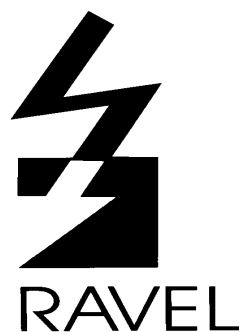


1993 724.397.32.54 D

Materialien zu RAVEL

Einsatz der integralen Gebäudeautomatisierung für die Betriebsführung

**Stefan Graf
Walter Arnold
Ueli Burkart**



**Ressort 32: Integrale
Gebäudeautomatisierung**

Bundesamt für Konjunkturfragen

Adressen:

Herausgeber:

Bundesamt für Konjunkturfragen (Bf K)

Belpstrasse 53

3003 Bern

Tel.: 031/322 21 39

Fax: 031/372 41 02

Geschäftsstelle: RAVEL

c/o Amstein+Walthert AG

Leutschenbachstrasse 45

8050 Zürich

Tel.: 01/305 91 11

Fax: 01/305 92 14

Ressortleiter: Jean-Marc Chuard Enerconom AG

Hochfeldstrasse 34

3012 Bern

Tel.: 031/301 97 23

Fax: 031/302 63 53

Autoren:

Stefan Graf

Walter Arnold

Ueli Burkart

Alfacel AG Riedstrasse 3 6330 Cham

Tel.: 042/41 88 14

Fax: 042/41 18 48

Diese Studie gehört zu einer Reihe von Untersuchungen, welche zu Handen des Impulsprogrammes RAVEL von Dritten erarbeitet wurde. Das Bundesamt für Konjunkturfragen und die von ihm eingesetzte Programmleitung geben die vorliegende Studie zur Veröffentlichung frei. Die inhaltliche Verantwortung liegt bei den Autoren und der zuständigen Ressortleitung.

Copyright Bundesamt für Konjunkturfragen 3003 Bern, September 1993

Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe er-

laubt. Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern (Best. Nr. 724.397.32.54 D)

Form. 724.397.32.54 D 09.93 500

RAVEL - Materialien zu RAVEL

Materialien zu RAVEL

Einsatz der integralen Gebäudeautomatisierung für die Betriebsführung

Stefan Graf



Walter Arnold
Ueli Burkart

Impulsprogramm RAVEL
RAVEL - Materialien zu RAVEL

Bundesamt für Konjunkturfragen

Einsatz der IGA

für die Betriebsführung

Schlussbericht

RAVEL - Untersuchungsprojekt
Nr. 32.54

Bern, den 15. März 1993
Stefan Graf
Projekt Nr. 92-164

INHALTSVERZEICHNIS

1	Das Wichtigste in Kürze	3
1.	Les points importants en bref	5
2.	Projektbeschrieb	7
2.1	Zielsetzung	7
2.2	Projektablauf	7
3.	Systemarchitektur Leittechnik	9
3.1	Konzept Leittechnik	10
3.2	Planungsteam & -bereiche	13
3.3	Ausführung der Leittechnik	14
3.4	Betrieb	16
3.5	Schlussbetrachtung	18
4.	Betriebsführung/Betriebsorganisation	21
4.1	Ausgangslage	22
4.2	Wie kann eine effiziente Betriebsführung erreicht werden	30
4.3	Betriebserfahrung	31

INHALTSVERZEICHNIS

5.	Erkennen und Analysieren von Fehlfunktionen	35
5.1	Ausreichende Sensorik	36
5.2	Datenerfassung und Weiterleitung	37
5.3	Fehlerbehebung/-analyse	43
5.4	Rapporte	44
6.	Wirtschaftlichkeit	49
6.1	Grundannahme	50
6.2	Wirtschaftlichkeitsberechnung	52
6.3	Einzelfragen	54

1 . Das Wichtigste in Kürze

Im Rahmen des RAVEL-Untersuchungsprojektes 32.54 "Einsatz der IGA für die Betriebsführung" wurde die Schnittstelle zwischen IGA und Gebäudebetreiber anhand des im April 1992 in Betrieb genommenen Rechenzentrums der Winterthur Versicherungen untersucht.

Schwerpunkte der Untersuchung bildeten:

- * Systemarchitektur
- * Betriebsführung/Betriebsorganisation
- * Erkennen von Fehlfunktionen
- * Wirtschaftlichkeit

Die wichtigsten Ergebnisse sind nachfolgend zusammenfassend aufgeführt:

- * Die ursprünglich gesteckten Betriebsziele wurden nicht erreicht.
- * Einige Infrastrukturanlagen werden von der IGA mangelhaft oder gar nicht überwacht.
- * Der Betreiber ist mit vielen Anpassungsarbeiten belastet und kann dadurch seine eigentlichen Ueberwachungs- und Optimierungsfunktion ungenügend nachkommen.
- * Trotz verschiedenen Problemen ist die IGA für den Betreiber das zentrale Führungswerkzeug ohne das ein kontrollierter Betrieb nicht möglich wäre.
- * Die IGA ist auch mit vorsichtigen Einschätzungen des Sparpotentials für die Betriebsführung eindeutig wirtschaftlich.

Die Ergebnisse reflektieren gesamthaft gesehen eine Situation, wie sie häufig in grossen Projekten anzutreffen ist. Eine Verbesserung lässt sich nur erreichen, wenn alle beteiligten Fachingenieure integral zusammenarbeiten und die Anforderungen des Betreibers frühzeitig definiert und letztlich konsequent im Projekt umgesetzt werden.

1. Das Wichtigste in Kürze

1 . Les points importants en bref

Dans le cadre du projet de recherche RAVEL 32.54 "gestion technique centralisée du bâtiment (GTC) pour la conduite de l'exploitation", nous avons procédé à une étude de l'interface entre la GTC et l'exploitant dans le cas du centre de calcul de la Winterthour Assurances, mis en service en avril 1992.

L'enquête a révélé l'importance des points suivants:

architecture du système

conduite et organisation de l'exploitation

* détection des fonctions défaillantes

* rentabilité

Les principaux résultats peuvent être résumés ainsi:

* Les objectifs fixés initialement pour l'exploitation n'ont pas été atteints.

* La GTC ne surveille qu'insuffisamment ou même pas du tout certaines installations.

* L'exploitant doit se charger d'un grand travail d'adaptation et ne peut dès lors plus satisfaire son propre rôle de surveillance et d'optimisation.

* Malgré différents problèmes, la GTC est l'outil central de la conduite de l'exploitation. Sans lui, aucun contrôle d'exploitation ne serait possible.

* Même avec des estimations prudentes du potentiel d'économie, la GTC pour la conduite de l'exploitation est clairement rentable.

Les résultats reflètent globalement une situation qui se rencontre souvent dans les grands projets: une amélioration n'est possible que si tous les ingénieurs concernés collaborent étroitement et si les exigences de l'exploitant sont définies très tôt afin d'être intégrées dans le projet.

1 . Les points importants en bref

2. Projektbeschreibung

Das RAVEL-Untersuchungsprojekt 32.54 bildet eine Grundlage für das Umsetzungsprojekt 32.04 "Einsatz der integralen Gebäudeautomatisierung (IGA), -optimierung und Betrieb".

2.1 Zielsetzung

Integrale Gebäudeautomation erstreckt sich über alle Bereiche der Haustechnik. Die Untersuchung in einem kürzlich fertiggestellten Rechenzentrum soll zeigen, wie sich herkömmliche Planungsstrukturen auf die Systemarchitektur auswirken und welche Bearbeitungsschritte in keinem IGA-Projekt, sei es ein Neubau, Umbau oder eine Systemerweiterung, fehlen dürfen. Im weiteren wird die Wirtschaftlichkeit anhand des Musterprojektes untersucht und ausgewertet.

2.2 Projektablauf

Zusammen mit dem Betreiber wurde der Projektverlauf in bezug auf Organisation, Konzepte und Zielerreichung rekonstruiert. Eine Analyse des "Ist"-Zustandes bildet letztlich die Basis für konkrete Vorschläge von Massnahmen, die eine bessere Zielerreichung ermöglichen sollen.

3. Systemarchitektur Leittechnik

3.1 Konzept Leittechnik

Zielsetzung, Aufgabenbereiche
Systemarchitektur, Nummerie-
rungskonzept.

Seite 10

3.2 Planungsteam und Planungsbereiche

Zusammensetzung des Planungs-
teams und die zugeordneten Planungsberei-
che.

Seite 13

3.3 Ausführung der Leittechnik

Was wurde gemäss Konzept ausgeführt und
was wurde vernachlässigt.

Seite 14

3.4 Betrieb

Betriebserfahrungen und
betriebliche Anpassungen.

Seite 16

3.5 Schlussbetrachtung

Seite 18

Einleitung

Leitsysteme sind für den Betreiber von Haustechnikanlagen ein Werkzeug für die Ausführung der täglichen Arbeiten. Dieses Werkzeug muss den Aufgaben des Betreibers möglichst optimal angepasst werden.

Um eine optimale Planung und Ausführung des Leitsystemes zu gewährleisten, ist es entscheidend, dass die Betriebsführung und Betriebsorganisation vor dem Erstellen des Automationskonzeptes festgelegt werden.

Das Automationskonzept muss der Betriebsorganisation angepasst werden. Dies bedeutet, dass die Bedien- und Signalisierebenen (Schaltschrank, zentral, fern) sowie deren Anzeige- und Eingriffstiefe dem Betrieb angepasst werden. Ebenfalls soll ein den Bedürfnissen des Betriebes entsprechendes Bezeichnungskonzept für Gebäude, Ortsangaben, Schaltschränke, Anlagen und Apparate ausgearbeitet werden.

Erst auf einer solchen Grundlage kann eine optimale Planung und Ausführung der Leittechnik gewährleistet werden.

Ohne auf spezifische Fragen einzugehen, wird im vorliegenden Kapitel, in geraffter Form aufgezeigt, wie die Leittechnik in einem grossen Objekt geplant und ausgeführt wurde, und welche Erfahrungen der Betreiber mit der Leittechnik gemacht hat. In diesem Kapitel sind 3 Grafiken enthalten, welche zeigen was geplant war, was ausgeführt wurde und welche Anpassungen der Betreiber bisher vorgenommen hat.

In der Schlussbetrachtung werden einige Darlegungen und Bemerkungen zur Planung und Ausführung sowie zum Betrieb festgehalten.

3.1 Konzept Leittechnik

3.1.1 Zielsetzungen

- * Bedienung und Ueberwachung der angeschlossenen Infrastrukturanlagen HLK-Technik, Sicherheit, Elektro.
- * Einfache, praktische Anpassungsmöglichkeiten der Systemverfunktionen an die ständig wechselnden Anforderungen des Betriebes.
- * Bei Ausfall eines der beiden Leitsysteme resp. der Datenkommunikation, muss eine reduzierte Information automatisch auf das andere System übertragen werden.

3.1.2 Gesamtkonzept Leittechnik

Leitsysteme:

Das Leitsystem HLK der Firma L&G für die Ueberwachung, Bedienung, Steuerung und Regelung der Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage (HLK-Anlagen).

Das Leitsystem Elektro (Schaltanlagenleitsystem) der Firma ABB für die Bedienung, Ueberwachung und Steuerung der Elektroanlagen (zentrale Starkstromanlagen).

Sicherheitssysteme:

Die Gruppe der Sicherheitssysteme der Firma Securiton umfasst Brandmeldeanlage, Einbruchmeldeanlage, Zutrittskontrollanlage, Fernsehüberwachungsanlage, Wasseralarmanlage und CO2-Löschung.

Andere Automatisierungssysteme:

Einzelraumregelsystem der Firma Landis & Gyr.

Pro Stockwerkverteiler eine autonome SPS (Siemens) für die Steuerung der Beleuchtung.

Eine SPS für die Steuerung der Toranlagen.

AUFGABENBEREICH DES LEITSYSTEMES HLK

- * Steuern, Regeln und Ueberwachen der HLK-Anlagen
- * Ueberwachen der Sicherheitsanlagen, Stockwerkverteiler, Systemraumverteiler, Liftanlagen, Kommunikationsanlagen, Storenanlage, Torsteuerungen und die diversen Anlagen. (Im wesentlichen sind dies Sammelmeldungen.)
- * Zeitgesteuerte Ausschaltbefehle für die Beleuchtung

* Ueberwacht das Leitsystem Elektro und bei Ausfall desselben, werden redundante Sammelmeldungen aus den Elektroanlagen verarbeitet.

AUFGABENBEREICH DES LEITSYSTEMES ELEKTRO

* Steuern und Ueberwachen der zentralen Starkstromanlagen.

* Ueberwachen des Leitsystemes HLK und bei Ausfall desselben, werden redundante Sammelmeldungen aus den vom Leitsystem HLK überwachten Anlagen verarbeitet.

3.1.3 Architektur der Leitsysteme

Leitsystem HLK:

* 1 Leitrechner mit Multiuser-Betriebssystem

* 4 Farbgrafik-Bildschirme

* 3 Datensichtgeräte

* 6 Protokolldrucker

* 7 5 Modular aufgebaute, autonome Unterstationen, über Datenringleitungen an den Leitrechner angeschlossen.

Leitsystem Elektro:

* 1 Kommunikationsrechner

* 3 Farbgrafik-Bildschirme

* 3 Protokolldrucker

* 1 Blindschaltbild

* 6 Modular aufgebaute, autonome Unterstationen, über serielle Verbindungen an den Kommunikationsrechner angeschlossen.

3.1.4 Nummerierungskonzept

Für die Nummerierung von Anlagen, Apparaten, Schaltschränken und Datenpunkten wurde ein detailliertes Konzept erarbeitet.

Gesamtkonzept Leittechnik / Planungsteam und Planungsbereiche

↕ Überwachen / Steuern / Regeln

↔ Befehle und Sammelmeldungen

↑ Sammelmeldungen

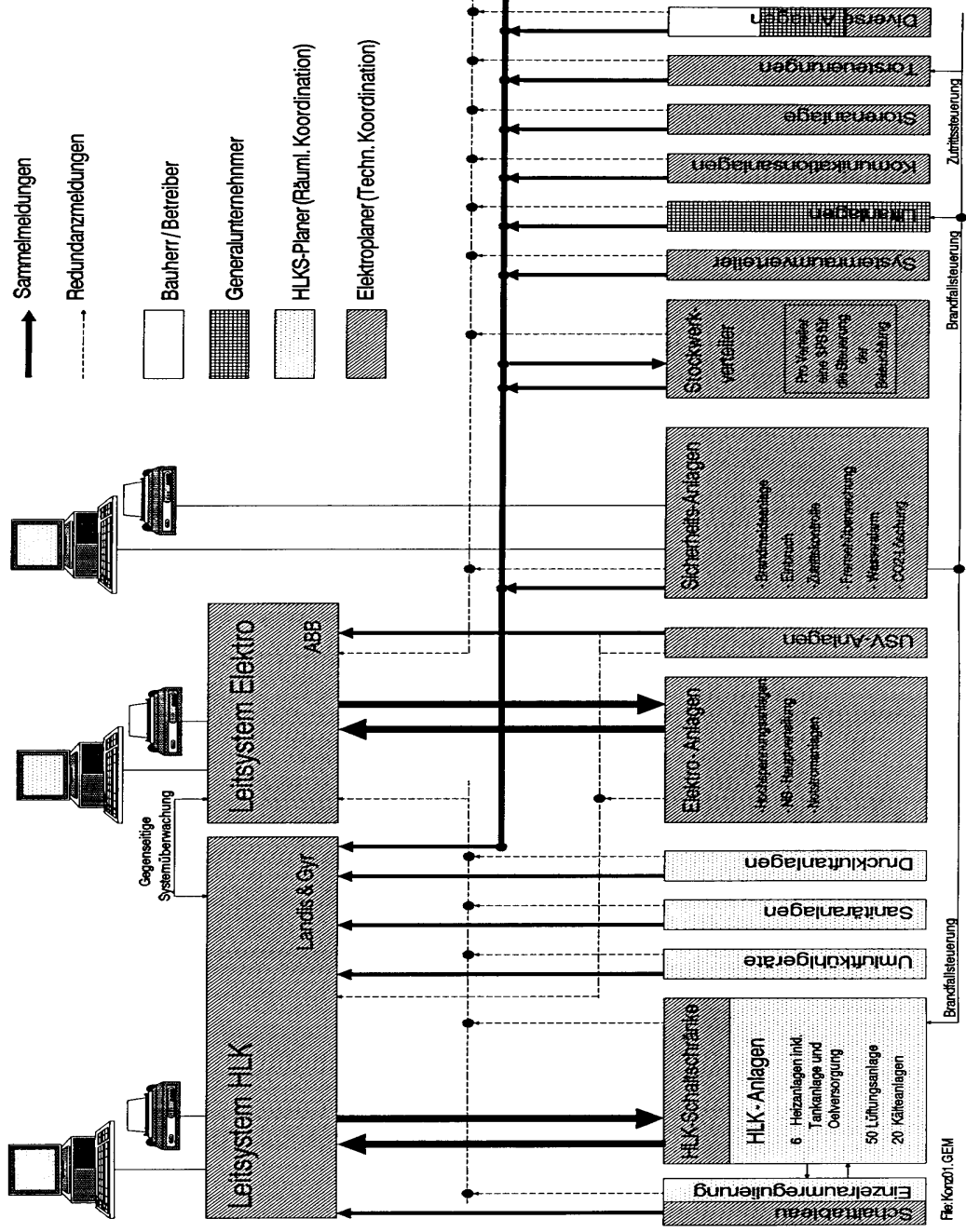
--- Redundanzmeldungen

□ Bauherr / Betreiber

▤ Generalunternehmer

▨ HLK-Planer (Räuml. Koordination)

▩ Elektroplaner (Techn. Koordination)



3.2 Planungsteam und Planungsbereiche

Für die Planung der Haustechnik und Sicherheitsanlagen waren zwei Planungsbüros, der Generalunternehmer sowie der Bauherr tätig.

Planungsbereich Bauherr:

Richtstrahlantenne, Satellitenkommunikation

Div. Verteiler

Kommandozentrale

Planungsbereich Generalunternehmer:

Lifтанlagen

Fassadenreinigungsanlage, Hebebühne

Planungsbereich HLKS-Planer:

Alle HLKS-Anlagen jedoch ohne Schaltschränke

Druckluftanlage, Tankanlage und Oelversorgung

Einzelraumregelsystem ohne Schalttableaus

Koordination (räumlich)

Planungsbereich Elektroplaner:

Hochspannungsanlage, Trafoanlage, NS-Hauptverteilung

Notstromanlage, USV-Anlagen

Sicherheitsanlagen

Stockwerktableaus inkl. SPS, Systemraumverteiler

Kommunikationsanlagen, Storensteuerung, Torsteuerung

Leitsystem HLK, Leitsystem Elektro

Alle Elektroinstallationen

Koordination (technisch)

3.3 Ausführung der Leittechnik

Alle MSR-integrierten Anlagen (HLK und Elektro) sind gemäss Konzept in die Leittechnik eingebunden.

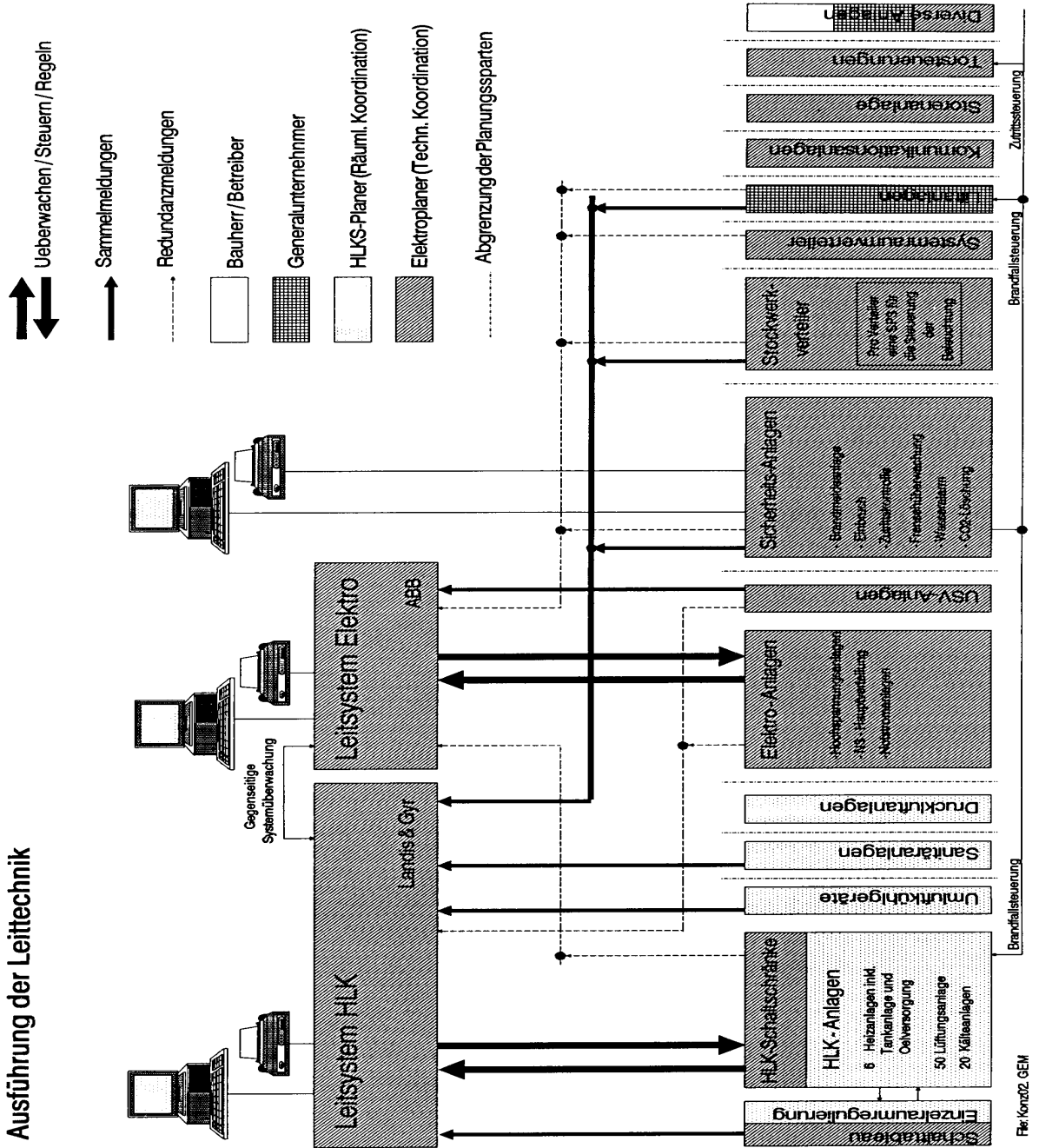
Die im Konzept festgelegten Ueberwachungsfunktionen wurden nicht vollumfänglich ausgeführt. Hier kommt die spartenbezogene Denkweise zum Ausdruck. Viele Anlagen, welche mit einer autonomen Steuerung und Regelung ausgerüstet sind, werden von den Leitsystemen nur mangelhaft oder überhaupt nicht überwacht.

Sanitäranlagen Druckluftanlagen Stockwerkverteiler

- * Systemraumverteiler
- * Kommunikationsanlagen
- * Storenanlage
- * Torsteuerungen
- * Diverse Anlagen

Ebenfalls wurden die im Konzept festgelegten Befehle für die Beleuchtungssteuerung nicht ausgeführt.

Ausführung der Leittechnik



3.4 Betrieb

Im Betrieb hat es sich gezeigt, dass die Nummerierung von Anlagen Apparaten und Datenpunkten nicht gemäss Konzept umgesetzt wurde. Es mussten im Nachhinein viele Nummern angepasst werden.

Die Betriebsdaten werden nur teilweise und zum Teil nur als Momentanwerte erfasst (fehlendes Messkonzept). Sie sind zudem nur spartenbezogen auf den Leitsystemen (HLK und Elektro) vorhanden.

Das Leitsystem HLK verfügt über sehr komfortable Protokoll-, Statistik- und Meldungsverarbeitungsfunktionen. Diese sind auf dem Leitsystem Elektro nicht vorhanden.

Alle HLK-Anlagen werden vom Leitsystem bedarfsabhängig (Zeit oder Betrieb) gesteuert und geregelt.

3.4.1 Betriebliche Anpassungen

Vom Betreiber ausgeführte resp. vorgesehene Ergänzungen:

Ein Teil der Beleuchtung (Fensterbereich) wird über einen Dämmerungsschalter via SPS gesperrt resp. freigegeben.

* Diverse Anlagen sind zwecks Ueberwachung resp. Datenerfassung aufgeschaltet worden.

- Druckluftanlagen

- Systemraumverteiler

- USW.

* Die gesamte Beleuchtung kann zonenweise (Treppenhäuser, Korridore, Büros, usw.) via Leitsystem aus-/eingeschaltet werden.

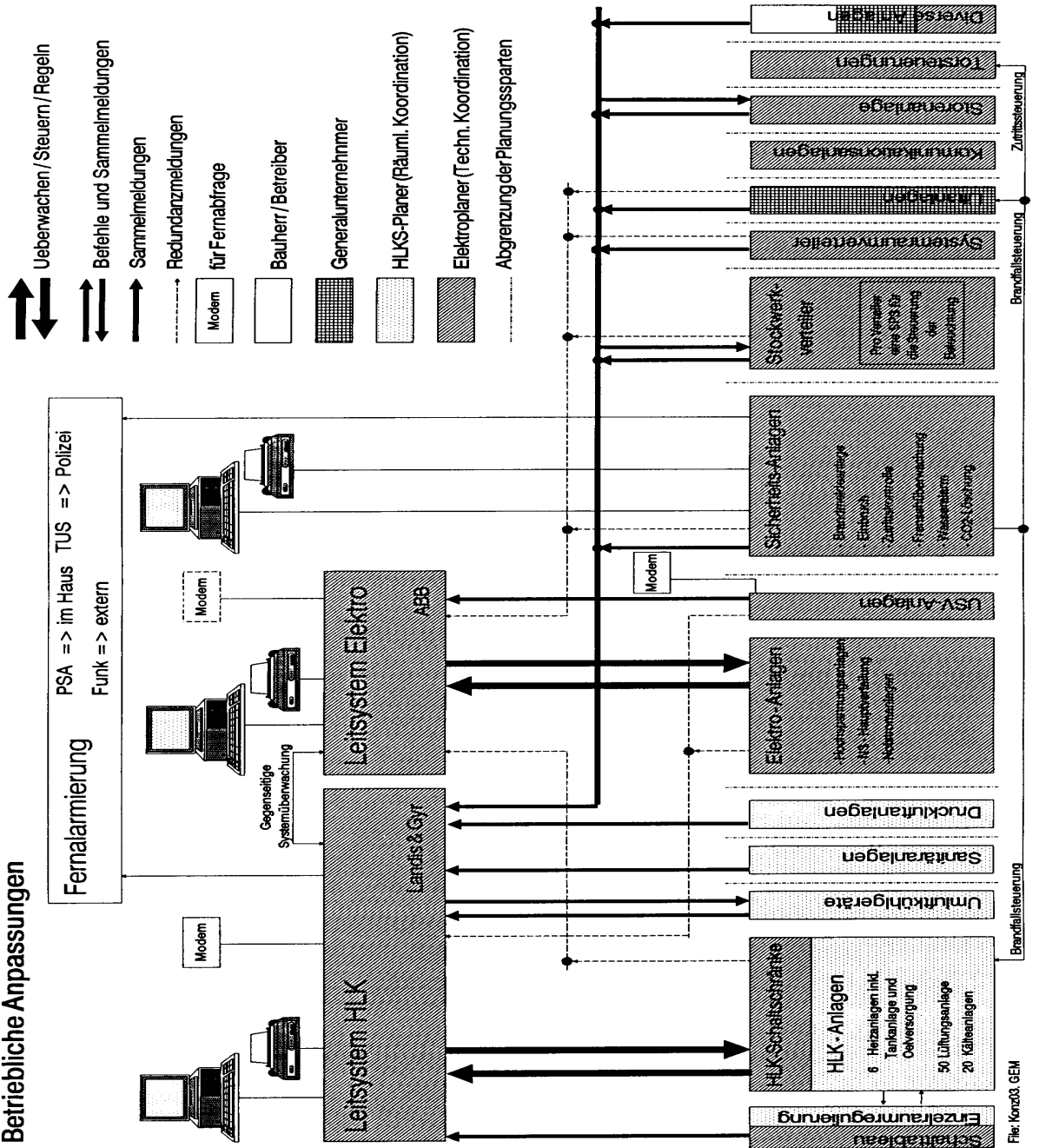
* Die Storen werden via Leitsystem auf-/abgesteuert.

* Die Umluftkühlgeräte werden via Leitsystem bedarfsabhängig ein-/ausgeschaltet.

* Ebenfalls wurde vom Betreiber die Fernalarmierung sowie die Modems für die Fernabfrage installiert.

* Für den Kommunikationsrechner des Leitsystemes Elektro musste eine separate USV-Anlage installiert werden.

Betriebliche Anpassungen



3.5 Schlussbetrachtung

3.5.1 Konzept Leittechnik

Die Zielsetzungen für die Leittechnik müssen genauer erstellt werden.

Schon in der Konzeptphase muss folgenden Punkten mehr Beachtung geschenkt werden:

- * Zentrale Gebäudesteuerung Storen, Tore, Umluftkühlgeräte, usw.
- * Ein Messkonzept für die Energiedatenerfassung muss erstellt werden.
- * Wenn für die Steuerung und Regelung der Haustechnik zwei hierarchisch gleich gestellte Systeme eingesetzt werden, ist der Gleichwertigkeit in Bezug auf die Funktionalität und die Bedienung die nötige Beachtung zu schenken.

3.5.2 Planungsteam

Das Planungsteam war für diese Aufgabe scheinbar optimal zusammengesetzt. Dem Elektroplaner wurde auch die gesamte MSRL-Planung übertragen. Für Projekte in dieser Grössenordnung sollte jedoch ein Spezialist nur für die MSRL-Technik eingesetzt werden.

Obwohl nur zwei Planungsbüros den Grossteil der Haustechnikanlagen und die komplette MSRL-Technik bearbeitet haben, kommt ein klares Spartendenken zum Ausdruck.

- * Jedes Gewerk funktioniert in sich.
- * Gewerksübergreifende Verbindungen (Brandfallsteuerung, Notnetzsteuerung, gegenseitige Ueberwachung, usw.) sind mangelhaft dokumentiert und ausgeführt oder fehlen.
- * Uebergeordnete Eingriffe durch die Leitsysteme in bestimmte Anlagen sind nicht vorgesehen.

Es kann festgehalten werden:

Jeder Lieferant und Planer ist bestrebt seine Anlage und seine Installation zum Laufen zu bringen. Aber dafür zu sorgen, dass der Betreiber über die Anlage für den täglichen Betrieb auch die nötigen Informationen und Zugriffe via Leittechnik erhält, dafür fühlt sich weder der Planer noch der Lieferant verantwortlich.

Ein komplettes Anlagen- und Schaltschrankverzeichnis fehlt. Dieses muss jedoch vor der Ausführungsphase erstellt werden. In diesem Verzeichnis wird festgehalten, welche Funktionen das Leitsystem in den einzelnen Anlagen übernimmt:

- * Ueberwachen (Betrieb & Störung)

- * Befehlen

- * Daten erfassen

- * Steuern und Regeln

3.5.3 Ausf ührung /Abnahme

Die Ausprüfung der Leittechnikfunktionen ist Bestandteil der Anlagenabnahme.

Das Nummerierungskonzept muss konsequent eingehalten und bei der Abnahme der Anlagen überprüft werden.

3.5.4 Betrieb

Die mangelnde Beachtung der Planer, die Leittechnik auch für Aufgaben der Gebäudesteuerung einzusetzen, hat beim Betreiber schon viele Zusatzinvestitionen verursacht.

Das eingesetzte Leitsystem Elektro ist in seiner Funktion ziemlich starr und verfügt über keine Leittechnikfunktionen.

Das eingesetzte Leitsystem HLK bietet dem Betreiber vielfältige Möglichkeiten für die betriebliche Optimierung der Anlagen.

Diese Möglichkeiten lassen sich aber nur nützen, wenn die Anlagen auch entsprechend in die Leittechnik integriert sind.

4. Betriebsführung/Betriebsorganisation

4.1 Ausgangslage

Die technische Koordination befasst sich mit den gegenseitig Einflüssen der verschiedenen Haustechniksysteme.
Seite 22

4.2 Wie kann eine effiziente Betriebsführung erreicht werden

Eine wirtschaftliche Betriebsführung ist heute nur noch durch einen hohen Automatisierungsgrad erreichbar.
Seite 30

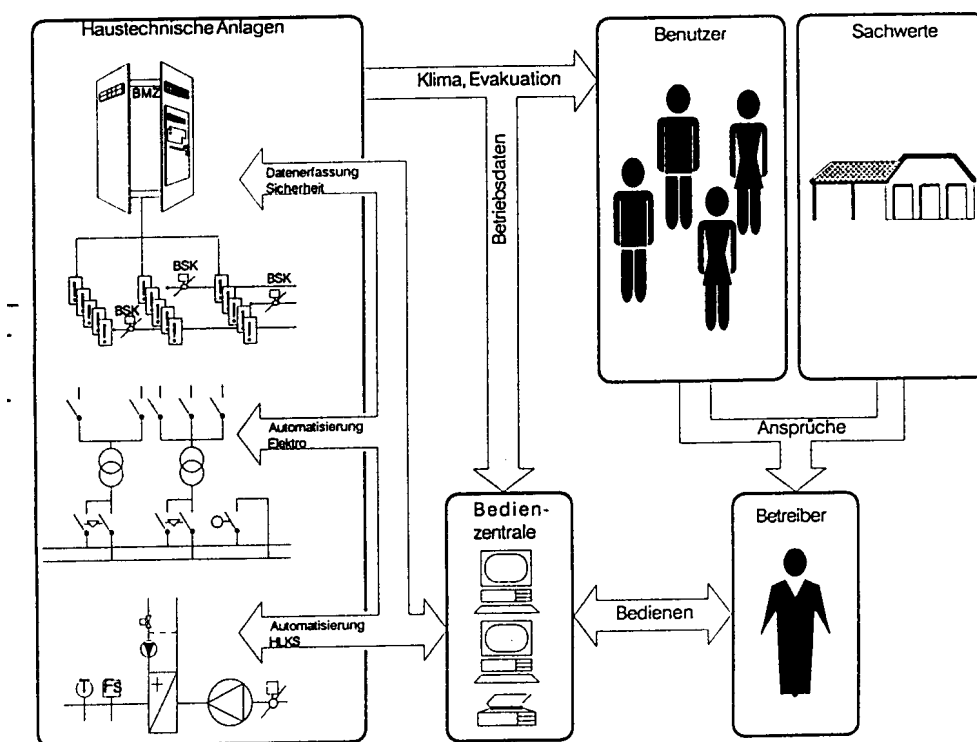
4.3 Betriebserfahrung

Seite 31

Einleitung

Die Betriebsführung verfolgt primär zwei Ziele:

1. Für Menschen und Sachwerte geforderte Umgebungsbedingungen erzeugen.
2. Ueberwachung der Erreichung und Einhaltung dieser Bedingungen.



Die Effizienz der Betriebsführung ist weitgehend davon abhängig, wie weit es gelingt, die Visualisierung und Bedienung der haustechnischen Anlagen den Bedürfnissen und Fähigkeiten des Betreibers anzupassen. Der Abklärung und Formulierung der Bedürfnisse innerhalb der Bauherrschaft kommt deshalb bei Beginn der Planung grösste Bedeutung zu. Die Planungsleistung wird als "Technische Koordination" bezeichnet und ist gemäss SIA 108/1 eine Hauptaufgabe des MSR-Planers.

4.1 Ausgangslage

In Fachkreisen ist es heute unbestritten, dass die Haustechnik in Bauvorhaben die grössere Bedeutung hat als noch vor zehn Jahren. Diese Zunahme hat verschiedene Gründe:

1. Gesteigerte Komfortansprüche der Benutzer
2. Abhängigkeit der Sachwerte und Arbeitsprozesse von der Haustechnik
3. Wirtschaftlichkeit der Betriebsführung

Zusammen mit der gesellschaftlichen Forderung nach einem geringeren Energieverbrauch entstehen immer komplexere Haustechnikanlagen. Die Steuerung, Regelung und Ueberwachung dieser Anlagen ist eine Computeranwendung.

Aus dieser Tatsache kann man ableiten, dass sich nicht nur die haustechnischen, sondern auch die koordinatorischen Aufgaben schwerpunktmässig vom Architekten hin zum Spezialingenieur bewegen. Der frühe Einbezug der Spezialisten kann deshalb nicht genug betont werden. So müssen bereits beim Projektpflichtenheft Ueberlegungen über die Anforderungen und über das Betriebskonzept der Haustechnik einfließen.

Für den Investor und Bauherrn stehen in der Phase der Bedürfnisermittlung und Projektdefinition vor allem finanzielle Aspekte im Vordergrund. Das Betriebskonzept hat eine untergeordnete Rolle, ist aber letztlich dominanter Einflussfaktor für die Entwicklung der Betriebskosten.

Für grössere Um- oder Neubauvorhaben stellt sich die Frage, wer in der Phase der Bedürfnisermittlung in das Projektteam berufen werden soll. Eine gute Lösung aus der Praxis besteht darin, einen Generalisten für Haustechnik mit der Aufgabe zu betrauen, der später innerhalb der Projektorganisation die technische Koordination und die Planung und Ausführung der Gebäudeautomation wahrnimmt.

Im folgenden werden wir uns im Detail mit der technischen Koordination auseinandersetzen, weil wir glauben, dass von vielen Investoren und Bauherren nicht erkannt wird, dass es sich bei der technischen Koordination um die wichtigste Vorleistung für den späteren Betrieb und Unterhalt handelt.

Die technische Koordination befasst sich mit den gegenseitigen Einflüssen der verschiedenen Haustechniksysteme und hat einen wirtschaftlichen Bau und Betrieb der haustechnischen Anlagen als Ziel. Sie ist objektorientiert und liefert alle Rahmenbedingungen für die Detailprojektierung in den einzelnen Sparten HLKS, Elektro und Sicherheit.

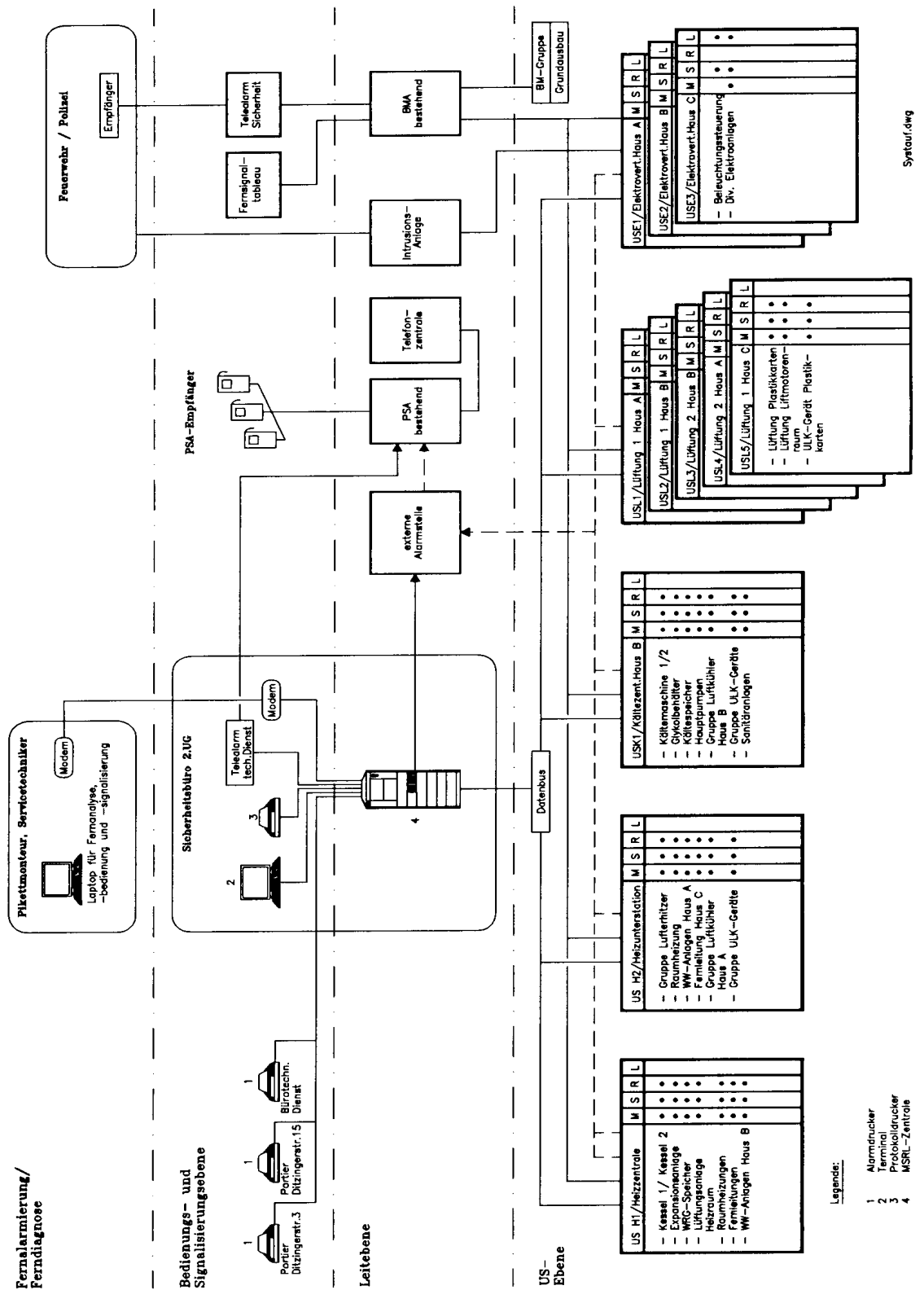
4.1.1 Grundlagen für die technische Koordination

Verantwortlich für.....	Wer	Wann
* Planungs- und Bauablauf	Bauherrschaft	Vorprojektphase
* Betriebs- und Nutzungsdaten	Bauherrschaft	Vorprojektphase
* Bedürfnisse der verschiedenen Benutzer	Bauherrschaft	Vorprojektphase
* Anforderungen der Arbeitsprozesse	Bauherrschaft	Vorprojektphase
* Vorgaben Organisation und Betrieb	Bauherrschaft	Vorprojektphase
* Energiekonzept	HT-Planer	Projektphase

4.1.2 Wesentliche Bestandteile der technischen Koordination

DAS AUTOMATIONSKONZEPT

Ziel	Die Abgrenzung der verschiedenen Sparten und Festlegung der Informationsschnittstellen.
Zeitpunkt	Ab Projektphase 2



DAS DOKUMENTATIONSKONZEPT

Ziel	Festlegung der Verantwortung und Form von Anlagedokumentationen aller Sparten.		
Zeitpunkt	Ab Projektphase 2		
Inhalt	Festlegung der Bearbeitungshilfsmittel	* Textverarbeitung	zum Beispiel WORD 5
		* Datenbanken	zum Beispiel dBASE IV
		* Inst.Pläne	zum Beispiel AUTOCAD 1 1
		* USW.	
	Festlegung der Verantwortung pro Sparte für die Dokumente	* Prinzipschema	
		* Anlagebeschrieb	
		* Detaillierter Funktionsbeschrieb	
		* Elektroschema	
	Gesamtdokumentation		
		Aufstellung der im Dokument enthaltenen Informationen	
* Adressen			
* Nummern			
* Bezeichnungen			
* Standorte			
* Listen			
* Verfasser			
Beispiel der Form von Dokumenten			

DAS KOMPONENTENKONZEPT

Ziel Einheitliche Fabrikate und Schnittstellen

Zeitpunkt Ab Projektphase 2

Inhalt Allgemeine Hinweise
* Verfügbarkeit Ersatzteile
* Änderungen
* Signalpegel
* Spannungen
* Messsignale
* Stellsignale
* usw.

Geräteliste/Fabrikate

- * Fühler
- * Ventile
- * Schalter
- * Sicherungen
- * Umformer
- * Energiemessungen
- * Schaltschränke
- * usw.

Das Anlagen- und Schaltschrankverzeichnis

Ziel Zentrale Erfassung sämtlicher haustechnischer Anlagen und Schaltschränke.

Zeitpunkt Ab Projektphase 2

Anlageverzeichnis Gebäude B		BFS = Brandfallsteuerung NAS = Netzausfallsteuerung		NSS = Laststeuerung Notstrom NRS = Netzzückkehrsteuerung		A_P = Anlageprogramm UeW = Ueberwachung		SCH = Schalten		Seite: 1
MSP-Nr.	Bezeichnung	Standort	Planer	Unter- station	Schalt- schrank	USV- berech.	Notstr. berech.	Feuer- wehrs.	Programme: BFS NAS NSS NRS A_P UeW	Schaltstr. Bedi. Sign. Bemerkung
G = Elektro Hilfsanlagen										
GA01	Beleuchtungssteuerung Altbau --	XY	31				teilw.		ja	
GA02	Beleuchtungssteuerung Neubau--	XY	31				teilw.		ja	
GB01	Zentrale Notbeleuchtung	U2.855	XY	31					ja ja	
H = Heizung										
HA01	Ölkessel	DG.850	XY	22	EF22			ja	ja ja	
HA02	Gaskessel	DG.850	XY	22	EF22			ja	ja ja	
HA03	Expansionsanlage	DG.850	XY	22	EF22				ja	ja
HA04	Hauptmessung	U2.856	XY	21	EF21				ja	
HB01	Hauptpumpen	DG.850	XY	22	EF22				ja	ja
HC01	Heizgruppe Altbau West	U2.856	XY	21	EF21			ja	ja ja	
HC02	Heizgruppe Altbau Ost	U2.856	XY	21	EF21			ja	ja ja	
HC03	Heizgruppe Neubau West	U2.856	XY	21	EF21			ja	ja ja	
HC04	Heizgruppe Neubau Ost	U2.856	XY	21	EF21			ja	ja ja	
HC05	Heizgruppe Lüftung	U2.856	XY	21	EF21			ja	ja ja	Acht. 2 HLK-SS
J = Sanitär, Wasser										
JA01	Schmutzwasserpumpe 1	U2.210	XY	01	EF01		ja		ja	ja
JA02	Schmutzwasserpumpe 2	U3.852	XY	21	EF21		ja		ja	ja
JA03	Schmutzwasserpumpe 3 Neub.	U3.857	XY	21	EF21		ja		ja	ja
JC01	Brauchwarmwasser	U2.856	XY	21	EF21			ja	ja	ja
JD01	Enthärtungsanlage	U2.204	XY	01	EF01				ja	ja
K = Kälte										
KA01	Kältemaschine 1	U2.858	XY	20	EF20		teilw.		ja	ja
KA02	Kältemaschine 2	U2.858	XY	20	EF20		teilw.		ja	ja
Acht. 2 HLK-SS										

Das Bedienkonzept

Ziel	Einheitliche Anlagenbedienung
Zeitpunkt	Ab Projektphase 2
Inhalt	Aufstellung der Bedienorte und der Bedienhandlungen für * HLKS-Anlagen * Elektroanlagen * Sicherheitsanlagen

Beispiel Bedienkonzept HLKS-Anlagen:

Bedienhandlungen Anzeigen	Bedienungsart				
	Anlage	Schaltschr. HLKS	Betriebs- zentrale	Haustechnik zentrale	FS- Tableau
Anlage schalten		S	B	B	
Apparat schalten		S		B	
Apparat stellen	H	S		B	
Revisionsschalter	S				
Brandquittierung		T	T		T
Störquittierung		T	B	B	
Frostquittierung	T	T	B	B	
Lampenkontrolle		T			
Betriebsanzeige		L	B	B	
Störanzeige		L	B	B	
Brandanzeige		L	B	B	B
Unterstationsstörung		L	B	B	
Sollwert ändern		B	B	B	
Schaltzeit ändern		B	B	B	
Heizkurve ändern		B	B	B	

B = Bediengeräte (Drucker, Terminal, Farbsichtgerät)

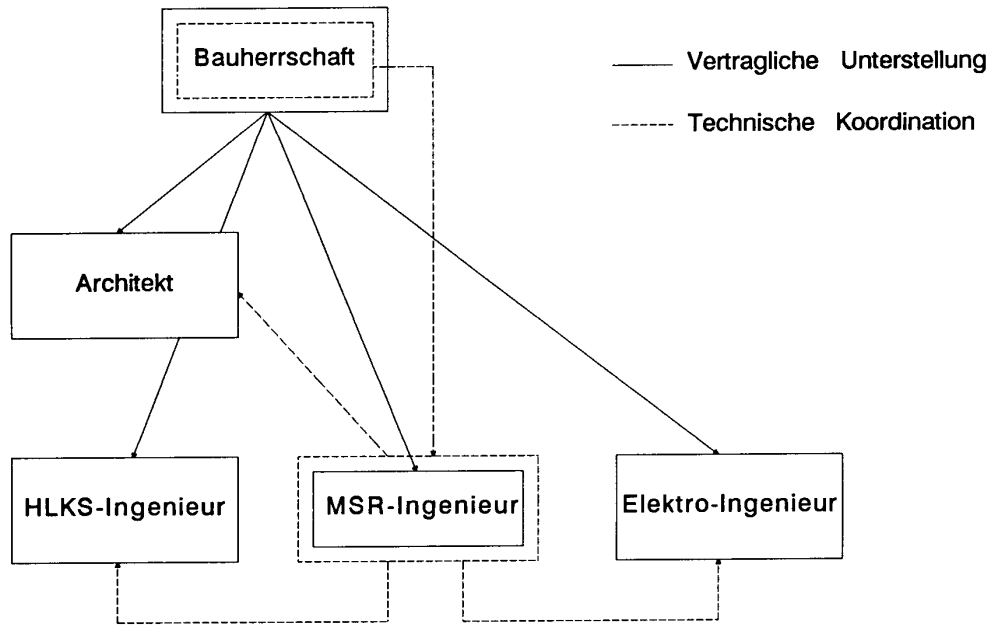
H = Handbedienung auf den Stellgliedern

L = Lampe

S = Schalter

T = Taste

4.1.3 Aufgabenzuordnung technische Koordination



Zielsetzung

Anwenderfreundliche Konfiguration der Technik in den Bereichen.-

- * HLKS-Anlagen
- * Elektrische Energieversorgung
- * Beleuchtungssysteme
- * Transportanlagen
- * Beschattungsanlagen
- * Sicherheitsanlagen

4.2 Wie kann eine effiziente Betriebsführung erreicht werden?

Eine griffige und doch ökonomische Betriebsführung ist heute nur durch einen hohen Automatisierungsgrad erreichbar. Die Zielsetzung wird gewährleistet, wenn alle Haustechnikbereiche automatisiert werden.

Von Seiten der Bauherrschaft ist der Automatisierungsgrad im Vorprojekt bekanntzugeben, wobei der Stil der Formulierung grosse Unterschiede aufweisen kann. Der Automatisierungsgrad kann einerseits mündlich als Absichtserklärung dargestellt werden oder im Fall eines Grossbauherren (Banken, Versicherungen, usw.) von internen Spezialistenteams detailliert erarbeitet und dargestellt werden.

4.2.1 Festhalten des Automatisierungsgrades

Definition der Anforderungen aus betrieblicher Sicht

- * Sicherheit

- * Verfügbarkeit

- * Sparsamkeit

- * Flexibilität

- * Kompatibilität

Systemabgrenzung aus organisatorischer Sicht

- * Wie wird die haustechnische, sicherheitstechnische und betriebstechnische Infrastruktur betrieben?

Definition der Aufgaben der Betriebsführung

- * Störbehebung bei der gesamten technischen Infrastruktur

- * Ueberwachen des Betriebsverhaltens der technischen Infrastruktur

- * Energiedatenerfassung und Aufbereitung

- * Bewirtschaftung der gesamten Dokumentation

Aufgaben externer Spezialisten

* Wartung und Reparaturen

* Störbehebung bei Kompaktanlagen: Kältemaschine, Lift, USW.

4.2.2 Kontrolle während der Planung

Periodische Erfolgskontrolle, OS, Meilensteine.

4.2.3 Umsetzung im Betrieb

Der Betreiber hält sich an die Vorgaben, die er vormals definiert hat. Mittels Störfallszenarien werden die schwierigen oder vielschichtigen Abläufe Jahr für Jahr durchgespielt, ev. mit externen Spezialisten. Der Betreiber hält sich dadurch in Schwung und ist immer up to date.

4.3 Betriebserfahrung

Erlebnisbericht Ueli Burkart, Leiter ZI-Infra, Winterthur-Versicherungen

4.3.1 Einleitung

Seit ca. 1980 dachte man an einen Neubau des Rechenzentrums am Sitz der Generaldirektion der Winterthur-Versicherungen in Winterthur nach. Die Zentrale Informatik als Betreiberin des Rechenzentrums 1 hatte grosse Erfahrung im Betrieb, bzw. baulichen und technologischen Anpassungen für die jeweils notwendigen Änderungen bedingt durch den Wechsel der Computeranlagen.

Schon früh erkannte man die Notwendigkeit, dass Infrastrukturmitarbeiter (HLK, Elektro, Sicherheit, GA, etc.) im Rechenzentrum integriert werden müssen, um erfolgreich operieren zu können.

Es lag nun also auf der Hand, diese qualifizierten Mitarbeiter für das Projekt des Rechenzentrums 2 möglichst früh beizuziehen.

4.3.2 Baukommission

Aus politischen Gründen wurden für die Arbeiten verschiedene Firmen beigezogen. So wurden Verträge mit dem Architekten, dem GU (Bau, Bauleitung, etc.) sowie mit einem Elektro- und einem HLKS-Planer gemacht. Die Koordination lag beim GU.

Dass dies gerade in unserem Fall nicht optimal war, erkannten wir leider zu spät.

Sollte das neue Rechenzentrum unserer Vorstellung entsprechen, so gab es nur eine Möglichkeit. Wir drängten uns der Baukommission auf. So kam es also, dass neben den Architekten (externe und interne), GU-Bau, GU-Elektro, etc. auch noch ein Direktionsmitglied der Zentralen Informatik dazu kam.

Die Arbeit war, vor allem in der ersten Phase, nicht immer leicht. Keiner der anwesenden Mitglieder hatte viel Erfahrung im Bau eines grossen Rechenzentrums. Mit Ausnahme des externen Architekten zeigte kaum jemand Verständnis für unsere Anliegen.

Wir einigten uns sehr schnell, dass wir keinerlei Ansprüche auf die Architektur (Gestaltung, Farbe, etc.) anmelden wollten. Wir erwarteten aber, dass sich auch niemand in die technischen Belange des Rechenzentrums einschaltete. Die Raumplanungsphase verlief genau nach unserer Vorstellung und war als unproblematisch zu bezeichnen.

Bei den technischen Konzepten wie

Stromversorgung Schaltanlagenleitsystem HLK-Steuerung

* Zutritt

* Intrusion

* Brandmeldeanlagen

* Funkübermittlung

* Allgemeine Sicherheiten

* etc.

funktionierte die Planung nicht mehr wie gewünscht, da den Planern zum Teil das Verständnis für übergeordnete Steuerungen, automatisierte Abläufe oder einfach das notwendige Wissen für einen modernen Hightech-Betrieb fehlte. Sehr oft kam es daher zu Meinungsverschiedenheiten.

4.3.3 Konzeptarbeiten

Wir erkannten sehr früh die Komplexität der Planung auf dem Automationssektor. Daher verlangten wir, dass eine Planungsfirma für Gebäudeautomation beigezogen wird. Relativ schnell wurde entschieden, dass dies nicht nötig wäre und das Projekt nur unnötig verteuern würde. Die Zeit war also noch nicht reif dazu!

Die technisch relevanten Konzeptarbeiten gestalteten sich anfänglich erfreulich. Jedermann war motiviert, an einem nicht alltäglichen Projekt mitarbeiten zu dürfen. Schon nach einigen Monaten kündigte jedoch der Elektro-Projektleiter. Weitere Mitarbeiter verliessen den Elektroplaner. Wichtige Arbeiten und Aufträge wurden aber zum Glück dennoch vom ehemaligen Projektleiter für den Elektroplaner ausgeführt. Die Situation wurde zusehens schwieriger für uns, denn die neu ins Projekt integrierten Sachbearbeiter stellten sich nicht mehr hinter die ursprünglichen Konzepte oder wussten ganz einfach nichts davon. Wir mussten viel Zeit aufwenden, um immer wieder unsere Ideen darzulegen.

4.3.4 Messkonzept

Wir erfassen im Gebäude praktisch alle relevanten Daten über:

- * Wärmerückgewinnung
- * Kälteverbrauch
- * Heizölverbrauch
- * Stromverbrauch
- * Anzahl Zutritte zum Gebäude, bzw. Räume

Es scheint klar, dass bei so vielen vorhandenen Informationen ein Messkonzept verwirklicht werden muss, indem die Planer Ihre mit der Datenerfassung verfolgten Absichten und Ziele erklären. Dem ist nicht so. Zur Zeit wird mit einem auswärtigen Ingenieurunternehmen die Philosophie der Datenerfassung rekonstruiert und analysiert. Aussagekräftige Daten werden später automatisch ausgegeben und intern publiziert.

4.3.5 Ausblick

Obwohl bei uns ein grosses Erfahrungspotential auf dem Gebiet der Gebäudeautomation vorhanden ist, haben wir mit einem externen Ingenieurunternehmen einen Vertrag zur jährlichen Ueberprüfung folgender Punkte abgeschlossen:°

Anlagenkonzept°

Messkonzept°

Wartungsverträge°

Dokumentation aller Handbücher°

etc.

Nur durch den Beizug einer neutralen Stelle wird es möglich sein, dass alle Infrastrukturanlagen für einen sicheren Rechenzentrumsbetrieb optimiert, dokumentiert und kontrolliert sind (Revisionsstelle).

Alle noch nicht befriedigenden Punkte werden noch in diesem Jahr überprüft, überarbeitet und korrigiert.

5. Erkennen und Analysieren von Fehlfunktionen

5.1 Ausreichende Sensorik

Nur detektierte Fehler werden auch erkannt!
Seite 36

5.2 Datenerfassung und Weiterleitung

Die korrekte zeitliche und örtliche Ausgabe der Fehlermeldung muss genau festgelegt werden.
Seite 37

5.3 Fehlerbehebung/-analyse

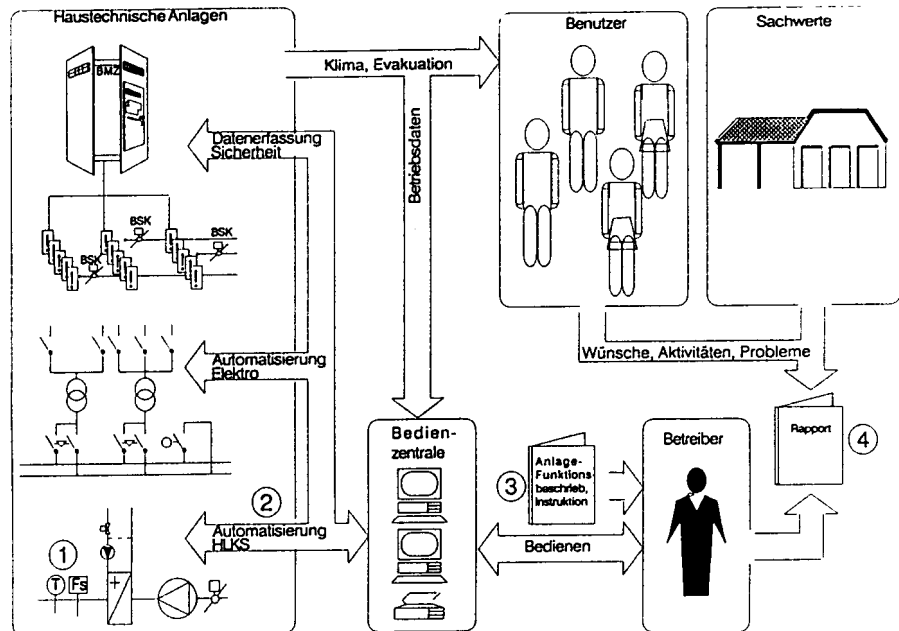
Die genaue Kenntnis der Anlagefunktionsweise ist die Voraussetzung zur Fehleranalyse
Seite 43

5.4 Rapporte

Die Umgebungsbedingungen sind keine konstante Grösse.
Seite 44

Einleitung

Auswirkungen von Fehlfunktionen können so eingegrenzt werden, dass sie für Menschen und Sachwerte im erträglichen Mass bleiben. Bedingung ist, dass die Planer die Aufgaben des künftigen Betreibers zur Kenntnis nehmen und versuchen, eine möglichst optimale Ausgangslage für dessen Arbeit zu schaffen.



Wir wollen uns an dieser Stelle vor allem mit der Frage beschäftigen, welche Planungsleistungen die spätere Arbeit des Betreibers entscheidend beeinflussen. Wir sind der Meinung, dass die folgenden vier Punkte die Basis sind, ohne die das Erkennen und Analysieren von Fehlfunktionen mehr zufällig als gezielt funktioniert.

1. Ausreichende Sensorik

2. Sichere Erfassung, Registrierung und Ausgabe von Störmeldungen in Abhängigkeit von Priorität und Zeit.

3. Dokumentations- und Programmhilfen als Unterstützung für schnelle Fehleranalyse.

4. Rapporte als Informationsträger für Benutzer und Bedienerbedürfnisse.

5.1 Ausreichende Sensorik

Nur Fehler, die detektiert werden, werden auch erkannt. In der Projektphase ist dringend darauf zu achten, dass neben den Aktoren und Sensoren für die Steuerung und Regelung auch Sensoren und Melder zur Überwachung der Betriebsbedingungen eingesetzt werden.

Beispiel HLKS-Anlagen

- * Rückmeldung Revisionsschalter
- * Überwachung der Betriebsbereitschaft von Erzeugern
- * Überwachung von Steuerspannungen
- * Netzausfall- und Netzwiederkehrüberwachung
- * Überwachen von Grenzwerten von Temperaturen, Drücken, usw.

Beispiel Elektroanlagen

- * Überwachen von Betriebszuständen wie Netzbetrieb, Notnetzbetrieb, Netzparallelbetrieb, usw.
- * Überwachen von Grenzwerten von Leistungen, $\cos\phi$, usw.
- * Überwachen von Schalterstellungen
- * Überwachen von Steuerungen

Beispiel Sicherheitsanlagen

- * Betriebszustandsüberwachung der Zentralen: Tag/Nacht/Gruppe Aus, usw.
- * Überwachen von Batteriespannungen

5.2 Datenerfassung und Weiterleitung

Sobald die Automatisierungseinheiten eine Stör- oder Alarmmeldung erfasst haben, muss in der Leitebene ein entsprechendes Störungsprozedere in Gang gesetzt werden.

Grundsätzlich handelt es sich dabei um die Verknüpfung einer Ursache mit einer Reaktion. Die Ursache kann eine Ueberspannung, Netzausfall oder ein Brandalarm sein. Die erwartete Reaktion ist die Alarmierung von zuständigen Personen unabhängig von Zeit und Ort. In modernen Gebäuden ist das grösstenteils die Aufgabe von Automationssystemen.

Das Störungsprozedere erfährt oft Änderungen, so dass der flexiblen Anpassung der Verknüpfungen während dem Betrieb grosse Bedeutung zukommt.

Störprioritäten:

Priorität 1 = Alarmmeldung, sofortige Intervention erforderlich

Priorität 2 = Störmeldung, Intervention während der Arbeitszeit erforderlich

Priorität 3 = Statusmeldung, keine Intervention erforderlich

Nachfolgend werden wir am Beispiel des Rechenzentrums der Winterthur Versicherungen mögliche Störungsprozedere zeigen.

Aufgaben	Betreuung HLKS-Anlagen Betreuung Elektroanlagen Verwaltung Möbellager Reinigung Entsorgung Sanität, Notfalldienst Führung Securitasdienste Aufsicht Verpflegungsautomate
Gebäude	Rechenzentrum 1 Paulstrasse Rechenzentrum 2 General-Guisanstrasse

Arbeitszeiten

	00.00	-----	06.00	-----	12.00	-----	18.00	-----	23.59
ZI-Infra Blockzeit			08.00 -- 11.30		14.00 -- 16.15				
ZI-Infra Pikettzeit	-----	06.00						22.00	----
EDV-Operator		06.00	-----					22.00	
Securitas	-----				24 Stunden	-----			

Pikett-Team für Einsätze ausserhalb der Arbeitszeit:

1 Mann Infra, Bereich HLKS

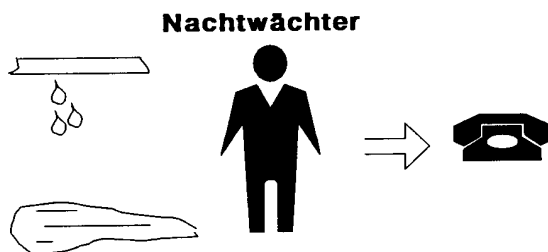
1 Mann Infra, Bereich Elektro

1 Mann ZI, Bereich EDV

1. Beispiel-

Nachtwächter stellt auf Rundgang undichte Wasserleitung fest.

Sensoren- und Melderebene



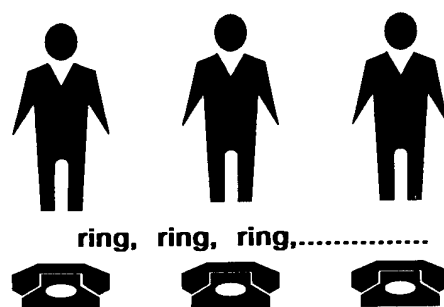
Der Nachtwächter sieht bei seinem nächtlichen Rundgang eine undichte Wasserleitung, stuft das Ereignis als Alarm ein und ruft die Alarmzentrale an.

Datenerfassung und Ausgabe



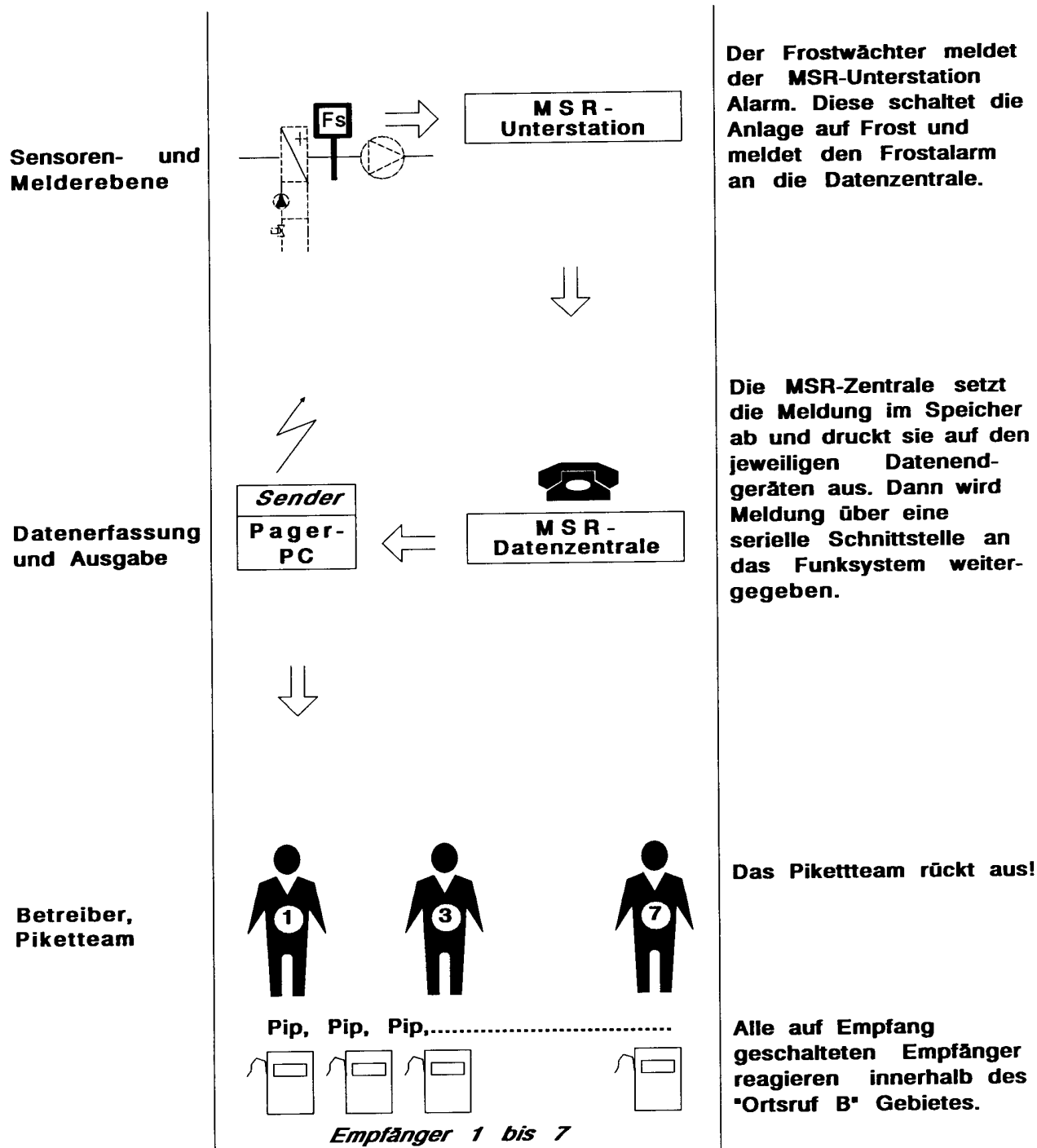
Die Winterthur/Intertour Alarmzentrale registriert den Anruf und bietet das Pikettteam auf. Können Leute aus dem Team nicht erreicht werden, wird der nächste von der Pikettliste aufgeboden

Betreiber, Fehleranalyse



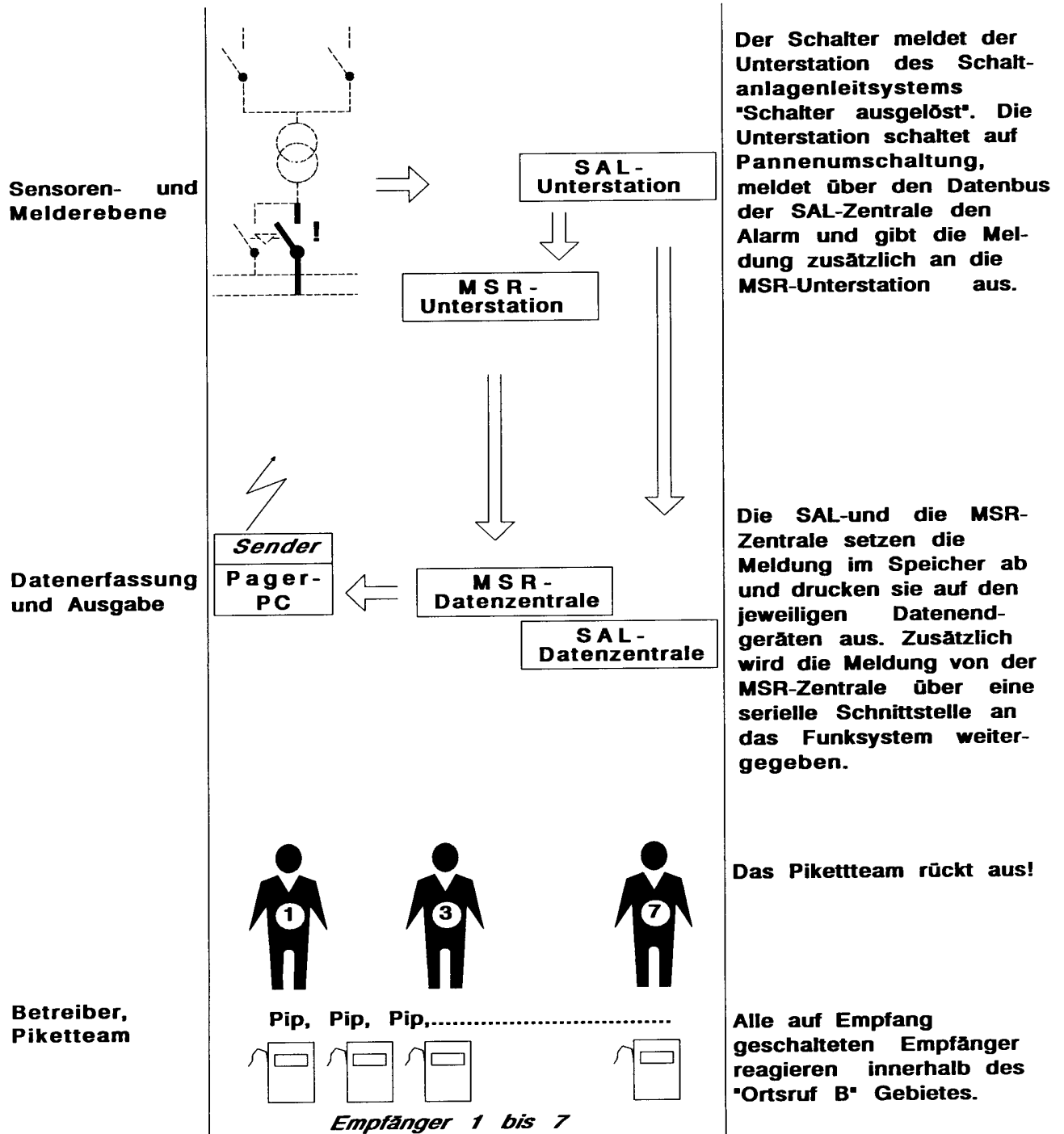
Das Pikettteam rückt aus!

5. Erkennen und Analysieren von Fehlfunktionen

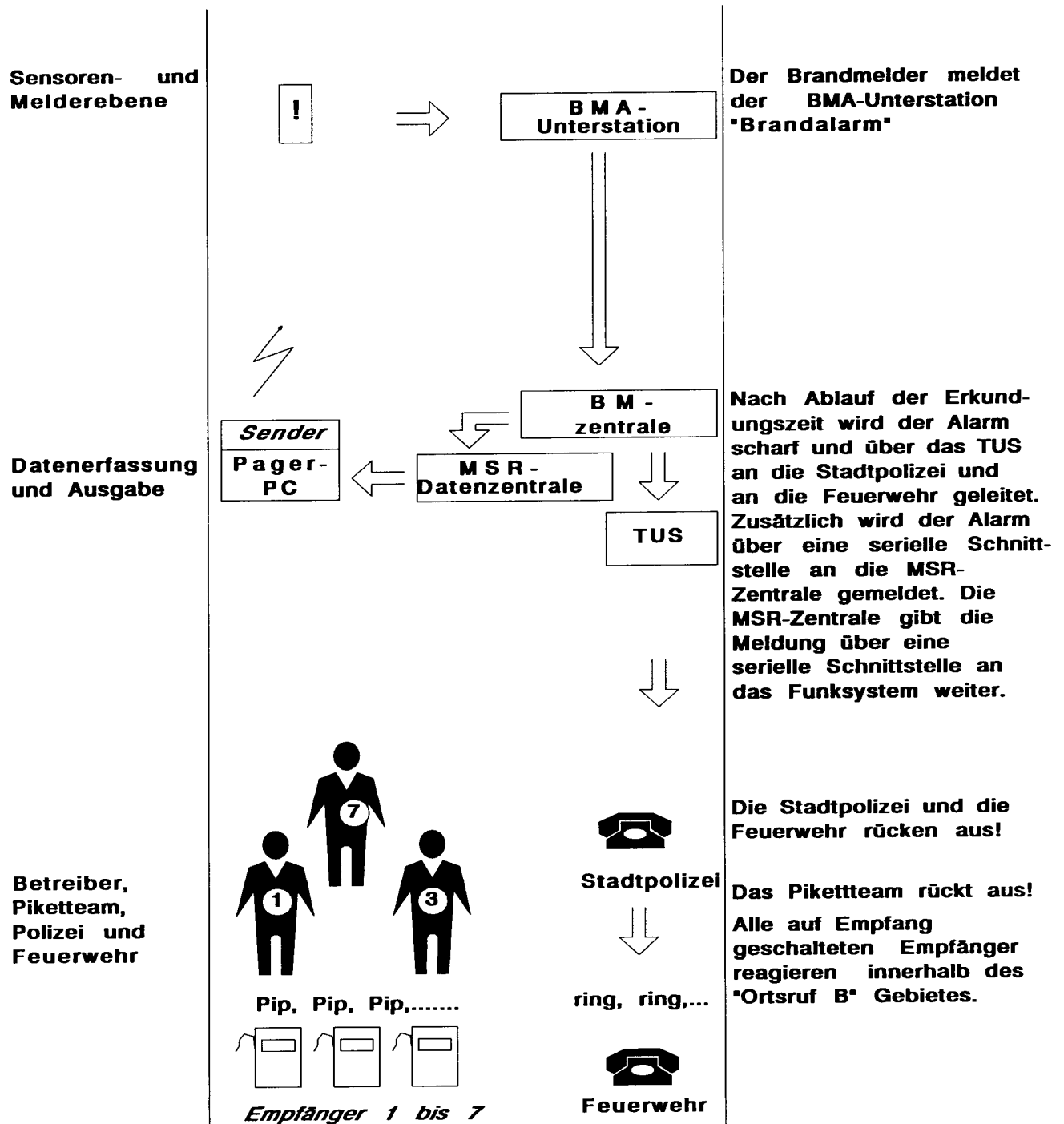


3. Beispiel

Sekundärschalter Trafo ausgelöst



5. Erkennen und Analysieren von Fehlfunktionen



5.3 Fehlerbehebung/Fehleranalyse

5.3.1 Kennen der Anlagefunktionsweise

Nachdem eine Fehlermeldung erfasst und dem Betreiber gemeldet ist, folgt die Fehlerbehebung. Die genaue Kenntnis der Anlagenfunktionsweise ist die Voraussetzung zur Fehlerbehebung und -analyse. Erst wenn der Betreiber weiss, was jedes Aggregat und jeder Apparat in der Anlage bewirkt, kann er die Störung beheben und geeignete Massnahmen zur Vermeidung von erneuten Störungen ergreifen.

Der Betreiber übernimmt neu erstellte Anlagen meistens in oft unverhältnismässig kurzer Zeit weil die Ueberschneidung von Planung und Betrieb je länger je kleiner wird. Umso wichtiger sind präzise und vollständige Beschreibungen aller Anlagen.

In den Anlagen, die bei der Fehlersuche eine bestimmte Vorgehensweise erfordern, sind nebst den üblichen Anlagedokumentationen zusätzliche Instruktionsanweisungen zu erstellen.

5.3.2 Programmhilfen

Moderne Automationssysteme bieten dem Betreiber eine Vielzahl von Programmhilfen für die Fehlersuche und -analyse. Die Erfahrung zeigt, dass diese nur in wenigen Fällen wirkungsvoll ausgenutzt werden. Das liegt zum Teil daran, dass viele Unternehmer Ihre eigenen Programme nur lückenhaft kennen und den Betreiber dadurch unvollständig ausbilden. Zum anderen sind die Betreiber mit vielen unterschiedlichen Aufgaben so stark ausgelastet, dass sie nur oberflächlich mit den Automationssystemen arbeiten. Es ist sehr wichtig, dass eine objektorientierte Schulung von Systemfunktion noch während der Ueberschneidung von Planung und Betrieb, dass heisst vor den Abnahmen, stattfindet!

DYNAMISCHE PROZESSBILDER IN DEN SPARTEN HLKSE

In komplexen Anlagen und bei bestimmten Gebäudestrukturen bieten dynamische Prozessbilder dem Betreiber eine transparente Beobachtung und sichere Bedienung. Neben der Darstellung der Anlagen mit ständig aktualisierten Betriebszustandsanzeigen können auch aktive Eingriffe ausgeführt werden.

5.4 Rapporte

Rapporte sind eine sehr nützliche aber zugleich sehr unbeliebte Art, Vorgänge zu dokumentieren und bedeuten dadurch für viele einen vermeintlich vermeidbaren Aufwand.

Vergegenwärtigen wir uns die zwei Ziele der Betriebsführung:

1. Für Menschen und Sachwerte geforderte Umgebungsbedingungen erzeugen.
2. Ueberwachung der Erreichung und Einhaltung dieser Bedingungen.

Dabei sind die geforderten Umgebungsbedingungen keine konstante Grösse. Sie ändern in Abhängigkeit von den Wünschen, Aktivitäten und Problemen der Benutzer oder Sachwerte. Die Anpassung von Sollwerten und Betriebszeiten ist mit den heutigen Automationssystemen eine relativ einfache Angelegenheit. Die Stolpersteine liegen bei der Erfassung und der Koordination. Wir unterscheiden dabei zwischen:

- * Offene Probleme
- * Anstehende Aktivitäten und Wünsche während der Arbeitszeit
- * Anstehende Aktivitäten und Wünsche ausserhalb der Arbeitszeit

Die aufgabengerechte Gestaltung von Rapporten und deren Aktualisierung ist Aufgabe des Betreibers. Die folgenden Beispiele sollen dem Betreiber Informationsgehalt und Darstellungsmöglichkeiten aufzeigen.

5.4.1 Rapport für offene Probleme

Befragung alle 14 Tage

Teilnehmer Betreiber
Benutzer

Traktanden Probleme mit haustechnischen Anlagen

Darstellungsmöglichkeit

Abt. Code	Name	Prio	Anlage	Adresse	Beschreibung	Verfasser	Nr.	Status	Datum
B	Buchhalt.	1	Klima	LA01	Raumtemperatur zu tief Kontaktperson: Frl. Sommer, intern 202	Müller	1	offen	2.11.1992
E	Cafeteria	2	Elektro	EF01	Abwaschmaschine defekt Kontaktperson: Fr. Meier, SV Service Reparatur erfolgte am 29.10. durch Lieferant.	Müller	2	erledigt	3.11.1992
I	INFRA	1	Heizung	HA01	Nachtabenkung funktioniert nicht Softwareproblem, Lieferant ist auf- geboten.	Zehnder	3	offen	2.11.1992
I	INFRA	3	Lüftung	allgemein	Wartungsvertrag mit Unternehmer muss erneuert werden. Verfalldatum: 31.12.92	Zehnder	5	offen	5.10.1992

und so weiter

5. Erkennen und Analysieren von Fehlfunktionen

5.4.2 Rapport für anstehende Aktivitäten und Wünsche während der Arbeitszeit

Befragung alle 14 Tage

Teilnehmer Betreiber
Benutzer

Traktanden Temporäre Aenderung von Betriebszeiten oder Sollwerten, Ausbildung während der Arbeitszeit

Darstellungsmöglichkeit

Abt. Code	Name	Anlage	Adresse	Beschreibung	Verfasser	Nr	Status	Datum
B	Buchhalt.	Klima	LA01	Anlagebetriebszeit um 1/2 Std. verlängern	Müller	1	offen	2.11.1992
E	Cafeteria	Elektro	EFO1	Die defekte Abwaschmaschine wird am 16.11 ersetzt. Keine Anpassung der Installationen nötig. Von INFRA-Team muss ein Mann anwesend sein.	Müller	2	offen	10.11.1992
I	INFRA	Heizung	HA05	Am 2.12.92 findet Instruktion Frequenzumformer Gruppenpumpen statt. Ort: Heizzentrale Zeit: 08.00 Wer: Gesamtes INFRA-Team	Zehnder	3	offen	10.11.1992
I	INFRA	Lüftung	allgemein	Im Winterhalbjahr 92/93 wird der Wirkungsgrad der WRG-Systeme überprüft. Verantwortlich: Keller, Frey, Zehnder Vorgehen: Bespr. am 2.12., 08.00, Büro Zehnder	Zehnder	5	offen	10.11.1992

und so weiter

5. Erkennen und Analysieren von Fehlfunktionen

5.4.3 Rapport für anstehende Aktivitäten und Wünsche ausserhalb der Arbeitszeit

Befragung alle 14 Tage

Teilnehmer Betreiber
Benutzer

Traktanden Aktivitäten an Sonn- oder Feiertagen oder am Abend

Darstellungsmöglichkeit

Abt. Code	Name	Anlage	Adresse	Beschreibung	Verfasser	Nr	Status	Datum
B	Buchhalt.	Klima	LA01	Am 15. Dezember feiert die Abteilung Weihnachten! Off.Arbeitschluss 12.00. Dauer der Feier bis ca. 17.00, bitte Betriebszeit der Klimaanlage anpassen.	Müller	1	offen	2.11.1992
E	Cafeteria	Elektro	EF01	Samstag/Sonntag 19./20.12. wird neue Beleuchtung installiert. Von INFRA-Team muss ein Mann anwesend sein.	Müller	2	offen	10.11.1992
I	INFRA	Heizung	HA01	?	Zehnder	3	offen	10.11.1992
I	INFRA	Lüftung	allgemein	?	Zehnder	5	offen	10.11.1992
I	INFRA	Brand	XA01	?	Zehnder	8	offen	10.11.1992
und so weiter								

5. Erkennen und Analysieren von Fehlfunktionen

6. Wirtschaftlichkeit

6.1 Grundannahmen

Seite 44

6.2 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Seite 46

6.3 Einzelfragen

Seite 48

Einleitung

Optimaler Energieeinsatz bedeutet weniger Energieverschwendung, besseres Funktionieren der Energiesysteme, weniger Umweltbelastung und eine Entlastung des Geldbeutels. Integrale Gebäudeautomation, IGA, ist das Werkzeug für einen rationellen Energieeinsatz. Der Entscheid für oder gegen die IGA hängt gerade in der heutigen Zeit in hohem Masse von der Wirtschaftlichkeit ab.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung ist die Sicht des Investors massgebend. Denn er entscheidet, ob eine Massnahme verwirklicht wird oder nicht. Der Investor will wissen, welche Folgen eine Investition für sein Portemonnaie hat.

Die Grundannahmen, wie z.B. Kalkulationszinssatz, Nutzungsdauer, Energie- und Betriebskosteneinsparungen und die gewählte Methodik beeinflussen die Resultate der Wirtschaftlichkeitsberechnung.

Im ersten Kapitel werden Vorschläge für Zinssätze, Nutzungsdauer, usw. gegeben und Energie- und Betriebskosteneinsparungen erläutert.

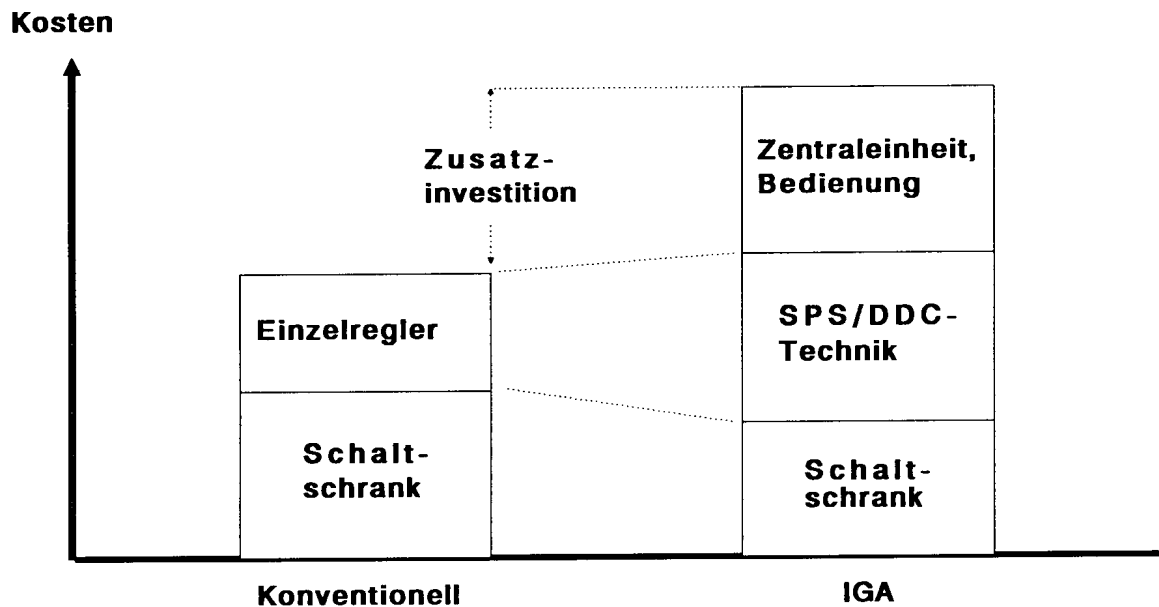
Im zweiten Kapitel wird anhand des Projektes "RZ Winterthur Versicherung" ein dynamisches Vorgehen skizziert, das einfach anzuwenden ist und zu unverzerrten Resultaten führt.

Am Schluss sind einige Einzelfragen diskutiert, die ebenfalls von allgemeinem Interesse sind.

6.1 Grundannahmen

Beim Vergleich zwischen konventioneller Steuer- und Regeltechnik und integrierter Gebäudeautomation wird diejenige Lösung mit dem besseren Kosten-Nutzen-Verhältnis gewählt.

Automationssysteme sind dann wirtschaftlich, wenn die Kosteneinsparungen grösser sind als die Zusatzinvestition für integrierte Gebäudeautomation.



Für die Bestimmung der jährlichen Kapital-, Betriebs- und Energiekosten müssen verschiedene Annahmen getroffen werden. Im einzelnen sind der Kalkulationszinssatz, die Nutzungsdauer der Anlage und die Betriebskosten festzulegen.

Alle folgenden Annahmen sind als Richtlinie zu verstehen und können durch eigene ersetzt werden.

6.1.1 Kalkulationszinssatz und Nutzungsdauer

Der Kalkulationszinssatz und die Nutzungsdauer dienen letztlich zur Festlegung des Annuitätsfaktors.

Für die Festsetzung des Kalkulationszinssatzes bei Dienstleistungs-, Gewerbe- und Industriebauten dient der Hypothekarzins als Grundlage.

Die Bestimmung der Nutzungsdauer kann im Normalfall mit Hilfe von Tabelle C oder aufgrund von Herstellerangaben erfolgen. Die Bestimmung des Annuitätsfaktors erfolgt letztlich mit Hilfe von Tabelle A. (Tabellen siehe Anhang)

6.1.2 Betriebskosten

Die Bestimmung der Betriebskosten erfolgt in Prozenten des Anlagewertes. Die Angaben beziehen sich auf die Nutzungsdauer, während der ein Automationssystem amortisiert werden sollte.

Automationssystem	Nutzungsdauer Jahren	Betriebskosten in % des Anlagewertes
Zentraleinheit	8	5
Bedienung	5	5
Frontsystem	10	5
Schaltschrank	15	5

6.1.3 Spezifische Energiekosten

Die Energiepreise unterscheiden sich von Jahr zu Jahr und müssen für jede Wirtschaftlichkeitsberechnung immer wieder neu erhoben werden. Für das folgende Beispiel wird mit den folgenden Energiepreisen gerechnet:

Thermische Energie	5 Rp. / kWh
Elektrizität HT	1 1 Rp./ kWh
Elektrizität NT	8 Rp. / kWh

6.1.4 Energie- und Betriebskosteneinsparungen

Beim Einsatz von IGA kann man von einem Sparpotential ausgehen. Die nachfolgend aufgeführten Sparpotentiale stammen aus einer 1991 durchgeführten Untersuchung von Gebäuden der Oberfinanzdirektion in Deutschland. Für eigene Objekte müssen die einzelnen Daten sicher überprüft und gegebenenfalls durch objektpezifische ersetzt werden.

Energie mittlere Einsparung	
Thermische Energie	7 %
Elektrische Energie	3,5 %

Betriebskosten

Einsparung Ueberwachungsaufwand pro Tag und Regelkreis	1 Minute
Einsparung Betriebsführung pro Tag	2 Stunden
Einsparung bei den Reparaturkosten	1 %
Einsparung bei den Wartungskosten	25 %

6.2 Wirtschaftlichkeitsberechnung

Als Untersuchungsbeispiel dient das Automationssystem für HLKS-Anlagen im neuen Rechenzentrum der Winterthur Versicherungen in Winterthur.

Daten/Fakten zum Gebäude

Gebäudelänge	100 m
Gebäudebreite	33 m
Gebäudetiefe	20 m
Gebäudehöhe	22 m
Systemraumfläche	4500 m ²
Thermischer Energieverbrauch im Vollausbau	3'600'000 KWh
Elektrischer Energieverbrauch im Vollausbau	7'500'000 kWh
Summe der Regelkreise	200 Stück
Reparaturkosten pro Jahr	Fr. 40'000.-
Wartungskosten pro Jahr	Fr. 150'000.-

Automationssystem

Anlagewert Zentraleinheit	Fr. 330'000.-
Anlagewert Bedienung	Fr. 120'000.-
Anlagewert Datenkabelinstallation	Fr. 30'000.-
Anlagemehrwert Steuerung in SPS/DDC-Technik (konv. Technik + 20% = SPS/DDC-Technik)	Fr. 510'000.-
Anlagemehrwert Schaltschränke für SPS/DDC-Technik (konv. Schaltschr. - 10% = SPS/DDC-Schaltschränke)	Fr. - 135'000.-

Berechnung

Jährliche Kapitalkosten

Anlageteil	Investition	Nutzungsdauer in Jahren	Kalk.Zins	Annuität	Jährl.Kosten
Zentraleinheit	330'000.-	8	8%	0,174	52'424.-
Bedienung	120'000.-	5	8%	0,250	30'054.-
Datenkabelinstallation	30'000.-	20	8%	0,102	3'055.-
Mehrwert für Frontsystem in MSR-Technik	510'000.-	10	8%	0,149	76'005.-
Mehrwert Schaltschrank für MSR Technik	-135'000.-	15	8%	0,102	-15'771.-
Total	825'000.-				150'768.-

Jährliche Betriebskosten

Anlageteil	Anlagewert	Jährliche Betriebskosten in % des Anlagewertes	Jähr. Kosten
Zentraleinheit	330'000.-	3%	9'900.-
Bedienung	120'000.-	3%	3'600.-
Mehrwert für Frontsystem in MSR Technik	510'000.-	3%	15'300.-
Mehrwert Schaltschrank für MSR-Technik	0.-	3%	0.-
Total	795'000.-		23'800.-

Jährliche Kosteneinsparungen

Bereich	Gehalt/Kosten	Einsparung	spezifische Kosten in Fr./kWh	Jähr. Einsp.
Energie	in kWh			
- Thermische Energie	3'600'000	7,00%	0,05	12'600.-
- Elektrische Energie	7'500'000	3,50%	0,09	23'625.-
Betriebskosten		in % oder h		
- Ueberwachungsaufwand	80	660		52'800.-
- Betriebsführung	80	700		56'000.-
- Reparaturkosten	40'000	1%		400.-
- Wartungskosten	150'000	25%		37'500.-
Total				182'925.-

Wirtschaftlichkeit

Kostenverursacher	Kalkulations- zinssatz	Preis- steigerung	Mittelwertf. für Nutzungs d. 10 Jahre	Einsparungen	Mittlere Ein- sparungen
Jährl.Kapitalkosten				- 150'768.-	- 150'768.-
Jährl.Betriebskosten	8%	6,00%	1,347	- 28'800.-	- 38'793.-
Jährl.Kosteneinsparungen					
- Energie	8%	6,00%	1,347	+ 36'225.-	+ 48'795.-
- Betrieb	8%	6,00%	1,347	+ 146'700.-	+ 197'604.-
Total				+ 3'357.-	+ 56'838.-

6. Wirtschaftlichkeit

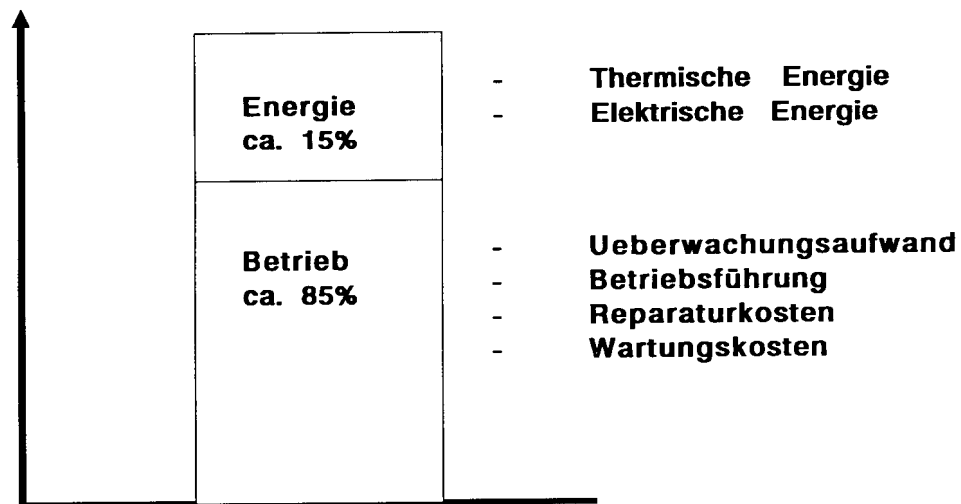
6.3 Einzelfragen

6.3.1 Rahmenbedingungen

Die Wirtschaftlichkeit von Gebäudeautomationssystemen setzt seitens der Bauherrschaft Anpassungsbereitschaft in Bezug auf die Betriebsorganisation voraus. Dies wird vor dem Hintergrund deutlich, dass es zwar mit Gebäudeautomationssystemen ein Energiesparpotential gibt, aber die erforderliche Investition dadurch noch lange nicht wirtschaftlich ist.

Das Sparpotential bei den Betriebskosten ist deutlich grösser, muss aber mit gezielten organisatorischen Massnahmen bei der Betriebsstruktur erschlossen werden.

Sparpotential



6.3.2 Planung der Betriebsstruktur

Effizientes Betreiben von Gebäuden mit IGA setzt planerisches Vorgehen der Verantwortlichen voraus. Der Erfolg steigt mit der für die Planung aufgewendeten Sorgfalt. Es gilt folgende Bereiche zu bearbeiten:

- * Führungsverantwortung festlegen
- * Abgrenzung und Umschreibung von Einzelaufgaben
- * Aufgabensortierung: Eigenleistung/Fremdleistung
- * Bestimmung der Ausführenden für Eigen- und Fremdleistungen
- * Information der Beteiligten
- * Erstellung einer Berichtstruktur

Nutzungsdauer in Jahren	Kalkulationszinssatz											
	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	15.0%	20.0%
1	1.010	1.020	1.030	1.040	1.050	1.060	1.070	1.080	1.090	1.100	1.150	1.200
2	0.508	0.515	0.523	0.530	0.538	0.545	0.553	0.561	0.568	0.576	0.615	0.655
3	0.340	0.347	0.354	0.360	0.367	0.374	0.381	0.388	0.395	0.402	0.438	0.475
4	0.256	0.263	0.269	0.275	0.282	0.289	0.295	0.302	0.309	0.315	0.350	0.386
5	0.206	0.212	0.218	0.225	0.231	0.237	0.244	0.250	0.257	0.264	0.298	0.334
6	0.173	0.179	0.185	0.191	0.197	0.203	0.210	0.216	0.223	0.230	0.264	0.301
7	0.149	0.155	0.161	0.167	0.173	0.179	0.186	0.192	0.199	0.205	0.240	0.277
8	0.131	0.137	0.142	0.149	0.155	0.161	0.167	0.174	0.181	0.187	0.223	0.261
9	0.117	0.123	0.128	0.134	0.141	0.147	0.153	0.160	0.167	0.174	0.210	0.248
10	0.106	0.111	0.117	0.123	0.130	0.136	0.142	0.149	0.156	0.163	0.199	0.239
11	0.096	0.102	0.108	0.114	0.120	0.127	0.133	0.140	0.147	0.154	0.191	0.231
12	0.089	0.095	0.100	0.107	0.113	0.119	0.126	0.133	0.140	0.147	0.184	0.225
13	0.082	0.088	0.094	0.100	0.106	0.113	0.120	0.127	0.134	0.141	0.179	0.221
14	0.077	0.083	0.089	0.095	0.101	0.108	0.114	0.121	0.128	0.136	0.175	0.217
15	0.072	0.078	0.084	0.090	0.096	0.103	0.110	0.117	0.124	0.131	0.171	0.214
16	0.068	0.074	0.080	0.086	0.092	0.099	0.106	0.113	0.120	0.128	0.168	0.211
17	0.064	0.070	0.076	0.082	0.089	0.095	0.102	0.110	0.117	0.125	0.165	0.209
18	0.061	0.067	0.073	0.079	0.086	0.092	0.099	0.107	0.114	0.122	0.163	0.208
19	0.058	0.064	0.070	0.076	0.083	0.090	0.097	0.104	0.112	0.120	0.161	0.206
20	0.055	0.061	0.067	0.074	0.080	0.087	0.094	0.102	0.110	0.117	0.160	0.205
25	0.045	0.051	0.057	0.064	0.071	0.078	0.086	0.094	0.102	0.110	0.155	0.202
30	0.039	0.045	0.051	0.058	0.065	0.073	0.081	0.089	0.097	0.106	0.152	0.201
35	0.034	0.040	0.047	0.054	0.061	0.069	0.077	0.086	0.095	0.104	0.151	0.200
40	0.030	0.037	0.043	0.051	0.058	0.066	0.075	0.084	0.093	0.102	0.151	0.200
50	0.026	0.032	0.039	0.047	0.055	0.063	0.072	0.082	0.091	0.101	0.150	0.200

Formeln: Sind Kalkulationszinssatz i , Nutzungsdauer n und Energiepreissteigerung e gegeben, so gilt (für i und e muss die dezimale Schreibweise angewandt werden: 6% entsprechen somit 0,06):

	Annuitätsfaktor	Mittelwertfaktor	
		für $i = e$	für $i \neq e$
Mathematisch	$a = \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$	$m = n \cdot a$	$m = \frac{\left(1 + \frac{i-e}{1+e}\right)^n - 1}{\left(\frac{i-e}{1+e}\right) \cdot \left(1 + \frac{i-e}{1+e}\right)^n} \cdot a$
LOTUS 123 deutsch	@RATE(1;i;n)	$n \cdot \text{@RATE}(1;i;n)$	@RATE(@AKTWERT(1;(i-e)/(1+e);n);i;n)
LOTUS 123 englisch	@PMT(1;i;n)	$n \cdot \text{@PMT}(1;i;n)$	@PMT(@PV(1;(i-e)/(1+e);n);i;n)
EXCEL deutsch	-RMZ(i;n;1)	RMZ(i;n;BW((i-e)/(1+e);n;1))	
EXCEL englisch	-PMT(i;n;1)	PMT(i;n;PV((i-e)/(1+e);n;1))	

Kalkulationszinssatz: 1%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung								
	-2.0%	-1.0%	0.0%	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%
5	0.942	0.971	1.000	1.030	1.061	1.093	1.126	1.159	1.194
10	0.898	0.947	1.000	1.056	1.115	1.178	1.245	1.315	1.391
15	0.857	0.925	1.000	1.082	1.172	1.270	1.378	1.497	1.627
20	0.820	0.904	1.000	1.108	1.231	1.370	1.529	1.708	1.913
25	0.785	0.884	1.000	1.135	1.294	1.479	1.698	1.955	2.259
30	0.754	0.865	1.000	1.162	1.359	1.598	1.889	2.244	2.679

Kalkulationszinssatz: 2%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung								
	-1.0%	0.0%	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%
5	0.971	1.000	1.030	1.061	1.092	1.125	1.158	1.192	1.227
10	0.948	1.000	1.055	1.113	1.175	1.241	1.310	1.384	1.462
15	0.927	1.000	1.080	1.167	1.263	1.368	1.484	1.610	1.749
20	0.907	1.000	1.105	1.223	1.357	1.509	1.682	1.877	2.099
25	0.889	1.000	1.129	1.281	1.457	1.664	1.908	2.194	2.530
30	0.872	1.000	1.154	1.339	1.564	1.836	2.166	2.569	3.060

Kalkulationszinssatz: 3%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung								
	0.0%	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%
5	1.000	1.030	1.060	1.092	1.124	1.157	1.191	1.226	1.261
10	1.000	1.054	1.111	1.172	1.237	1.305	1.378	1.454	1.536
15	1.000	1.078	1.163	1.256	1.359	1.471	1.593	1.727	1.875
20	1.000	1.101	1.215	1.344	1.490	1.655	1.842	2.054	2.295
25	1.000	1.124	1.268	1.436	1.632	1.861	2.130	2.446	2.817
30	1.000	1.146	1.320	1.531	1.784	2.091	2.463	2.915	3.467

Kalkulationszinssatz: 4%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung								
	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%
5	1.030	1.060	1.091	1.123	1.156	1.190	1.224	1.260	1.296
10	1.053	1.110	1.170	1.233	1.300	1.371	1.446	1.526	1.611
15	1.076	1.159	1.250	1.349	1.458	1.577	1.707	1.849	2.005
20	1.098	1.208	1.332	1.472	1.630	1.808	2.010	2.239	2.499
25	1.118	1.256	1.415	1.600	1.817	2.069	2.365	2.712	3.118
30	1.138	1.302	1.499	1.735	2.019	2.363	2.778	3.283	3.896

Kalkulationszinssatz: 5%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung								
	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%
5	1.060	1.091	1.122	1.155	1.188	1.223	1.258	1.294	1.331
10	1.108	1.167	1.229	1.295	1.365	1.439	1.517	1.600	1.688
15	1.155	1.243	1.340	1.445	1.560	1.686	1.824	1.974	2.139
20	1.200	1.319	1.454	1.605	1.775	1.968	2.186	2.432	2.711
25	1.244	1.395	1.570	1.774	2.011	2.288	2.611	2.990	3.433
30	1.285	1.469	1.688	1.952	2.268	2.650	3.111	3.669	4.347

Kalkulationszinssatz: 6%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung:								
	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	11.0%
5	1.090	1.121	1.154	1.187	1.221	1.256	1.292	1.328	1.366
10	1.164	1.225	1.290	1.359	1.431	1.508	1.589	1.675	1.766
15	1.237	1.331	1.433	1.544	1.666	1.799	1.945	2.104	2.278
20	1.308	1.436	1.581	1.744	1.927	2.134	2.368	2.632	2.930
25	1.376	1.541	1.733	1.956	2.215	2.516	2.868	3.279	3.760
30	1.440	1.644	1.888	2.179	2.529	2.950	3.458	4.072	4.815

Kalkulationszinssatz: 7%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung:								
	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	11.0%	12.0%
5	1.121	1.153	1.186	1.219	1.254	1.290	1.326	1.363	1.401
10	1.222	1.285	1.353	1.424	1.499	1.579	1.663	1.752	1.846
15	1.322	1.421	1.529	1.647	1.776	1.916	2.069	2.237	2.420
20	1.419	1.558	1.713	1.888	2.085	2.306	2.556	2.838	3.156
25	1.514	1.694	1.903	2.145	2.426	2.754	3.135	3.579	4.099
30	1.603	1.829	2.097	2.418	2.802	3.263	3.818	4.489	5.299

Kalkulationszinssatz: 8%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung:								
	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	11.0%	12.0%
5	1.120	1.152	1.184	1.218	1.252	1.288	1.324	1.361	1.398
10	1.218	1.281	1.347	1.416	1.490	1.568	1.651	1.738	1.830
15	1.313	1.409	1.514	1.628	1.752	1.888	2.036	2.197	2.373
20	1.403	1.536	1.684	1.850	2.037	2.247	2.484	2.750	3.050
25	1.488	1.658	1.853	2.080	2.342	2.646	2.999	3.410	3.888
30	1.565	1.774	2.021	2.314	2.665	3.084	3.586	4.190	4.918

Kalkulationszinssatz: 10%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung:								
	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	11.0%	12.0%
5	1.118	1.150	1.182	1.215	1.249	1.283	1.319	1.355	1.393
10	1.211	1.271	1.335	1.402	1.473	1.548	1.627	1.711	1.799
15	1.296	1.387	1.485	1.592	1.708	1.835	1.972	2.122	2.285
20	1.373	1.494	1.629	1.780	1.948	2.137	2.349	2.587	2.854
25	1.440	1.590	1.763	1.961	2.189	2.451	2.754	3.105	3.511
30	1.497	1.676	1.886	2.133	2.425	2.771	3.182	3.673	4.259

Kalkulationszinssatz: 15%

Nutzungsdauer in Jahren	Preissteigerung:								
	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	11.0%	12.0%
5	1.114	1.145	1.176	1.208	1.240	1.274	1.308	1.343	1.379
10	1.195	1.250	1.308	1.369	1.434	1.502	1.573	1.648	1.728
15	1.259	1.337	1.421	1.512	1.610	1.716	1.831	1.955	2.090
20	1.308	1.406	1.513	1.632	1.763	1.908	2.070	2.249	2.449
25	1.344	1.457	1.584	1.728	1.890	2.074	2.283	2.521	2.793
30	1.369	1.495	1.638	1.803	1.993	2.212	2.468	2.765	3.113

Tabelle C: Nutzungsdauer / Betriebskosten (Wartung- und Unterhalt)

Die Angaben beziehen sich auf die Nutzungsdauer, während der ein Energiesystem bzw. eine Sparmassnahme amortisiert werden sollte. Unter günstigen Bedingungen und bei zweckmässigem Unterhalt kann die tatsächliche Lebensdauer höher sein als die vorgeschlagene Nutzungsdauer. Die Nutzungsdauer kann aber auch durch gewisse Fehler oder Mängel beim Material, bei der Vorfertigung, bei der Montage wesentlich geringer ausfallen als in der Tabelle angegeben.

Im folgenden werden nur die am häufigsten gebrauchten Anlagen und Sparmassnahmen mit ihren Nutzungsdauern und Betriebskosten (Kosten für Wartung und Unterhalt) aufgelistet. Weitere, detailliertere Informationen sind in den Publikationen "Abschreibungszeiten" vom Amt für Bundesbauten, "Haustechnik in der Integralen Planung" vom Bundesamt für Konjunkturfüragen und der SIA-Norm 380/1 zusammengestellt worden.

			Nutzungsdauer in Jahren	Betriebskosten (Wartung und Unterhalt)	
				in % des Anlagewertes ¹⁾	andere Vergleichsgrösse
Wärmeerzeugung	Elektrisch	Speicherheizgeräte, Direktheizgeräte	15	2	
	Öl / Gas	Kessel, Brenner	15	3	
		Wärmepumpen mit Elektromotor-Antrieb	15	3	
		Wärmepumpen mit Gas- oder Dieselmotorantrieb	15	5	
		Klein-Blockheizkraftwerk (Erdgas) mit 7 - 15 kW _e	15	7 ^{2) 3)}	6.0 Rp/kWh _e ^{2) 3)}
		Blockheizkraftwerk mit Industrie-Gasmotor	15	3,5 ³⁾	2.5 Rp/kWh _e ³⁾
		Gasturbinen-Blockheizkraftwerk > 1 MW _e	15	5 ³⁾	2.0 Rp/kWh _e ³⁾
		Sonnenenergie Gesamtanlagen	20	2	
		Erdkollektoren, Erdsonden	15	2	
		Hausübergabestation bei Fernwärme	15	2	
		Holzfeuerung	15	muss individuell bestimmt werden	
Rohrleitungen	Heizung		40	1	
		Sanitär Kaltwasser	40	1	
		Sanitär Warmwasser	25	2	
		Fernwärmeverteilungen	30	2	
Heizflächen	Heizkörper		30	1	
		Fussbodenheizung	25	1,5	
		Regelungen	15	3	
		Thermostatische Ventile	15	3	

- 1 Der Anlagewert entspricht in der Regel den gesamten Aufwendungen für die fertig eingebaute Anlage (z. Bsp. Aggregat inkl. Leitungen und Anschlüsse).
- 2 Die relativ hohen Wartungs- und Unterhaltskosten beinhalten auch Austauschmotoren, was einer periodischen "Teilerneuerung" entspricht, somit kann auch bei kleinen BHKWs mit einer Nutzungsdauer von 15 Jahren gerechnet werden.
- 3 Ohne Wartungskosten für den Katalysator. Für die Wartung des Katalysators ist zusätzlich mit 1.0 Rp./kWh_e bzw. mit 1% bis 2% des Anlagewertes zu rechnen.

RAVEL

[illegible]



Bestellung von RAVEL-Dokumentationen:

Name, Vorname: _____
 Firma: _____
 Strasse: _____
 PLZ, Ort: _____

Bundesamt für Konjunkturfüragen
 Impulsprogramm RAVEL
 Belpstrasse 53
 3003 Bern

Datum, Unterschrift: _____

FAX: 031/372 41 02

Titel	Autor	Bestellnummer	Preis	Bestellung
Allgemeine Dokumentationen zu RAVEL				
Broschüre "Neue Handlungsspielräume mit weniger Strom"		724.301 d	gratis	
Broschüre "L'économie d'électricité crée de nouveaux champs d'action"		724.301 f	gratis	
Broschüre "Nuove libertà d'azione con meno energia elettrica"		724.301 i	gratis	
Untersuchungsergebnisse: "47 heisse Spuren zu lohnenden Stromsparerpotentialen"		724.301.3 d	gratis	
Untersuchungsprojekte		724.301.1 d	gratis	
Weiterbildung		724.301.2 d	gratis	
IMPULS - Zeitschrift für IP Bau, RAVEL und PACER			gratis	
Construction et Energie - Bulletin des 3 programmes d'impulsions			gratis	
IMPULSO - Bollettino per PI Edil, RAVEL e PACER			gratis	
RAVEL-Lehrmittel				
Strom rationell nutzen - RAVEL Handbuch		ISBN 3 7218 1830 3	76.-	Buchhandel
RAVEL-Tagung 1991: Start zu einer neuen fachlichen Kompetenz		724.300.1 d/f	25.-	
RAVEL-Tagung 1992: Mehr Büro mit weniger Strom		724.300.2 d/f	30.-	
RAVEL-Tagung 1993: Energie-Fitness in der Industrie		724.300.3 d/f	25.-	
RAVEL-Tagung 91-93: 3er Set		724.300.0 d/f	50.-	
RAVEL-Industrie-Handbuch	A. Huser	724.370 d		
Erfassung des Energieverbrauchs (2 Bücher und Bon für Diskette)	A. Huser	724.371.0 d	27.-	
Erfassung des Energieverbrauchs (Diskette und Band 1: Leitfaden für Ind. + DL)	A. Huser	724.371.1 d	12.-	
Erfassung des Energieverbrauchs (Band 2: Anleitung für den Beauftragten)	A. Huser	724.371.2 d	15.-	
Energie - ihre Bedeutung in der Industrie	D. Spreng	724.316 d		
Analyse des Energieverbrauchs	F. Wolfart	724.318 d	31.-	
Messen von Leistungen und Energien	C. Jaun	724.377 d		
Organisation und Energiemanagement	R. Hasenböhler	724.374 d		
Küche und Strom		724.322 d		
Elektrische Antriebe: Auslegung und Betriebsoptimierung	K. Reichert	724.331 d	38.-	
Umwälzpumpen: Auslegung und Betriebsoptimierung	E. Füglistner	724.330 d	33.-	
Energieeffiziente Lüftungstechnische Anlagen in der Haustechnik	U. Steinemann	724.307 d		
Elektroantriebe	A. Neyer	724.332 d	9.-	
Geräte zur Wassererwärmung	H. Hediger	724.349 d	36.-	
Elektroheizungen - Sanierung und Ersatz in Wohnbauten	H.P. Meyer	724.346 d	28.-	
Elektrizität und Wärme (Grundlagen)	H.R. Gabathuler	724.357 d		
Wärmepumpen	Th. Baumgartner	724.356 d	17.-	
Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung	R. Brunner	724.355 d	15.-	
Elektrizität im Wärmesektor (WKK, WP, WRG)	H.R. Gabathuler	724.354 d	8.-	
Electricité et chaleur	P. Renaud	724.354 f	8.-	
Gebäudeautomation - Inbetriebsetzung und Abnahme	J. Willers	724.363 d	24.-	



Bestellung von RAVEL-Dokumentationen:

Name, Vorname: _____

Firma: _____

Strasse: _____

PLZ, Ort: _____

Bundesamt für Konjunkturfragen

Impulsprogramm RAVEL

Belpstrasse 53

3003 Bern

Datum, Unterschrift: _____

FAX: 031/372 41 02

Titel	Autor	Bestellnummer	Preis	Bestellung
RAVEL-Materialien				
Renouvellement d'air: Extraction d'air des bains, WC, cuisines	G. Spoehrle	724.397.11.51 f	12.-	
Conditionnement des locaux: études de cas	C. Brunner	724.397.11.53 d/f	12.-	
Conditionnement des locaux: humidification, déshumidification	M. Borel	724.397.11.54 f	12.-	
Pompes de circulation - Diminuer la puissance installée et l'énergie cons.	L. Keller	724.397.11.55 f	12.-	
Fallstudie Betrieb und Unterhalt einer Lüftungsanlage	R. Naef	724.397.11.56 d	12.-	
Grundbegriffe der Energiewirtschaft (Glossar)	R. Leemann	724.397.12.51.1 d	12.-	
Methoden der Wirtschaftlichkeitsanalyse von Energiesystemen	R. Leemann	724.397.12.51.2 d	12.-	
Kennwerte betrieblicher Prozessketten	F. Wolfart	724.397.12.54 d	12.-	
Valeurs caractéristiques de processus industriels	F. Wolfart	724.397.12.54 f	12.-	
Elektrische Produktionsverfahren	Hp. Meyer	724.397.12.55 d	12.-	
Energetischer Vergleich pneumatischer, hydraulischer und e.m. Antriebe	J.E. Albrecht	724.397.12.56 d		
Energieverbrauch in gewerblichen Küchen	J. Tercier	724.397.13 d	12.-	
Fallstudie Testküche	L. Perincioli	724.397.13.52 d	12.-	
Energieverbrauch von Rechner- und Kommunikationsanlagen im Detailhandel	R. Moser	724.397.13.53 d		
Zuverlässigkeit und Energieverbrauch von elektronischen Geräten	A. Birolini	724.397.13.56 d	12.-	
Elektrizitätsbedarf von Textildruckmaschinen	W. Hässig	724.397.21.51 d	12.-	
Kühlmöbel im Lebensmittelhandel	U. Kaufmann	724.397.21.52 d	12.-	
Wirkungsgradoptimierung der Drucklufterzeugung und Verteilung	F. Münst	724.397.21.54 d	12.-	
Analyse du rendement énergétique de processus industr. de prod.	M. Bongard	724.397.21.55 f	12.-	
Elektrizitätsbedarf der Zementindustrie	U. Fischli	724.397.21.61 d	12.-	
Elektrizitätsbedarf von Industrielüftungen	U. Fischli	724.397.21.62 d	12.-	
Lumière, Licht: Etudes de cas, Fallstudien	R. Miloni	724.397.22.51 d/f	12.-	
Stromverbrauchserhebung in Haushalten	A. Huser	724.397.23.51 d	12.-	
Wäschetrocknen im Mehrfamilienhaus	J. Nipkow	724.397.23.52 d	12.-	
Kühlschränke für Hotelzimmer und Studios	M. Beer	724.397.23.53 d	12.-	
Energieverbrauch von elektronischen Bürogeräten	A. Huser	724.397.23.54 d	12.-	
Energierelevante Aspekte von elektronischen Bürogeräten	R. Strauss	724.397.23.55 d	12.-	
Energieverluste bei Büro- und Unterhaltungselektronikgeräten	U. Graune	724.397.23.56/57 d	12.-	
Warmwasserbedarfszahlen und Verbrauchscharakteristik	M. Blatter	724.397.23.58 d	12.-	
Sanierung und Ersatz von Elektroheizungen: Zusatzheizungen	Hp. Meyer	724.397.23.59 d	12.-	
WRG / AWN-Checkliste	R. Brunner	724.397.31.52 d	12.-	
Abgeschlossene und laufende Projekte in den Bereichen WKK und WP	Th. Baumgartner	724.397.31.55 d	12.-	
Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung	V. Kyburz	724.397.31.56 d	12.-	
Interne Wärmelasten von Betriebseinrichtungen	B. Nussbaumer	724.397.32.51 d	12.-	
Nachweis der Wirksamkeit der IGA und des Energiemanagements	M. Züst	724.397.32.53 d		
Einsatz der IGA für die Betriebsführung	S. Graf	724.397.32.54 d		
Fallstudie Tunnellüftung	H. Hatz	724.397.41 d	12.-	
Kühltemperaturen im Lebensmittelhandel	A. Kömin	724.397.41.52 d	12.-	
Erhebung des Elektrizitätsverbrauchs bestehender Strassentunnel	U. Steinemann	724.397.41.58 d		
RAVEL zahlt sich aus - Prakt. Leitfaden für Wirtschaftlichkeitsberechn.	A. Müller	724.397.42.01 d	12.-	
RAVEL, une économie d'argent - Guide prat. pour les calculs de rentabilité	A. Müller	724.397.42.01 f	12.-	
Energiesparstrategie für Versorgungsunternehmen	F. Spring	724.397.42.51 d	12.-	
Benutzerverhalten im Bürobereich	E. Nussbaumer	724.397.42.55 d	12.-	
Rationelle Stromnutzung - Einfl. neuer Technolog. auf künft. Weiterbildung	W. Baumgartner	724.397.46.51 d	12.-	
Rationelle Stromnutzung - Einfluss neuer Technologien: Kurzfassung	W. Baumgartner	724.397.46.52 d	12.-	