986/87 - Immer mehr Abiturienten an Fachhochschulen
1987. 130 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-39-5

- 63 *F. Kazemzadeh, K.-H. Minks, R.-R. Nigmann: "Studierfähigkeit" - Eine Untersuchung des Übergangs vom Gymnasium zur Universität*
1987. 300 S., DM 42,-. ISBN 3-922901-40-9
- 64 *K. Schnitzer, R. Holtkamp: Studium in Berlin - Untersuchung zur Situation von Studierenden an Berliner Hochschulen*
1987. 260 S., DM 42,-. ISBN 3-922901-41-7
- 65* *M. Kahle, F. van Dijk: Zentrale Gebäudeleittechnik in Hochschulkliniken - Untersuchung zum ZLT-G-Einsatz*
1987. 138 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-43-4
- 66* *H. König, C. Schnoor: Bestandserhaltung von Hochschulgebäuden - Untersuchung zu den Rechtsgrundlagen, den Einflußgrößen und dem zukünftigen Mittelbedarf*
1988. 220 S., DM 40,-. ISBN 3-922901-44-1
- 68 *B. Weidner-Russell, K. Haase: Nachfrage an Infrastruktureinrichtungen an Hochschulen. Materialien zu den Bereichen Bibliotheken; sonstige Arbeitsplätze der Hochschulen; Fortbildung und studienbegleitende Freizeit; Erwerbstätigkeit; Verpflegungseinrichtungen; Wohnen; Verkehr*
1988. 250 S., DM 40,-. ISBN 3-922901-46-8
- 69* *K. Lewin, M. Schacher: Studienanfänger im Wintersemester 1987/88 -Zunahme der Studienanfängerzahlen bei abnehmenden Studienberechtigtenzahlen*
1988. 130. S., DM 36,-. ISBN 3-922901-47-6
- 70 *Studienzeiten auf dem Prüfstand - Dokumentation des HIS-Kolloquiums am 18. u. 19. Mai im Wissenschaftszentrum Bonn - Bad Godesberg*
1988. 360 S., DM 40,-. ISBN 3-922901-48-4
- 71 *F. Stratmann, I. Holzkamm: Sonderabfallentsorgung in Hochschulen -Eine Bestandsaufnahme der derzeitigen Hochschulpraxis.*
1988. 200 S., DM 38,-. ISBN 3-922901-49-2
- 72 *K. Schnitzer, W. Isserstedt: Bildungskredit - Akzeptanzuntersuchung zu einem neuen Finanzierungsmodell im Bildungsbereich (für das Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft*
1988. 69 S., DM 30,-. ISBN 3-922901-50-6
- 73* *M. Kahle, F. van Dijk: Zentrale Gebäudeleittechnik - Hinweise zu Planung und Betrieb von ZLT-Systemen einschließlich DDC*
1989. 65 S., DM 29,90. ISBN 3-922901-51-4
- 74 *R.-R. Nigmann: Abiturienten an Fachhochschulen - Ursachen und Auswirkungen der Attraktivität des Fachhochschulstudiums für Abiturienten*
1989. 120 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-52-2
- 75* *K. Lewin, M. Schacher: Studienanfänger im Wintersemester 1988/89 -Trend zum Studium setzt sich fort*
1989. 190 S., DM 38,-. ISBN 3-922901-53-0

- 76 *R. Holtkamp, F. Kazemzadeh: Das Engagement der Hochschulen in der Weiterbildung - Situation und Perspektiven*
1989. 169 S. DM 36,-. ISBN 3-922901-54-9
- 77* *R. Reissert, H. Schaeper: Pro-forma-Studium - "Studieren" ohne Studienabsicht*
1989. 150. S. DM 36,-. ISBN 3-922901-55-7
- 78 *H. Schaeper: Studium in Berlin - Neuere Entwicklungstendenzen*
1989. 132 S., DM 36,-. ISBN 3-922001-56-5
- 79* *H. Schaeper, K. Schnitzer: Hochschulausbildung in Japan - Abstimmung zwischen Bildungs- und Beschäftigungssystem - Exposé zum Forschungsstand und Forschungsbedarf*
1989. 102 S., DM 32,-. ISBN 3-922901-57-3
- 80 *F. Kazemzadeh: Was halten Hochschullehrer von der Weiterbildung? Ergebnisse einer empirischen Untersuchung*
1989. 65 S., DM 30,-. ISBN 3-922901-54-9
- 81* *F. Kazemzadeh: Gebühren und Entgelte für Weiterbildungsangebote der Hochschulen - Eine Untersuchung zur Finanzierung der wissenschaftlichen Weiterbildung an Hochschulen*
1990. 140. S., DM 32,-. ISBN 3-922901-59-X
- 82 *H.-G. Budde, M. Leszczensky: Behinderte und chronisch Kranke im Studium - Ergebnisse einer Sonderauswertung der 12. Sozialerhebung des Deutschen Studentenwerkes im Sommersemester 1988*
1990. 120. S., DM 36,-. ISBN 3-922901-62-X
- 83 *K. Lewin, M. Schacher: Studienanfänger im Wintersemester 1989/90 - Optimistische Berufserwartungen fördern Studienaufnahme*
1990. 215 S., DM 38,-. ISBN 3-922901-63-8
- 84 *K. Lewin, M. Schacher: Studienberechtigte des Jahres 1976 auf dem Weg in den Beruf bis 1988 - Erwartungen alles in allem erfüllt*
1990. 110 S., DM 36,-. ISBN 3-92901-65-4
- 85 *K. Schnitzer, E. Korte: Untersuchungen über die Beteiligung der Medizin am ERASMUS-Programm - Ergebnisse einer Evaluation*
1990. 110 S., DM 32,-. ISBN 3-922901-66-2
- 86 *E. Frackmann u.a.: EDV-Unterstützung der Mittelbewirtschaftung an Hochschulen*
1991. 146 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-68-9
- 87 *R. Holtkamp: Berufspraktische Weiterqualifizierung von Professorinnen und Professoren an Fachhochschulen und Praxisbezug des Studiums Eine Untersuchung zu den Möglichkeiten der Aktualisierung berufspraktischer Kenntnisse des Lehrkörpers an den Fachhochschulen*
1991. 120 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-70-0

- 88 *K. H. Minks, R. Nigmann*: Hochschulabsolventen 88/89 zwischen Studium und Beruf
1991. 210 S., DM 38,-. ISBN 3-922901-71-9
- 89 *K. Lewin, G.-W. Bathke, M. Schacher, D. Sommer*: Studienanfänger im Wintersemester 90/91 - Studienentscheidung und Studienbeginn in den alten und neuen Ländern
1991. 324 S., DM 45,-. ISBN 3-922901-72-7
- 90* *U. Heublein, F. Kazemzadeh*: Studieren in den neuen Ländern 1991 - Eine Untersuchung zur Studienbefindlichkeit unter strukturell veränderten Bedingungen
1991. 160 S., DM 32,-. ISBN 3-922901-73-5
- 91* Planungs- und Beurteilungskriterien für biotechnologische Forschungsflächen
Bearbeitung: *H. Gerken, K. Haase, P. Jockusch, H. Küsgen*
1991. 210 S., DM 38,-. ISBN 3-922901-75-1
- 92 *R. Holtkamp, K. Schnitzer (Hg.)*: Evaluation des Lehrens und Lernens - Ansätze, Methoden, Instrumente
Evaluationspraxis in den USA, Großbritannien und den Niederlanden
Dokumentation der HIS-Tagung am 20. und 21. Februar 1992 im Wissenschaftszentrum Bonn-Bad Godesberg
1992. 148 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-77-8
- 93 Bauliche Entwicklungsplanung Friedrich-Schiller-Universität Jena
Bearbeitung: *B. Weidner-Russell, K. Haase, C. Schnoor, W. Dunkl, P. Jockusch*
1992. 472 S., DM 50,-. ISBN 3-922901-78-6
- 94 *J. Müller*: Sonderabfallentsorgung in Hochschulen der neuen Länder
Eine Bestandsaufnahme der derzeitigen Hochschulpraxis
1992. 168 S., DM 40,-. ISBN 3-922901-79-4
- 95 *K. Lewin, G.-W. Bathke, U. Heublein, D. Sommer*: Studienanfänger im Wintersemester 1991/92 - Studienentscheidungen in den alten und neuen Ländern: Annäherungstendenzen
1992. 318 S., DM 60,-. ISBN 3-922901-80-8
- 96 *K.-H. Minks, G.-W. Bathke*: Berufliche Integration und Weiterbildung von jungen Akademikern aus den neuen Ländern
1992. 138 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-81-6
- 97 *I. Kahle*: Studierende mit Kindern - Die Studiensituation sowie die wirtschaftliche und soziale Lage der Studierenden mit Kindern in der Bundesrepublik Deutschland.
1993. 107 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-82-4
- 98 *K. Lewin, H. Cordier, D. Sommer*: Bilanz 12 Jahre nach Hochschulreife
Ausbildungs- und Studienverläufe, Berufswahl von Studienberechtigten '78 bis 1990
1993. 126 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-83-2

- 99 *M. Leszczensky*: Der Trend zur studentischen Selbstfinanzierung
Ursachen und Folgen
1993. 298 S., DM 60,-. ISBN 3-922901-84-0
- 100* *H. König, C. Schnoor*: Alternative Verfahren der Planung und Finanzierung von
Hochschulbauten
1993. 196 S., DM 50,-. ISBN 3-922901-85-9
- 101 *I. Holzkamm*: Planung von Gefahrstofflagern in Hochschulen -
Hilfe zur Raumprogrammierung von Sonderabfallzwischenlagern und
Chemikalierversorgungslagern
1993. 122 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-86-7
- 102 *K. Lewin, H. Cordier, U. Heublein, D. Sommer*: Studienanfänger im Wintersemester
1992/93 in den alten und neuen Ländern - zunehmende Angleichung der
Studienfächerstrukturen
1993. 146 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-87-5
- 103 Neue Bauvorhaben an Fachhochschulen - Dokumentation
Bearbeitung: *K. Haase, P. Pfadenhauer, H. Gerken, U. Lange,
B. Weidner-Russell*
1993. 264 S., DM 60,-. ISBN 3-922901-88-3
- 104 *F. Kazemzadeh, M. Schacher, W. Steube*: Hochschulstatistische Indikatoren im
Ländervergleich: Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Niederlande
1994. 181 S., DM 50,-. ISBN 3-922901-89-1
- 105 *W. Fricke, G. Grauer*: Hochschulsozialisation im Sozialwesen
Entwicklung von Persönlichkeit, studienbezogene Einstellungen, berufliche
Orientierungen
1994. 336 S., DM 80,-. ISBN 3-922901-90-5
- 106 *K. Dammann-Doench, B. Vogel*: Materialien zur Mensaplanung
Eine Dokumentation und vergleichende Auswertung von Mensa-Neubauten ab 1985
1994. 350 S., DM 80,-. ISBN 3-922901-91-1
- 107 *K. Lewin, U. Heublein, D. Sommer, H. Cordier, H. Andermann*:
Studienanfänger im Wintersemester 1993/94 in den alten und neuen Ländern
- Studienanfänger immer älter
1994. 136 S., DM 36,-. ISBN 3-922901-94-8
- 108 *M. Leszczensky, H. Thole*: Ausstattungsvergleich niedersächsischer Universitäten
und Fachhochschulen - Methodenentwicklung und exemplarische Anwendung
1995. 197 S., DM 50,-. ISBN 3-922901-96-4
- 109 *B. Vogel, I. Holzkamm*: Sanierung von Chemiegebäuden an Hochschulen
1995. 280 S., DM 60,-. ISBN 3-922901-97-2

- 110 *F. Stratmann, J. Müller*: Organisation des Arbeits- und Umweltschutzes in Hochschulen - Bestandsaufnahme der derzeitigen Hochschulpraxis und Vorschläge zur Organisationsgestaltung
1995. 220 S., DM 55,-. ISBN 3-922901-98-0
- 111 *K. Haase, M. Senf*: Materialien zur Hörsaalplanung
1995. 762 S., DM 80,-. ISBN 3-922901-99-9
- 112 *K. Lewin, U. Heublein, D. Sommer*: Studienanfänger im Wintersemester 1994/95 - Interesse am Ingenieurstudium gesunken
1995. 150 S., DM 50,-. ISBN 3-930447-00-2
- 113 *R. Holtkamp (Hg.)* Forschung und Entwicklung an Fachhochschulen
Dokumentation durchgeführter Vorhaben
1995. 330 S., DM 80,-. ISBN 3-930447-01-0
- 114 *M. Leszczensky, A. Barna, I. Kuhnert, H. Thole*:
Ausstattungsvergleich an der Universität Hannover
Fachbereiche - Lehreinheiten - Studiengänge
Verfahrensbeschreibung und vorläufige Ergebnisse. Eine Untersuchung der HIS GmbH in Zusammenarbeit mit der Universität Hannover. 1995
1995. 133 S., DM 36,-. ISBN 3-930447-02-9
- 115 *R. Holtkamp*: Duale Studienangebote der Fachhochschulen
1996. 144 S., DM 36,-. ISBN 3-930447-03-7
- 116 *K.-H. Minks*: Frauen aus technischen und naturwissenschaftlichen Studiengängen. Eine Untersuchung der Berufsübergänge von Absolventinnen und Absolventen
1996. 110 S., DM 36,-. ISBN 3-930447-04-5
- 117 *Th. Sand, B. Weidner-Russell*: Stellplatzerrichtung an Hochschulen
Bauordnungsrechtliche Grundlagen und deren Handhabung
1996. 132 S., DM 50,-. ISBN 3-930447-05-3
- 118 *H. König, F. Kupfer*: Leasingfinanzierungen - Eine Alternative für den Hochschulbau?
1996. 280 S., DM 60,-. ISBN 3-930447-06-1
- 120 *K. Lewin, U. Heublein, J. Schreiber, D. Sommer*: Studienanfänger im Wintersemester 1995/96 - erstmals mehr Studienanfängerinnen als Studienanfänger an Universitäten
1996. 165 S., DM 50,-. ISBN 3-930447-08-8
- 121 *B. Vogel, W. Scholz*: Wissenschaftliche Werkstätten in Hochschulen
1997. 388 S., DM 95,-. ISBN 3-930447-09-6
- 122 *F. Stratmann, R. Tegtmeyer, M. Mazur*: Fremdvergabe von Aufträgen Technischer Dienste in Hochschulen
1997. 189 S., DM 50,-. ISBN 3-930447-10-X

- 123 *H. Gerken, U. Lange, T. Thauer, B. Weidner-Russell:* Nutzungs- und Kostenflächenarten-Profile im Hochschulbereich
1997. 152 S., DM 50,-. ISBN 3-930447-11-8
- 124 *H. König, H. Kreuter:*
Büroräume/Büroarbeitsplätze in Hochschulen
1997. 230 S. DM 65,-. ISBN 3-930447-12-6
- 125 *M. Leszczcensky, A. Barna, M. Schacher:*
Ausstattungsvergleich niedersächsischer Universitäten und Fachhochschulen II
Kennzahlenergebnisse für 1994 und Vergleich mit den Ergebnissen von 1992
1997. 340 S. DM 95,-. ISBN 3-930447-13-4
- 126 *T. Sand:*
Bauliche Anforderungen und Auswirkungen bei verstärktem Medieneinsatz an Hochschulen - Szenarien
1997. 150 S. DM 50,-. ISBN 3-930447-14-2
- 127 *K. Haase, M. Senf, B. Weidner-Russell:*
Struktur, Studienangebot und Flächen von Kunsthochschulen - Planungsmaterialien
1997. 230 S. DM 65,-. ISBN 3-930447-15-0
- 128 *K. Lewin, U. Heublein, J. Schreiber, D. Sommer:*
Studienangänger im Wintersemester 1996/97 - an Fachhochschulen erstmals mehr Abiturienten als Studienberechtigte mit Fachhochschulreife
1997. 190 S. DM 50,-. ISBN 3-930447-16-9

