

# **Der virtuelle Generalunternehmer – Internetbasiertes Supply Chain Management komplexer FM-Dienste**

Prof. Dr. Michael Bosch, Fachhochschule Albstadt-Sigmaringen  
Christian Breu, Universität Regensburg  
Dr. Norbert S. Meckl Universität Regensburg  
Prof. Dr. Patricia Shiroma-Brockmann, Fachhochschule Nürnberg

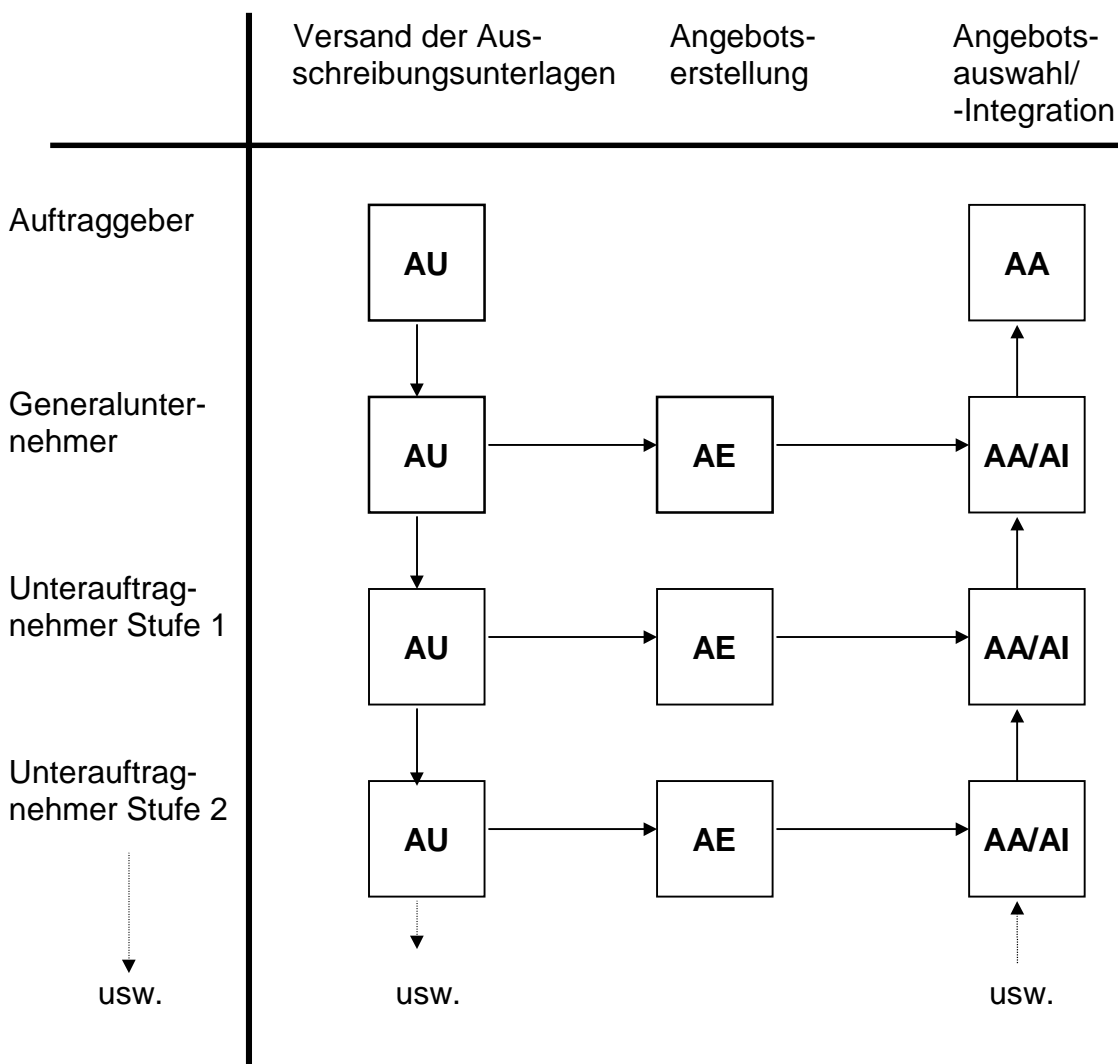
## **1. Einleitung**

Komplexe Facility Management-Aufträge werden in der Praxis zunehmend an Generalunternehmer vergeben. Das GU-Konzept ermöglicht die Abstimmung und Integration der Einzeldienste unter einheitlicher unternehmerischer Verantwortung. Daraus können sich für den Kunden im Vergleich zur Eigenleistung oder Einzelvergabe sowohl Kosten- als auch Leistungsvorteile ergeben. Der Kunde erhält alle FM-Dienstleistungen aus einer Hand und hat im Falle von Leistungsstörungen einen konkreten Ansprechpartner. Im Falle eines Ausfalls des Generalunternehmers kann sich der Kunde bereits bei Vertragsabschluss sämtliche Gewährleistungsansprüche abtreten lassen, die der Generalunternehmer wiederum gegen auftragsausführende Dritte hat. Unterauftragnehmer werden einerseits aufgrund ihrer fachlichen Qualifikation auf einem bestimmten Gebiet und andererseits aus Kostengründen eingeschaltet. Die wesentliche Aufgabe des Generalunternehmers besteht darin, als oberstes Glied der Wertschöpfungskette und Schnittstelle zum Kunden die Unterauftragnehmer auszuwählen, interdisziplinär zu koordinieren, zu steuern und zu überwachen. Voraussetzung für die Umsetzung der oben genannten Kosten- und Leistungsvorteile ist jedoch die professionelle und effiziente Abwicklung der Ausschreibungs- und Angebotsphase bzw. der Auftragsbearbeitung.

## **2. Konventionelle Abwicklung der Ausschreibungs- und Angebotsphase**

Das Verfahren der Ausschreibung und Angebotsabgabe läuft idealtypisch etwa wie folgt ab: Der Kunde schreibt zunächst den betreffenden Auftrag aus bzw. fordert aktiv die grundsätzlich in Frage kommenden Generalunternehmer auf, ein Angebot abzugeben. Daraufhin werden die Ausschreibungsunterlagen auf dem Postwege an interessierte Generalunternehmer versandt. Diese entscheiden nun im Rahmen der Erstellung ihres Angebots, ob sie bestimmte Einzeldienste des Gesamtauftrages an Unterauftragnehmer vergeben. Werden Unterauftragnehmer eingeschaltet, so haben auch diese eine entsprechende „Make or Buy“-Entscheidung zu treffen. Jeder potentielle Auftragnehmer erstellt nun ein Angebot und reicht dieses an seinen jeweils übergeordneten Auftraggeber weiter. Nach einer Auswertung der Angebote durch den unmittelbar übergeordneten Auftraggeber wählt dieser das beste Angebot aus und integriert es wiederum in sein Angebot. Schließlich wird auch dieses Angebot an

den Auftraggeber der nächsthöheren Stufe versandt. Dieser Prozess der Auswahl und Integration setzt sich so lange fort, bis die potentiellen Generalunternehmer ihre Angebote an den Kunden weiterreichen. Dort erfolgt dann die Auswahl des Generalunternehmers. Auch während der Abwicklung des GU-Vertrages werden aufgrund von Kündigungen oder Zeitablauf Neuausschreibungen von Einzeldiensten erforderlich. In seiner traditionellen Form verursacht das beschriebene Verfahren einen hohen Verwaltungsaufwand. Zeitverzögerungen, unverhältnismäßig hohe Kosten und Fehler entstehen vor allem durch den postalischen Versand der Ausschreibungsunterlagen und der Angebote sowie aufgrund der manuellen Übertragung von einem Medium auf ein anderes (Medienbruch). Ausschreibung, Angebotserstellung und Angebotsintegration sind in der folgenden Übersicht nochmals im Zusammenhang dargestellt:



**Abb. 1: Ausschreibung, Angebotserstellung und Angebotsintegration**

### **3. Konventionelle Auftragsbearbeitung**

Bei der Auftragsabwicklung bestehen die wesentlichen Aufgaben eines Generalunternehmers in der Koordination, Steuerung und Überwachung der Unterauftragnehmer mit dem Ziel der Erfüllung des GU-Vertrages. Störungsmeldungen bzw. Meldungen über Abweichungen von den vertraglich festgelegten Sollgrößen treffen beim Generalunternehmer ein, der daraufhin einen überbetrieblichen Geschäftsprozess in Gang setzt, der erst mit der Beseitigung der Störung bzw. der Abweichung durch den unmittelbar ausführenden Unterauftragnehmer und ggf. einer Abnahme durch den Generalunternehmer zum Abschluss kommt. Auch bei der Kontrolle sowie der Erfassung, Weitergabe und Behebung von Störungen und Abweichungen nach traditionellem Muster besteht die Gefahr von hohen Verwaltungskosten und Zeitverlusten, die gegebenenfalls die oben genannten Vorteile der Beauftragung von Unterauftragnehmern überkompensieren. Fehler aufgrund von Medienbrüchen in der Prozesskette können im Extremfall zu verheerenden Personen- und/oder Sachschäden führen, für die der Generalunternehmer gegenüber dem Kunden die volle Verantwortung trägt.

Im folgenden soll daher der Prototyp eines internetbasierten Supply Chain Management Systems vorgestellt, der die dargestellten Nachteile der traditionellen Vorgehensweise vermeiden und eine schnellere, bessere und kostengünstigere Ausschreibung und Abwicklung von FM-Aufträgen gewährleistet.

### **4. Internetbasierte Abwicklung der Ausschreibungs- und Angebotsphase**

#### **4.1. Konzeption**

Das Konzept eines internetbasierten Supply Chain Management Systems basiert auf dem Ansatz einer zentral gehaltenen Datenbasis mit Web-Interface, d.h. die Ein- und Ausgabe erfolgt über das Internet mit Hilfe eines Browsers. Über dynamisch und individuell generierte Formulare wird jedem Benutzer eine für ihn passende Ansicht auf die Datenbasis gewährt. Die Autorisierung des Benutzers erfolgt über ein zuvor gewähltes, eindeutiges Login-Muster.

Das System ermöglicht zunächst eine vollautomatische Ausschreibung und Angebotsabgabe auf allen Ebenen des vom Generalunternehmer geführten Konsortiums. Im Einzelnen gestaltet sich das Vorgehen während der Auftragsvergabephase auf folgende Weise:

Ein Auftraggeber gibt auf der obersten Hierarchieebene Leistungsverzeichnisse (LV) mit allen nötigen Informationen in die Datenbank ein und fordert potentielle FM-Auftragnehmer (z.B. einen Generalunternehmer) auf, ein Angebot abzugeben. Diese Aufforderung kann über verschiedene sichere elektronische Medien erfolgen und

muss keinerlei Angaben über die Inhalte der Ausschreibung enthalten. Diese holt sich der jeweilige Auftragnehmer über die ihm mitgeteilte Adresse im Internet. Über ein ihm vom Auftraggeber mitgeteiltes Login-Muster authentifiziert sich der Auftragnehmer im System, hat Einblick in die LV-Daten und kann sein Angebot über das Internet abgeben. Ist ein Angebot eingegangen, so wird der Auftraggeber automatisch über eMail oder über Mobiltelefon (SMS) informiert. Der Auftraggeber kann sich daraufhin mit Hilfe des Systems jederzeit über die bereits eingegangenen Angebote informieren. Zusätzlich erstellt das System Analysen auf deren Grundlage eine automatische Vorauswahl bzw. Reihung der Angebote erfolgt.

Will der Auftraggeber Unterauftragnehmer einbeziehen, so stellt er die betreffenden Leistungsbereiche nach dem oben beschriebenen Muster wiederum auf einer Webseite zur Verfügung und fordert potentielle Unterauftragnehmer auf, ihrerseits Angebote abzugeben. So ergibt sich eine hierarchische Vertrags- und Leistungserbringungsstruktur, in der jeder Auftragnehmer Einblick in sämtliche Daten seiner eigenen sowie der ihm untergeordneten Ebenen erhält. Nach Vergabe der Aufträge werden auf jeder Stufe nicht mehr benötigte Daten gelöscht und nicht mehr relevante Benutzerrechte entzogen.

Das System enthält weiterhin eine prototypisch implementierte Kommunikationsplattform. Hier können in der oben erläuterten Struktur Nachrichten hinterlegt, elektronische Dokumente diskutiert und sonstige Vorschläge unterbreitet werden.

Der Datenabgleich in der Ausschreibungs- und Angebotsphase kann alternativ zu den Formularschnittstellen auch über vereinbarte Universalschnittstellen wie ASCII-Dateien oder SQL an die jeweils internen DV-Systeme (Datenbank, CAFM-Software) erfolgen. Diese Daten können über das Internet aufgeladen (Push-Prinzip) oder, wenn das Unternehmen bereit ist, dem System einen direkten Zugang zu gewähren, selbständig geholt werden (Pull-Prinzip). Insoweit entfallen dann manuelle Eingaben über die oben beschriebenen Formulare.

#### 4.2. Technische Realisation

Die performante, sichere und stabile Erfassung und Verarbeitung der Daten wird durch die Nutzung serverbasierter Technologien erreicht. Durch die Haltung der Daten in einem standardisierten Datenbankformat ist eine Skalierung und eine weitere Verarbeitung in anderen Anwendungen möglich.

Die Anwendungs-Logik steckt in einer serverseitigen Java-Applikation, die auf einem zentralen Web-Server läuft. Sie übernimmt die Schnittstelle zwischen der Datenbasis und der Web-Applikation und ist verantwortlich für Benutzer-Verifikation, Datenbankzugriffe, Datenverarbeitung, Applikations-Logik, Generierung der Web-Inhalte und Layout. Dem „Thin-Client-Prinzip“ folgend, übernimmt der Server die ganze Rechenlast der Applikation, so dass auf der Client-Seite nur ein PC ab 486 bzw. ein entsprechender UNIX oder MAC-Rechner mit Internet-Anschluss und einem Client-Browser der vorletzten Generation (Internet Explorer 4, Netscape Communicator 4) benötigt

wird. Folglich braucht das Unternehmen in aller Regel keine neue Software zu installieren.

Der Standort des Web-Servers ist für die technische Realisation von untergeordneter Bedeutung. Das System ist als Application Service Provider-(ASP)-Dienst konzipiert und wird von einem ASP-Provider betrieben. Für die Nutzung ist eine monatliche Miete zu entrichten.

Die Anfragen des Client-Browsers werden durch gekapselte Software-Module (Java-Servlets und Java-Beans), auf dem Server verarbeitet. Daraufhin werden entsprechende Datenbank-Abfragen gestartet. Die Abfrageergebnisse werden anschließend an Java Server Pages (JSP) gesendet, welche die Daten grafisch aufbereiten, in für den Browser verständliche HTML-Seiten einbetten und an den Client schicken. Durch die Verwendung von Java als Programmiersprache wird eine völlige Unabhängigkeit vom Betriebssystem (z.B. WINDOWS NT, LINUX, Solaris) des Web-Servers erreicht. Der Zugriff auf die zentrale Datenbank erfolgt über die Standard-Schnittstelle SQL. Je nach Umfang des Auftrages kann somit auf eine passende Datenbankumgebung, z.B. Oracle für größere oder MySQL für kleinere Aufträge zugegriffen werden. Das clientseitige Javascript wird nur für Navigationszwecke, Fehlermeldungen oder Validationsprüfungen verwendet, so daß Falscheingaben des Benutzers gar nicht erst zum Server gelangen, sondern der Benutzer schon vor Abschicken seiner Anfrage oder Eingabe darauf aufmerksam gemacht wird.

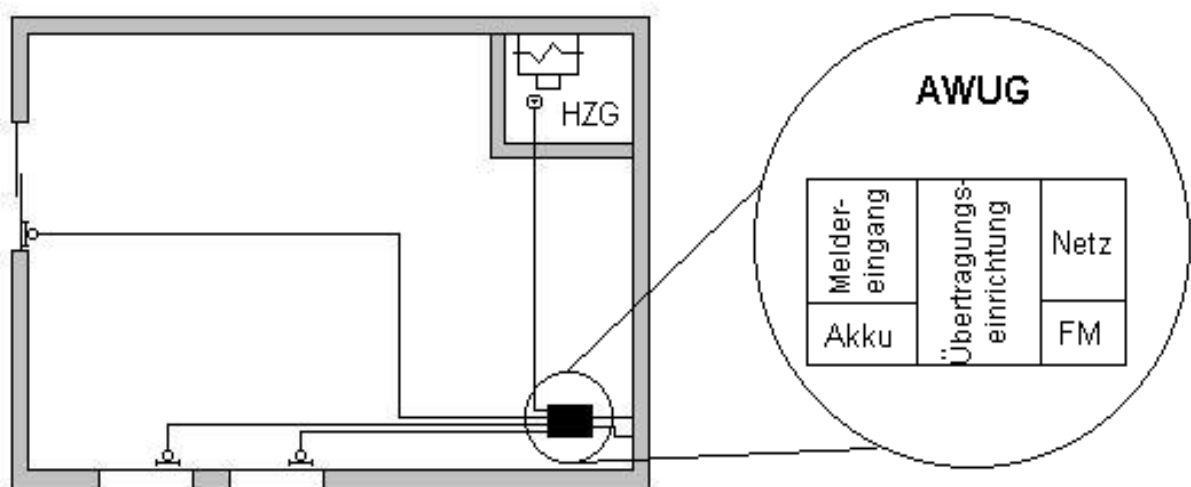
Neben der Ausgabe der Daten über einen Browser bietet das System weitere Übertragungsformate an. Der zunehmenden Bedeutung der Meta-Datendefinitionssprache XML als universellem und plattformunabhängigem Datenformat wird in dem Maße Rechnung getragen, als optional, den dafür ausgerichteten Auftragnehmern FM-Daten in XML für weitere Analysen zur Verfügung gestellt werden können. XML bildet auch die Grundlage für den ebenfalls im System prototypisch implementierten WAP-Dienst, mit dessen Hilfe dem Auftragnehmer besonders zeitkritische FM-Daten auf das WAP-fähige Mobiltelefon oder auf andere hierfür geeignete Endgeräte gespielt werden. Weiterhin bestünde grundsätzlich auch die Möglichkeit, FM-Daten mit Hilfe von VoiceXML als Sprache an ein Mobiltelefon zu übermitteln.

## **5. Auftragsabwicklung**

### **5.1. Technische Voraussetzungen im Gebäude**

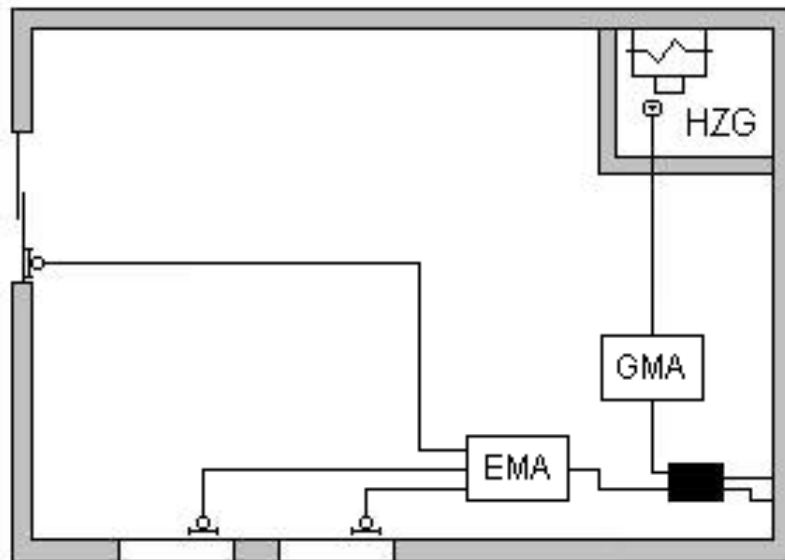
Die Abwicklung eines FM-Auftrages mit dem hier beschriebenen System erfordert grundsätzlich eine in den Gebäuden vorhandene Leittechnik und Vernetzung. Bisher sind gebäudeinterne Netze eher selten installiert. Die Gründe hierfür liegen zum einen in den hohen Kosten solcher Anlagen, die in der Vergangenheit bereits bei Errichtung des Gebäudes geplant und installiert werden mussten. Ein weiterer Grund ist die Vielfalt an unterschiedlichen und inkompatiblen Systemen (EHS, EIB, Batibus in Europa, LON, CEBus, X-10 und SmartHome in den USA, TRON oder HBS in Japan).

Im folgenden wird eine Kategorisierung für die Installation von Gebäudeleittechnik in bestehenden und bereits bewirtschafteten Gebäuden mit technischer Grundausstattung sowie technischer Zusatzausstattung vorgenommen, bevor auf zukünftige Möglichkeiten der Gebäudeüberwachung eingegangen wird, welche sich durch die Definition von neuen Standards und der Nutzung neuer Übertragungswege ergeben. Zur Aufnahme und Weiterleitung der Zustandsdaten eines bestehenden, bereits bewirtschafteten Gebäudes mit technischer Grundausstattung (Elektroinstallation, Heizung, Sanitär, Netz- und Fernmeldeanschluss) bietet sich eine „Automatische Wähl- und Übertragungseinrichtung“ (AWUG) an. Die Übertragungsgeräte sind in 8- oder 16-Kanal-Ausführung mit den entsprechenden Sensoren erhältlich. Die Sensoren können auch in Reihe an einen Kanal geschaltet werden, wodurch man die Anzahl der überwachten Zustände erhöhen kann, jedoch führt dies zu einer Einschränkung der Spezifizierung des Störsignals. Exakte Aussagen über den Grund und die Lokalität einer Störung in dem jeweiligen Gebäudekomplex lassen sich nicht mehr treffen.



**Abb. 2: AWUG in Gebäuden mit technischer Grundausstattung**

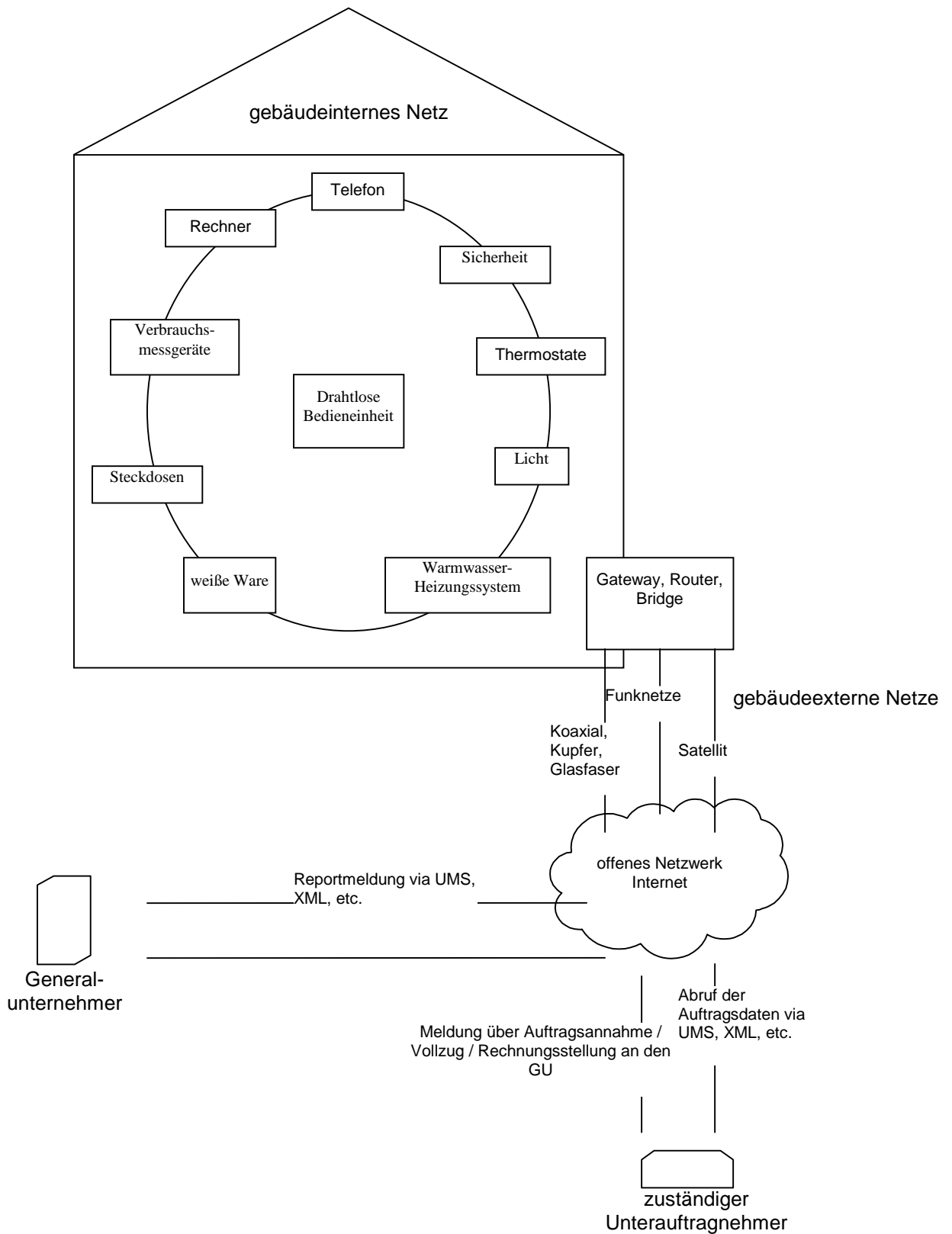
Bei bestehenden Gebäuden, die bereits mit einer technischen Zusatzausstattung für die Überwachung grundlegender Gebäudezustände versehen sind, wie einer Einbruchmeldeanlage (EMA), einer Brandmeldeanlage (BMA) und einer Gefahrenmeldeanlage (GMA) kann eine Aufschaltung dieser bestehenden Systeme auf die AWUG-Anlage erfolgen. Die Signale der Sensoren werden also bereits in der Meldeanlage aufbereitet und dann an das AWUG weitergeleitet. Die jeweiligen Meldeanlagen können nur ihre spezifischen Sensoren auswerten, der Anschluss neuer Sensoren zur Überwachung weiterer Gebäudezustände ist nicht möglich. So können z.B. Einbruchmeldeanlagen nur Magnet- und Riegelkontakte interpretieren, jedoch keine Temperaturparameter.



**Abb. 3: AWUG in Gebäuden mit technischer Zusatzausstattung**

Führende Unternehmen für Gebäudeautomatisierungs- und Sicherheitstechniken wie z.B. Siemens konnten bisher den Markt nicht durchdringen, so dass viele Gebäude heute noch keine Gebäudeleittechnik besitzen. Neue Standards, wie z.B. Jini (Sun), Universal Plug and Play (Microsoft) und Bluetooth (IBM) gepaart mit der Möglichkeit der Informationsübermittlung über offene Netze (Internet) bieten die Möglichkeit, unabhängig von einem proprietären Bus verschiedene Geräte ohne Umbaumaßnahmen, vernetzt über Funktechniken zu nutzen.

Sogenannte Inhouse-Vernetzungen sind nicht nur bei Industriegebäuden sondern auch bei privaten Eigenheimen auf dem Vormarsch. So prognostizieren Marktforscher der Firma Sigma Consultants im Jahr 2003 allein im privatem Bereich Umsätze in Höhe von 37 Milliarden Euro. Netzwerkhersteller wie etwa Cisco haben Pilotprojekte in verschiedenen Ländern (Internet-Homes in Italien, Schweden, der Schweiz und Australien) gestartet. Es ist zu erwarten, daß die Kosten für Systeme zur Gebäudeüberwachung weiter sinken und durch das Engagement führender Netzwerkhersteller die Integration bei steigender Flexibilität zunimmt.



**Abb. 4: Inhouse-Vernetzung und Datenübertragung zum Auftragnehmer**



## 5.2. Operative Prozesse

Im Rahmen der Auftragsabwicklung ist bei Störungen bzw. Soll-Ist-Abweichungen, die sensorisch festgestellt werden können (z.B. Brand, Glasbruch, Temperaturdifferenz, Luftverunreinigung, Schäden an der Gebäudeleittechnik, Aufzugsdefekte), eine vollautomatische Beauftragung des jeweils unmittelbar zuständigen Auftragnehmers über das Unified-Messaging-Verfahren (Mobiltelefon, Pager, SMS, eMail, Fax und Telefon) möglich. Auch die Vollzugsmeldung des Auftragnehmers wird über Online-Verbindungen direkt an den GU gesandt und dort protokolliert. Damit kann der GU jederzeit realzeitlich feststellen, welche Prozesse gemeldet, in Bearbeitung oder beendet sind und kann statistische Auswertungen über einzelne Aufträge im Vergleich zu ähnlichen oder der Gesamtzahl aller aktuellen und historischen Aufträge erstellen. Damit wird ein Benchmarking der Unterauftragnehmer mit dem Ziel weiterer Qualitätsverbesserungen möglich. Alle Soll-Ist-Abweichungen, die nicht durch Sensoren kontrolliert werden können sondern durch eine Inspektion festgestellt werden müssen (z.B. Qualität der Gebäudereinigung, Zustand des Gebäudes und der Außenanlagen), können an Ort und Stelle mit einem Mobilgerät (z.B. Palm) erfasst sowie über Telekommunikationsverbindungen in die Datenbasis eingespeist und damit dem zuständigen Auftragnehmer zur Kenntnis gebracht werden. Für den Betrieb des Systems ist bei dem Generalunternehmer und bei allen Unterauftragnehmer lediglich ein PC bzw. Notebook mit einem konventionellen Webinterface erforderlich.

Die Rechnungsstellung der Unterauftragnehmer an den GU kann ebenfalls über die hier beschriebenen Datenkommunikationswege erfolgen. Der GU bzw. der Unterauftragnehmer übermittelt dabei die Rechnungsdaten an den sogenannten Electronic-Bill-Server, von welchem die Daten aufbereitet und in das gewünschte Format gebracht werden. Die Daten- und Layout-Aufbereitung kann sowohl für eine webbasierte Rechnungsübermittlung als auch in jedem anderen gewünschtem Format (z.B. rtf- oder XML-Format) erfolgen. Die Übertragung erfolgt im SSL-Verfahren (Secure-Socket-Layer; siehe 6. Systemsicherheit) und wird rechtsverbindlich durch den Gebrauch einer gesetzeskonformen digitalen Signatur, welche von autorisierten Zertifizierungsstellen zu erhalten sind.

Durch die Nutzung des EB-Servers wird eine maximale Datenintegration durch automatische Übermittlungsmeldungen in das Rechnungswesen der beteiligten Unternehmen erreicht und damit eine schnelle Rechnungsabwicklung gewährleistet.

## 6. Systemsicherheit

Das System verfügt über die heute maximal möglichen Sicherheitsstandards für eBusiness Anwendungen. Der Zugriff auf die Datenbank erfolgt nach strengen Sicherheitsprüfungen und ist erst nach einer erfolgreichen Identifizierung des Benutzers möglich. Eine Verifizierung der Benutzer kann dabei grundsätzlich über einfache Login-Passwörter bis hin zu KeyCard- und biometrischen Verfahren erfolgen.

Mit der Anmeldung des Clients beginnt eine Sitzung, die solange andauert, bis sich der Client entweder aktiv abmeldet oder über zehn Minuten hinweg keine Anfragen mehr an den Server schickt. Nach Ablauf einer Sitzung muss sich der Benutzer erneut anmelden. Über die gesamte Sitzung bleiben die persönlichen Benutzerdaten erhalten um damit die spezifischen Web-Inhalte zu generieren. So wird sichergestellt, dass nur die für einen Auftragnehmer relevanten Inhalte vom Server gesendet werden. Unbefugte externe Zugriffe auf die Datenbasis werden mit einem „Firewall“ vermieden.

Um das Abhören der Verbindung und/oder das Verfälschen des Datentransfers zu verhindern, verfügt das System über eine sichere Internet-Verbindung, die mit dem bewährten SSL (Secure-Socket-Layer)-Verschlüsselungs-Verfahren hergestellt wird. Die SSL-Technologie verschlüsselt die vom Server generierten Daten bevor sie über das Internet geschickt werden, autorisiert den Server beim Internet-User und verifiziert die Unversehrtheit der Daten. Die Autorisierung erfolgt mit Hilfe von digitalen Zertifikaten, die von vertrauenswürdigen Dritten, sogenannten Trust Centern, ausgestellt werden.

## **7. Ausblick**

Mit dem vorgestellten Programm wurde der Versuch unternommen, ein internetbasiertes Ausschreibungs- und Auftragsabwicklungssystem für das Facility Management auf dem neuesten Stand der Technik zu realisieren. Der Erfolg eines derartigen Systems wird in hohem Maße davon abhängen, inwieweit die potentiellen Nutzer bereit sein werden, ihre konventionelle Arbeitsweise zu überdenken. Das System liegt derzeit in Form eines Prototyps vor, d.h. die gesamte Funktionalität ist noch nicht vollständig implementiert. Zusammen mit der objektorientierten Struktur ergibt sich daraus der Vorteil der schnellen Anpassungsfähigkeit an individuelle Gegebenheiten eines bestimmten Betriebes. Neben dem Generalunternehmer im klassischen Sinne kann das System auch Handwerkerzusammenschlüsse bei der Ausschreibungs- und Angebotsphase sowie bei der Auftragsabwicklung unterstützen.

## **Quellen**

Bosch, Shiroma-Brockmann, Meckl, Breu: WB-B2B – A Web-Based Tool for International Project Management, Toronto, 2000.

c't, Nr. 24, S. 37, Verlag Heinz Heise, 2000.

Seminar zu „Strategische Planung, Bewirtschaftung, Nutzungsänderung“ an der Fachhochschule Albstadt-Sigmaringen im Sommersemester 2000.

<http://www.ssl.com>