



Journal
für
Facility Management
Wissenschaft trifft Praxis

Heft 1/2009

Journal für Facility Management
Heft 1/2009

Für meine Familie:
Barbara und Sidonie Redlein

Scientific Committee

Prof. Dr. Alexander Redlein

*Zentrum für Informations- und Facility Management (IFM), TU Wien,
Österreich*

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wi.-Ing. Kunibert Lennerts

*Institut für Technologie und Management im Baubetrieb, Universität Karlsruhe,
Deutschland*

Prof. Dr. Andreas van Wagenberg

*University of Wageningen,
Niederlande*

Prof. Jan Bröchner

*Technology Management and Economics Service Management, Chalmers University of
Technology, Schweden*

Herausgeber

Prof. Dr. Alexander Redlein

*Zentrum für Informations- und Facility Management (IFM), TU Wien,
Österreich*

Organisation

Mag. Barbara Gatscher

*Zentrum für Informations- und Facility Management (IFM), TU Wien,
Österreich*

Vielen Dank an alle KollegInnen des IFM für die Mithilfe bei der Organisation!

ISBN: 978-3-200-01697-2

www.ifm.tuwien.ac.at/kongress

Inhaltsverzeichnis

- 7 Wissenschaft trifft Praxis I: Value Added durch FM**
- 8 MoreSpace – Optimierung der Raumauslastung durch Einsatz von Discrete Event Simulation im Facility Management**
*Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dietmar Wiegand, Dipl.-Ing. Štefan Emrich, Dipl.-Ing. Sanja Mesić, Dipl.-Ing. Dr. Felix Breitenecker, Dipl.-Ing. Nikolas Popper & Shabnam Tauböck,
Technische Universität Wien, Österreich*
- 17 Risikoanalyse und -bewertung für Facility Management-Prozesse während der Immobiliennutzungsphase**
*Dipl.-Ing. Johannes Bockstefl & a.o.Univ.Prof. Dr. Alexander Redlein
Zentrum für Informations- und Facility Management (IFM), TU Wien, Österreich*
- 32 Die Bestandsaufnahme als Teil des Risikomanagements im Baubestand**
*Dipl.-Ing. Michael Kaindl & Univ.Prof. Dr. Andreas Kolbitsch
Institut für Hochbau und Technologie, TU Wien, Österreich*
- 46 Wissenschaft trifft Praxis II: Energieeffizienz und Nachhaltigkeit**
- 47 Projekt NAERCO – Nachhaltige Heizungssanierung durch Erfolgscontracting**
*Dipl.-Ing (FH) Jürgen Nitschke
Institut für Energie und Gebäude (ieg) der Georg-Simon-Ohm-Hochschule
Nürnberg, Deutschland*
- 58 Planungsunterstützendes Lebenszykluskostentool für energieeffiziente Immobilien (LZK-Tool)**
*Mag. Karl Friedl & Dipl.-Ing. Bernhard Herzog
bene Consulting, Wien, Österreich*
- 70 Nachhaltige Optimierung der Lebenszykluskosten mit Hilfe eines innovativen Prognosemodells**
*Mag.(FH) Emanuel Stocker, Prof.(FH) Dr. Tobias Schrag & Prof.(FH) Dr. Thomas Madritsch
Fachhochschule Kufstein, Österreich*

Vorwort des Herausgebers

1. Journal für Facility Management und 2. Internationaler Facility Management Kongress an der TU Wien: Wissenschaft trifft Praxis

Der Erfolg des 1. IFM-Kongresses im Vorjahr hat uns Recht gegeben, dass Wissenschaft und Praxis im Facility Management eine gemeinsame Bühne brauchen. Daher bleiben wir unserem Grundsatz treu, gleiche Themen aus diesen beiden Blickwinkeln zu betrachten.

Wer wäre geeigneter die Plattform dafür zu bieten, als das IFM der TU Wien, kann es doch auf über 10 Jahre erfolgreichen Wissenstransfer zwischen Forschung und Praxis zurückblicken und hat mit rund 35 Forschungsprojekten im Bereich FM seine Kompetenz unter Beweis gestellt.

Bei der Auswahl der Themenbereiche haben wir auf Vorschläge aus den Reihen der REUG (Real Estate User Group) zurückgegriffen. Die Real Estate User Group ist eine Plattform von mittlerweile rund 900 Facility Managern und den wichtigsten Facility Service Anbietern, die vom IFM der TU Wien im Jahre 1999 gegründet wurde und sich regen Zustroms erfreut. Wie auch im letzten Jahr wurden vom IFM und der REUG die aktuellen Trends im FM analysiert und folgende Themenschwerpunkte festgelegt:

- Value Added – Ist FM mehr als nur Kosteneinsparung?
- Process Reengineering und IT-Support im FM
- Risk Management
- Energie und FM
- Die Finanzkrise und FM

Auf Basis der Daten einer Diplomarbeit aus dem Jahr 2007 und der eingereichten Papers des Vorjahres wurden wieder zahlreiche Institute im In- und Ausland in einem formalen Call for Papers zur Einreichung von Abstracts gebeten. Die Resonanz war wieder sehr positiv und es wurden zahlreiche Arbeiten eingereicht. Leider mussten auf Grund der großen Anzahl einige Papers wieder abgelehnt werden. An dieser Stelle möchte ich mich bei den Forschern bedanken, die einen Beitrag eingereicht haben. Mein Dank gilt aber auch meinen Kollegen

vom Scientific Committee. Sie haben in einem Double Blind Review-Verfahren zuerst die Abstracts und dann die Papers begutachtet und den Forschern mit Anregungen geholfen.

Mein Dank gilt dabei

- Prof. *Jan Bröchner* vom Technology Management and Economics Service Management der Chalmers University of Technology, Göteborg, Schweden
- Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wi.-Ing. *Kunibert Lennerts* vom Institut für Technologie und Management im Baubetrieb der Universität Karlsruhe, Deutschland
- Prof. Dr. ir. *Andreas van Wagenberg* von der University of Wageningen, Niederlande

Aus der Diskussion mit meinen Kollegen vom Scientific Committee und Kollegen aus der Fakultät haben wir beschlossen, die Form der Publikation zu ändern. Die sehr gute Qualität der Papers ermöglichen es, die Arbeiten nicht mehr nur in Form von Conference Proceedings des Kongresses, sondern als „**Journal für Facility Management**“ zu publizieren.

Im „Journal für Facility Management“ finden Sie in der Folge die ausgewählten Beiträge. Bevor ich Ihnen eine interessante Lektüre wünsche, möchte ich mich auch bei meinem Team bedanken, vor allem bei Frau Mag. Barbara Gatscher und Herrn Dipl.-Ing. Johannes Bockstefl, ohne deren großen Einsatz das „Journal für Facility Management“ nicht in dieser Form vorliegen könnte.

Mit freundlichen Grüßen aus Wien wünsche ich Ihnen wieder eine spannende Lektüre und freue mich schon auf die Einreichungen beim 3. IFM-Kongress 2010.

Ihr

Alexander Redlein

Head of Scientific Committee

Wissenschaft trifft Praxis I: Value Added durch FM

MoreSpace – Optimierung der Raumauslastung durch Einsatz von Discrete Event Simulation im Facility Management

D. Wiegand, Š. Emrich, S. Mesić, F. Breitenecker, N. Popper & S. Tauböck

Technische Universität Wien, Österreich

Kurzfassung

MoreSpace ist ein interdisziplinäres Forschungs- und Entwicklungsprojekt der Fachbereiche „Projektentwicklung und Projektmanagement“ und „Mathematical Modelling and Simulation“ an der TU Wien, finanziert von der Abteilung Gebäude- und Technik. Im Rahmen dieses Projektes wurde, basierend auf einer Kombination von Methoden beider Fachrichtungen (z.B. Discrete Event Simulation, Business Process Modeling und Flächenmanagement-Techniken), ein Werkzeug zur Simulation und Optimierung der Raumauslastung an der TU Wien entwickelt.

Der große Vorteil dieses Tools liegt einerseits im innovativen hybriden Ansatz und zweitens in der inhärenten Flexibilität. Obwohl ursprünglich speziell für die Bedürfnisse des TU Umbaus konzipiert, können durch die automatisierte Modellgenerierung beliebige Großgebäude dargestellt und simuliert werden – die notwendigen Input-Daten vorausgesetzt.

Durch den neuen Ansatz von MoreSpace wird es möglich potentielle Gebäude auf die Vereinbarkeit mit der (geplanten) Nutzung zu testen und so zu optimieren. Darüber hinaus können Kombinationen von Flächenmanagement-Strategien und dem Raumprogramm für (bestehende sowie geplante) Gebäude getestet und somit eine effizientere Raumnutzung erreicht bzw. Überdimensionierung von Gebäuden vermeiden werden.

1. Ausgangslage & Problemstellung

Der Umbau und die Neustrukturierung der Räume der TU Wien im Rahmen von „Univercity 2015“ und die damit einhergehende zeitweise Sperrung von Gebäudeteilen, waren der Anstoß für das Projekt MoreSpace. Im Rahmen von „Univercity 2015“ ist neben der Sanierung aller Gebäude der Technischen Universität auch eine Standortverdichtung der innerstädtisch gelegenen Universität vorgesehen. Da der Betrieb der Universität nicht ausgesetzt werden kann, finden sämtliche dieser Arbeiten parallel zum laufenden Betrieb statt. Die Komplexität des Umbaus gleicht dem Versuch einen Autoreifen bei voller Fahrt zu wechseln, wie TU-Rektor Skalicky bei einer internen Vorstellung von „Univercity 2015“ anmerkte. Als zusätzlich erschwerend erweist sich die Dimension des Systems, in das

während dem Umbau eingegriffen wird: über 2.000 Mitarbeiter, mehr als 15.000 Studierenden und Gebäude, die über mehrere Wiener Gemeindebezirke verteilt sind.

Um die durch die Bauarbeiten anfallenden Störungen des Forschungs- und Lehrbetriebs möglichst gering zu halten, wurde das Projekt MoreSpace gestartet. Die Abteilung „Gebäude und Technik“ beauftragte dazu die Forschungsgruppen „Projekterwicklung und

–management“ um Prof. Wiegand und „Mathematical Modelling and Simulation“ um Prof. Breitenacker damit, ein Simulationswerkzeug zu entwickeln, das die Räume und ihre dynamische Nutzung abbildet und die Möglichkeit bietet verschiedene Strategien zur Minimierung der Störungen des Betriebs zu testen, mit dem Ziel Störungen zu minimieren.

Ziel von MoreSpace war es die dynamische Nutzung der im innerstädtischen Bereich knappen Ressource Raum durch den Lehrbetrieb auch nach dem Umbau zu optimieren – konkret: sicherzustellen, dass geplante Lehrveranstaltungen geeignete Räume finden und Lehrräume möglichst intensiv genutzt werden. Aus dieser Zielsetzung und den dafür eingesetzten Methoden und benötigten Daten ergaben sich zweite weitere Einsatzmöglichkeiten von MoreSpace: Die Optimierung von (Bau-) Plänen für zukünftige Gebäude sowie die Verbesserung des Flächenmanagements im laufenden Betrieb.

Ausgehend von dieser problemspezifischen Aufgabenstellung wurde ein Simulationsmodell entwickelt, welches durch die datenbankbasierte, automatisierte Modellgenerierung jedoch sehr einfach auf andere, dynamisch genutzte Großgebäude angewandt werden kann. So gesehen führte der hohe Komplexitätsgrad des Initialproblems zur Entwicklung eines generischen Simulationswerkzeugs mit einem großen Anwendungsbereich.

2. Angewandte Methoden

Wie eingangs bereits erwähnt, handelt es sich bei MoreSpace um ein interdisziplinäres Forschungs- und Entwicklungsprojekt, woraus sich ableitet, dass Methoden beider Fachrichtungen eingesetzt und kombiniert werden. Innovativ ist insbesondere der hybride Modellansatz des Simulationswerkzeugs, wobei bewährte Simulationstechniken mit jenen aus dem Projekt- und dem Flächenmanagement gekoppelt werden. Erfahrungen in einem Vorläuferprojekt an der ETH Zürich (von Prof. Wiegand geleitet) haben gezeigt, dass das Verhalten des Flächenmanagements und mögliches „Verhalten“ von Räumen, z.B. Teilbarkeit bzw. Zusammenlegbarkeit, entscheidend für die Effizienz der Raumnutzung sind. Im besagten Projekt (discreteFD) wurden Reduktionen von 40% der ursprünglich angenommenen Fläche erzielt (Wiegand et al. 2007).

Im Gegensatz zu den bisherigen, rein statischen Ansätzen (in der Regel simplen Tabellenkalkulationen), kennzeichnet sich das in MoreSpace entwickelte Werkzeug durch eine systemimmanente, echte Dynamik aus: Anstelle einfacher arithmetischer Operationen tritt die realitätsnahe Computersimulation. Die Grundlage und den Rahmen dafür bildet Discrete Event Simulation (DEVS)¹, eine Methode die schon seit langem in verschiedenen Bereichen zur Analyse und Verbesserung der Ressourcenplanung und -nutzung verwendet wird. Anwendungen findet man in Produktion und Logistik, der Kommunikationstechnik, im Supply Chain Management, aber auch im Krankenhausmanagement. Ihren Ausgang nahm die DEVS in den Fünfzigerjahren des vorigen Jahrhunderts (Nance 1993). Modellbildungsgrundlage ist das Entity- (Ressourcen) bzw. Entity-Flow - Konzept: Entities, z.B. zu bearbeitende Werkstücke, zu verarbeitende Datenpakete, zu liefernde Waren oder zu behandelnde Patienten, suchen ihren Weg durch den Prozess zu ihren Ressourcen – z. B. zu Bearbeitungsrobotern, zu Servern, zu Distributoren oder Ambulanzen, wobei Events, d.h. Ereignisse resp. Zustandsänderungen anderer Entitäten und die Information darüber, und Verhaltensweisen der Entitäten selbst diesen Weg beeinflussen und steuern.

Im Bereich des Managements von Raumressourcen, bzw. im Facility Management generell, stecken DEVS noch in den Kinderschuhen. Für den Einsatz in MoreSpace war es daher notwendig die Definition von DEVS zu adaptieren. Denn während Ressourcen eindeutig mit den zur Verfügung stehenden Räumen identifiziert werden können, sind für Entities verschiedene Ansätze möglich (Studenten, Buchungsanfragen, Lehrveranstaltungen, Nutzergruppen, etc.). Im Prinzip ist es ein Raumbedarf, welcher die Ressourcen für bestimmte Aufgaben reserviert. Dieser Bedarf kann wiederum mit einer bestimmten Arbeit, an der z.B. Personengruppen beteiligt sind, identifiziert werden, oder umgekehrt mit Personengruppen die im Raum eine bestimmte Aufgabe erledigen wollen.

In das DEVS-Framework werden die Flächenmanagementoptionen gebettet, welche die Buchung der Räume und dadurch das Systemverhalten steuern. Um diese Kombination realisieren zu können, werden weitere Methoden zur Unterstützung benötigt: Zum einen Business Process Modelle (BPM), zum anderen zelluläre Automaten (CA vom englischen „cellular automata“). Für die BPM wurde ursprünglich auf die Business Process Modelling Notation (BPMN) zurückgegriffen. Diese wurde von IBM speziell zur Systemanalyse und interdisziplinären Kommunikation in Form gut lesbarer Diagramme (White 2004) entwickelt.

¹ Für weiterführende Informationen zu DEVS sei u. A. auf (Fishman 2001) verwiesen.

BPMN soll allen Projektbeteiligten – begonnen bei den Analysten, über die technischen Mitarbeiter zur Umsetzung, bis zu den involvierten Wirtschaftskräften – das Verständnis der Geschäftsprozesse erleichtern und ermöglichen (Wolter & Schaad 2007).

Die bereits erwähnten zellulären Automaten (CA) sind, wie auch DEVS, ein bewährtes Modellierungswerkzeug, dessen Ursprünge ebenfalls um die Hälfte des vorigen Jahrhunderts herum liegen. Wie der Name bereits nahelegt, ist ihre Modellbildungsgrundlage die einzelne Zelle. Wenngleich unzählige Variationen von CA existieren, so wohnt ihnen allen doch ein kleinster gemeinsamer Nenner inne: Zelluläre Automaten sind in der Lage extrem komplexe Systeme abzubilden, dies jedoch bei gleichzeitig äußerst einfacher Beschreibung, bzw. auf Computersysteme übertragen, äußerst einfacher und ressourcenschonender Programmierung (Wolf Gladrow 2000, Emrich 2007). Zusammen mit Elementen der agentenbasierten Programmierung eröffnen CA ein riesiges Anwendungsfeld zur Simulation, darunter auch die Modellierung von unabhängigen Individuen in räumlichen Systemen.

Die Verifikation und Validierung des Modells erfolgte – entsprechend Wenzel et al. (2008) – sowohl parallel zur Entwicklung (V&V der Sub- und Teilmodelle sowie der neu entwickelten Algorithmen) als auch in Form einer abschließenden V&V-Session. Dabei wurden unter anderem Standardmethoden wie etwa Animation, Monitoring oder Schreibtischtest als auch komplexere Test wie z.B. Sensitivitätsanalysen, statistische Techniken oder Turing-Tests durchgeführt; vergleiche (Rabe et al. 2008).

3. Lösungsansatz und Ergebnisse

Im betrachteten Simulationsmodell sind sämtliche im vorigen Abschn. beschriebenen Methoden vereint. Als Input benötigt die Simulation Daten zu den Studierenden, den Lehrveranstaltungen (LVA) in den verschiedenen Studienrichtungen und Raumdaten. Auf Basis der Flächenmanagementregeln werden den LVA passende (Hörerzahl, LVA-Typ, Ausstattung, etc.) Hörsäle zugewiesen.

Die Entitäten (die Studenten im Fall der TU Wien) werden in Form von Agenten mit den zugehörigen Steuerplänen (Lehr- und Stundenplänen) im System abgebildet. Die Events & Ressourcen (LVA mit Anfangszeiten, Dauer, etc. sowie die zu den LVA gehörigen Hörsäle) lenken sodann die Entitäten durch den Simulationsverlauf (i.d.R. ein oder zwei Semester), wodurch z.B. die Auslastung der Hörsäle als Output ermittelt wird.

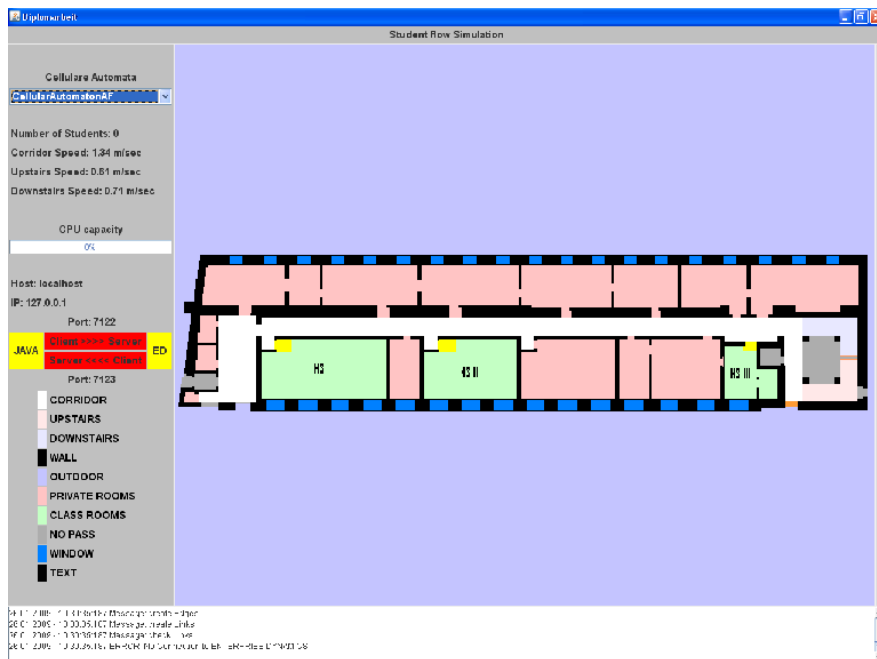


Abb. 1: Screenshot des CA-Submodells für die Wegzeitenmodellierung (im Bild ein Trakt des Hauptgebäudes der TU Wien).

Für die Simulation von Wegzeiten zwischen zwei LVA bzw. Hörsälen kommen die CA zum Einsatz, in welchen die Agenten, d.h. die Studierenden, sich die Wege durch das System suchen. Aus den Gebäudeplänen werden hierfür die Grundrisse ausgelesen und ein Submodell erstellt in welchem bei Bedarf die Wegzeiten simuliert werden. Dadurch ist die Simulation in der Lage auch Überlappungen von Events zu erkennen – die Entitäten (die Studierenden) kommen nicht oder zu spät von einer Veranstaltung in die Nächste. In Abb. 1 ist ein Screenshot des CA-Modells mit einem Trakt des TU Hauptgebäudes dargestellt.

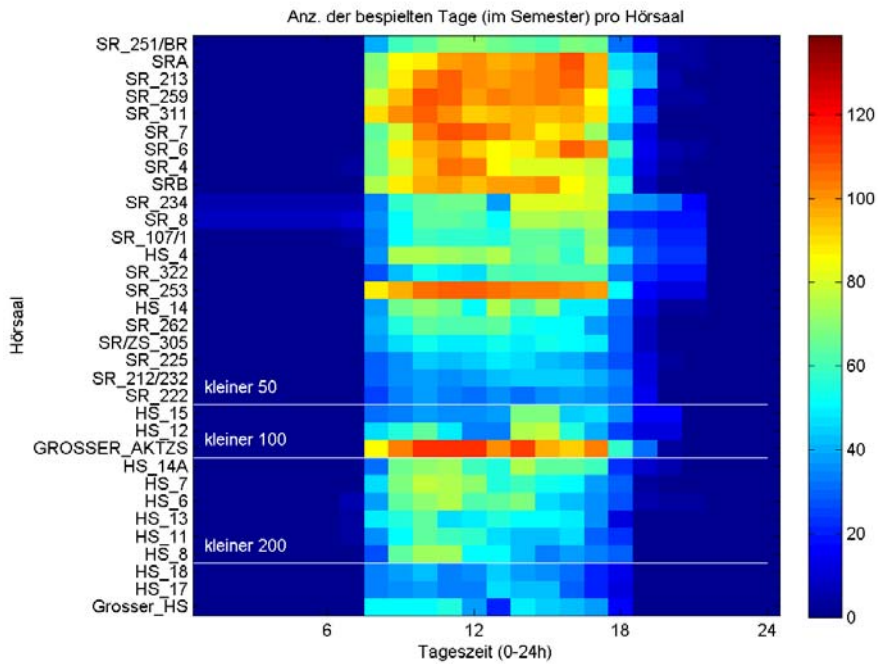


Abb. 2: Übersichtliche visuelle Darstellung der über ein Semester gemittelten Raumauslastung im Tagesverlauf (y-Achse: Hörsäle nach aufsteigender Kapazität von oben nach unten; x-Achse: Uhrzeit)

Neben der Raumauslastung (s. Abb. 2) stellt die Anzahl der Fehlbuchungen – unbefriedigte Raumanfragen für Nutzungen (LVA) – die wichtigste Kennzahl dar. Beim Einsatz an der TU Wien konnte mit der MoreSpace-Entwicklung u.a. gezeigt werden, dass die größten Engpässe bei Räumen mit Hörerkapazitäten von ≥ 200 auftreten, diese Räume aber nur zu 30% (gemittelt über die Kernzeit) ausgelastet sind.

Daraus folgt, dass es zu einer zeitgleichen Überbuchung der Räume und somit zu Ressourcenknappheit kommt. Zur Lösung dieses Problems bieten sich zwei Strategien an: eine zeitliche Flexibilisierung der Anfragen bzw. der Einsatz flexibler Räume. Letzteres ist vor allem unter dem Aspekt interessant, dass im Verlauf des Semesters der Bedarf an gewissen Hörsaalgrößen schwankt. So werden am Anfang des Semesters LVA für alle Studenten gemeinsam abgehalten, während danach die Arbeit in kleineren Gruppen erfolgt. Durch flexible Trennwände und die Möglichkeit Räume mit kleiner Hörerkapazität kurzfristig zu Großräumen zusammen zu schalten soll diesem Umstand im Rahmen von Univercity 2015 Rechnung getragen werden. Wie in Abb. 3 zu erkennen, bietet ein zeitliches Re-Scheduling zusätzliches Entspannungspotential.

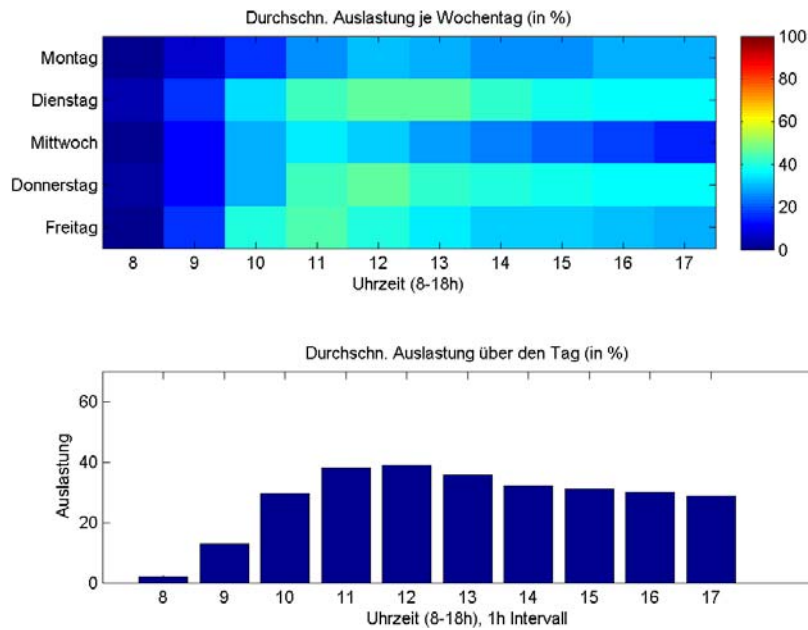


Abb. 3: Zeitlich ungleichmäßige Auslastung der Räume über ein Semester (oben: Durchschnittsauslastung der Räume nach Wochentagen und Uhrzeit unten: akkumuliert nur über Tageszeit).

Ein zweiter interessanter Aspekt war die durch das Werkzeug gewonnene Erkenntnis, dass die verwendete Buchungsdatenbank an der TU Wien automatische Reservierungen vornahm und dadurch das System blockierte. Dieses Problem wurde inzwischen behoben.

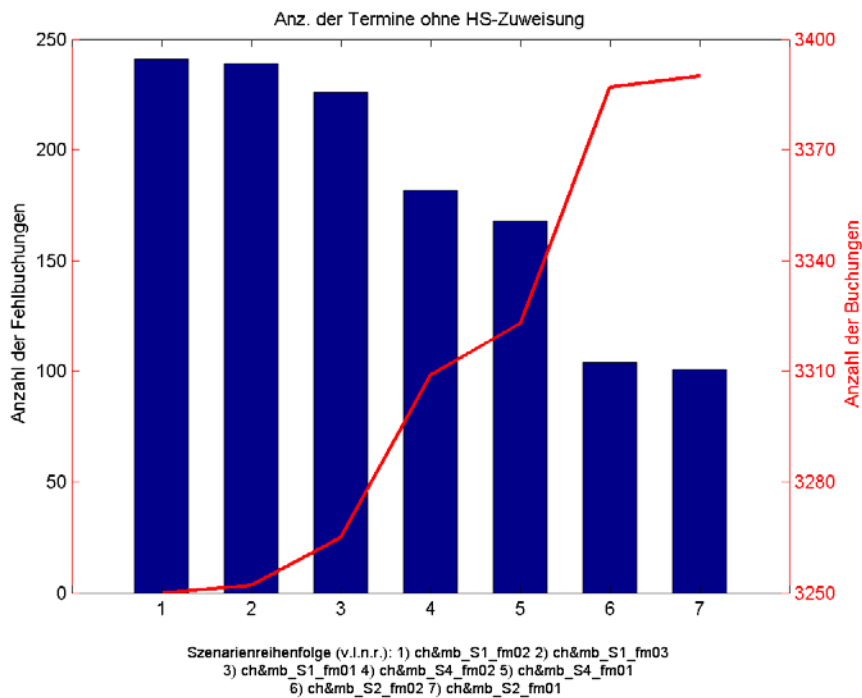


Abb. 4: Reduktion der Fehlbuchungen durch optimiertes Flächenmanagement (blau: Anzahl der Fehlbuchungen, rot: befriedigte Buchungsanfragen).

Es konnte auch eindeutig gezeigt werden, dass durch Veränderungen des Flächenmanagement, z.B. durch die Veränderung der Reihenfolge der Abarbeitung der Buchungsanfragen, die Anzahl der Fehlbuchungen extrem reduziert werden kann. Wie aus Abb. 4 ersichtlich wird, liegt das Verbesserungspotential bei den Fehlbuchungen deutlich über 50%!

Durch die intelligente Implementierung der Simulationsmodelle ist es ohne Modelländerungen möglich nahezu beliebige Raum-, Studenten- oder LVA-Strukturen zu simulieren. Diese werden über Schnittstellen direkt aus Datenbanken eingelesen. Die Veränderungen der Regeln des Flächenmanagements erfolgt über eine graphische Benutzeroberfläche. Die vorausschauende oder rückblickende Bewertung unterschiedlicher Raumstrukturen, Stundenpläne oder Verhaltensweisen des Flächenmanagements benötigen keinen Programmieraufwand, d.h. der Zeitaufwand für die Nutzung der Simulation wird bestimmt durch die Qualität der Eingabedaten und den Aufwand für ihre Akquisition. Mit dem Simulationswerkzeug MoreSpace kann neben der sogenannten Systemoptimierung auch eine Bestimmung von Systemgrenzen erfolgen, so z.B. die Frage beantwortet werden „Wie viele Studierende können die Räumlichkeiten der TU Wien (unter gewissen Bedingungen) maximal aufnehmen?“.

4. Ausblick & zukünftige Schwerpunkte

Ausgehend von einem konkreten Problem wurde im Rahmen von MoreSpace ein Werkzeug entwickelt, welches durch seine Flexibilität bei einem Gutteil aller Großgebäude, allen voran Bildungseinrichtungen, zur Untersuchung und Verbesserung des Raumprogramms und somit auch zur Intensivierung der Nutzung vorhandener Räume verwendet werden kann. Wie gezeigt wurde, führt der Einsatz des Tools einerseits zu einem tieferen Systemverständnis, andererseits kann die Raumauslastung substantiell gesteigert werden. Dadurch kann zusätzliche Nutzung auf bestehendem Raum untergebracht werden, z.B. neue Unterrichtsformen oder Ganztagsbetreuung in Schulen. Zubauten werden vermeidbar, Wege in den Städten (zwischen Gebäuden) kürzer, was den Bedarf an städtischer Infrastruktur reduziert. MoreSpace liefert somit nicht nur einen Beitrag zur Verbesserung der Ökoeffizienz der Gebäude sondern des Siedlungssystems. Der zukünftige Anwendungsbereich von MoreSpace liegt im Bereich der Optimierung regionaler Siedlungsgefüge, der darin stattfindenden Aktivitäten und den Versuchen ihrer Steuerung.

Mit dem hier vorgestellten Werkzeug wurde im Facility Management der Technologiesprung von den bisher eingesetzten – rein statischen – Methoden der Tabellenkalkulation zur dynamischen Verhaltenssimulation vollzogen. Gegenwärtig wird ein MoreSpace-Folgeprojekt vorbereitet, welches einerseits das Werkzeug und die damit bisher erreichte Benutzerfreundlichkeit sowie Nützlichkeit für einen massenhaften Praxiseinsatz vorbereitet und andererseits zusätzliche, weiterführende Features implementiert.

5. Literaturverzeichnis

- Emrich, Š. (2007): *Comparison of Mathematical Models and Development of a Hybrid Approach for the Simulation and Forecast of Influenza Epidemics with Heterogeneous Populations*. Wien, Österreich: TU Wien.
- Fishman, G.S. (2001): *Discrete-event simulation: modeling, programming, and analysis*. New York, USA: Springer-Verlag.
- Nance, R.E. (1993): A History of Discrete Event Simulation Programming Languages. In: *ACM SIGPLAN Notices*, Volume 28, No. 3, 149-175.
- Rabe M. & Spieckermann, S. & Wenzel, S. (2008): *Verifikation und Validierung für die Simulation in Produktion und Logistik: Vorgehensmodelle und Techniken*. Berlin, Deutschland: Springer-Verlag.
- Wenzel, S. & Weiß, M. & Collisi-Böhmer, S. & Pitsch, H. & Rose, O. (2008): *Qualitätskriterien für die Simulation in Produktion und Logistik: Planung und Durchführung von Simulationsstudien*. Berlin, Deutschland: Springer-Verlag.
- White, S.A. (2004): *Introduction to BPMN*. IBM.
- Wiegand, D. & Mebes, P. & Pichler, V. (2007): Event Based Simulations: Enabling Improved Development Planning and Partnership. In: *Proceedings of Real Corp 007*. Wien, Österreich: CORP, 17-23.
- Wolf Gladrow, D. (2000): *Lattice-Gas Cellular Automata and Lattice Boltzmann Models*. Berlin, Deutschland: Springer-Verlag.
- Wolter, C. & Schaad, A. (2007): Modelling of Task-Based Authorization Constraints in BPMN. In: *Proceedings of 5th Intl. Conference. BPM*, Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 64-79.

Risikoanalyse und -bewertung für Facility Management-Prozesse während der Immobiliennutzungsphase

J. Bockstefl & A. Redlein

Zentrum für Informations- und Facility Management (IFM), Technische Universität Wien, Österreich

Kurzfassung

In ihrer gegenwärtigen Forschungsarbeit beschäftigen sich die Autoren mit der Fragestellung, Risiken in Facility Management-Prozessen während der Immobiliennutzungsphase zu identifizieren und Strategien zu ihrer Bewältigung aufzuzeigen. Die Risikoidentifizierung erfolgt auf der Basis so genannter Referenzprozesse, die vom Konzept allgemein gültiger, typischer Geschäftsprozessabläufe ausgehen. Diese Prozessmodelle können in der Folge durch ExpertInneninterviews, die Analyse der strategischen und operativen Planung von Unternehmen und die Analyse bereits vorhandener Risikochecklisten um mögliche Schlüsselrisiken und entsprechende Risikomanagement- und Kontrollaktivitäten erweitert werden. Im Beitrag wird der derzeitige Status der Forschungsarbeit der Autoren dokumentiert und die Anwendung der beschriebenen Methodik auf einen beispielhaften FM-Prozess dargestellt. Weitere geplante Arbeitsschritte im Hinblick auf eine Quantifizierung der Risiken, die eine Beurteilung der Relevanz der Einzelrisiken erlaubt, werden beschrieben.

Keywords: Prozessmanagement, Referenzprozess, Risikomanagement, Inspektion und Wartung von Anlagen und Einrichtungen

1. Einleitung

Risiken einzugehen, kann die unternehmerische Aktivität stimulieren, kann sie im Falle eines unangemessenen Umgangs mit Risiken aber auch bedrohen. Gerade in mittelständischen Unternehmen ist die Vermeidung von Risiken, die den Bestand des Unternehmens bedrohen könnten, schon seit jeher ein zentrales Anliegen der Unternehmensführung. Risikomanagement als systematischer Ansatz hat in kleinen und mittleren Unternehmen – anders als in Großbetrieben – allerdings erst in jüngerer Zeit an Bedeutung gewonnen (Alexander 1992; Gleißner 2008, 1-7).

Die Gebäude, Anlagen und Einrichtungen, mit denen sich Facility Management beschäftigt, stellen für ein Unternehmen wichtige Assets dar. (Redlein & Giller 2008) zitieren eine IFMA-Studie, die zeigt, dass sich zehn bis 19 Prozent der Unternehmensausgaben und 25 bis 50 Prozent der Unternehmensassets auf Immobilien beziehen. Da Facility Management-Prozesse die Unternehmenskennzahlen daher nachhaltig beeinflussen können, sollten Facility ManagerInnen ihre Aufmerksamkeit auch auf das Risikomanagement in FM-Prozessen lenken.

Ausgelöst durch Finanzskandale und Zusammenbrüche von Unternehmen und Konzernen wurden in den letzten Jahren zudem verschiedene gesetzliche Initiativen zur Implementierung und Optimierung von Risikomanagementsystemen im Rahmen des externen Rechnungswesens gesetzt. In den Vereinigten Staaten trat der „Public Company Accounting Reform and Investor Protection Act of 2002“ („Sarbanes Oxley Act“ oder kurz „SOA“ bzw. „SOX“) in Kraft. In Europa wurde die Richtlinie 2006/43/EG des Europäischen Parlaments und des Rates erlassen, die für im öffentlichen Interesse stehende Unternehmen striktere Anforderungen für die vorgeschriebene Prüfung der jährlichen bzw. konsolidierten Unternehmensabschlüsse vorsieht (Redlein & Giller 2008, 183). Zweifelsohne hatten diese gesetzlichen Initiativen einen starken Einfluss auf Prozess- und Risikomanagementaktivitäten in den Unternehmen, insbesondere in solchen von öffentlichem Interesse (z.B. Konzerne, Genossenschaften etc.). Da der Fokus dieser Aktivitäten aber auf wirtschaftsprüferischen Belangen lag und darin bestand, entsprechende Berichte als Teil der Rechnungsabschlussberichte der Unternehmen zu erstellen, wenden KritikerInnen ein, dass es dadurch nur zu einer Dokumentation, nicht aber zu einer Bewältigung von Risiken kam (Gleißner 2008, 4).²

Der Schwerpunkt des vorliegenden Beitrags soll nun darin liegen, eine mögliche Methodik für die Identifikation von Risiken einerseits und von geeigneten Risikobewältigungsstrategien andererseits aufzuzeigen, die auch im Bereich des Facility Managements anwendbar ist. Die Risikoidentifikation erfolgt dabei in einer prozessorientierten Herangehensweise und soll nicht nur finanzielle Risiken bzw. solche Risiken, die aus wirtschaftsprüferischer Sicht relevant sind, sondern Geschäftsprozessrisiken im FM in einem weiteren Sinn umfassen. Facility ManagerInnen soll damit ein Instrument in die Hand gegeben werden, mögliche

² (Hörmann 2007) wiederum kritisiert, dass die Risikoberichterstattungen ein weiteres Instrument zur Beeinflussung der Erwartungshaltungen der Kapitalmärkte darstellen, und zweifelt insbesondere am Vorhandensein geeigneter wissenschaftlicher Methoden zur Risikomessung.

Geschäftsprozessrisiken während der Immobiliennutzungsphase zu identifizieren und zu bewältigen. Der Beitrag beschreibt den gegenwärtigen Stand der Forschungsarbeit der Autoren und ist als „Working paper“ zu verstehen.

2. Grundlegende Konzepte und Begriffe

Gleißner definiert *Risiko* im Unternehmen als „*die aus der Unvorhersehbarkeit der Zukunft resultierende, durch ‚zufällige‘ Störungen verursachte Möglichkeit, von geplanten Zielen abzuweichen*“ (Gleißner 2008, 9). *Risikomanagement* wird von ihm als „*das systematische Denken und Handeln im Umgang mit Risiken*“ gesehen, *Risikoquantifizierung* als „*die Beschreibung von Risiken mittels einer geeigneten Dichte- oder Verteilungsfunktion (oder historischen Daten) und die Zuordnung von Risikomaßen*“. Ein *Risikomanagementsystem* stellt in der Folge die Gesamtheit aller Aufgaben, Regelungen und Träger des Risikomanagements dar (Gleißner 2008, 10/11).

Romeike unterscheidet zwischen *finanziellen und operationellen Risiken*. Die operationellen Risiken werden weiters in strategische Risiken (z.B. die mögliche Gefahr, dass eine bestimmte Unternehmensstrategie nicht zum besten Erfolg führt) und in operative Risiken, die durch eine inadäquate Leistung von Technologien, Prozessen, Personal oder Organisationen oder durch externe Vorkommnisse entstehen, unterteilt (Romeike 2005, 22/23).

Im Rahmenwerk „*Unternehmensweites Risikomanagement*“ des „*Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission*“ (COSO) wird der umfassende Ansatz des unternehmensweiten Risikomanagements wie folgt definiert: „*Unternehmensweites Risikomanagement ist ein Prozess, ausgeführt durch Überwachungs- und Leitungsorgane, Führungskräfte und Mitarbeiter einer Organisation, angewandt bei der Strategiefestlegung sowie innerhalb der Gesamtorganisation, gestaltet um die die Organisation beeinflussenden, möglichen Ereignisse zu erkennen, und um hinreichende Sicherheit bezüglich des Erreichens der Ziele der Organisation zu gewährleisten*“ (COSO 2004, 2). Unternehmensweites Risikomanagement soll die Risikoneigung und die Strategie einer Organisation aneinander anpassen, risikobezogene Entscheidungen verbessern, Überraschungen und Verluste im Geschäftsbetrieb verringern, mehrfache und unternehmensübergreifende Risiken bestimmen und steuern, Chancen nutzen sowie zu einer verbesserten Kapitalallokation führen (COSO 2004, 1).

3. Methodik

Bei der Einführung bzw. beim Ausbau von Risikomanagementsystemen stellt die Identifikation der relevanten Schlüsselrisiken den notwendigen ersten Schritt dar. Nach einer Bewertung und Aggregation der Risiken können mögliche Maßnahmen zur Risikobewältigung erarbeitet werden, die letztlich zur Gestaltung des Risikomanagementsystems führen (Gleißner 2008, 6/7). Soll diese Vorgangsweise für unseren Forschungszweck auf Facility Management-Prozesse übertragen werden, ergeben sich folgende vier Arbeitsschritte:

Arbeitsschritt 1: Modellierung so genannter Referenzprozesse (auch als Referenzmodelle bezeichnet)

Das Konzept der allgemeinen Prozessidentifikation bzw. der Identifikation so genannter Referenzprozesse geht davon aus, dass allgemein gültige, typische Geschäftsprozesse existieren, die in sämtlichen Unternehmen im Großen und Ganzen in der gleichen Weise ablaufen (Becker & Meise 2008, 123/124). Typische Referenzprozesse sind etwa der Wareneinkaufs- oder der Warenverkaufsprozess. Wie Fleischmann in seiner 2007 abgeschlossenen Dissertation gezeigt hat, können Referenzprozesse auch im Bereich des Facility Managements gefunden werden.

Generell können Referenzprozesse entweder

- *induktiv* durch Konsolidierung von Know-how aus vorhandenen Prozessmodellen, der Dokumentation von Softwaresystemen, ExpertInneninterviews, ExpertInnenkonzepten o.Ä. oder
- *deduktiv* aus theoretischen Erkenntnissen

abgeleitet werden (Schwegmann & Laske 2008, 176).

Basis für die gegenwärtige Arbeit der Autoren sind neun Referenzmodelle für FM-Prozesse während der Immobiliennutzungsphase, die von Fleischmann in seiner Dissertation aus 2007 entwickelt wurden. Diese Referenzmodelle bedürfen jedoch einer weiteren Validierung, was – wie bereits bei der Erstellung der bisherigen Modelle – auf induktivem Wege durch ExpertInneninterviews sowie auf der Basis von bereits bestehenden Prozessmodellen für spezifische Unternehmen erfolgt. Wie bisher durchgeführte Untersuchungen zeigen, sind im Minimum zehn Prozessbeschreibungen aus Unternehmen als Basis zur Modellierung eines bislang noch nicht definierten Referenzprozesses erforderlich.

Arbeitsschritt 2: Analyse der potenziellen Risiken sowie möglicher Risikomanagement- bzw. Kontrollaktivitäten für jeden einzelnen Prozessschritt des Referenzmodells

Wie (Redlein & Giller 2008) für den (nicht FM-spezifischen) Wareneinkaufsprozess gezeigt haben, ist es möglich, bereits vorhandene Referenzmodelle um mögliche Schlüsselrisiken sowie entsprechende Risikomanagement- bzw. Kontrollaktivitäten zu erweitern, um sie derart für die Erfordernisse des Risikomanagements zu adaptieren. Generell kann die Risikoidentifizierung mit Hilfe von Risikoworkshops (insbesondere für operative Risiken), der Analyse der strategischen und operativen Planung von Unternehmen, der Analyse von Risikochecklisten (vgl. etwa Deloitte Touche Tohmatsu 2008), durch Brainstorming, ExpertInnen- und MitarbeiterInneninterviews etc. erfolgen (Gleißner 2008, 46-60).

Gegenwärtig konzentriert sich die Arbeit der Autoren auf diesen zweiten Arbeitsschritt der Risikoidentifikation sowie Erfassung möglicher Risikomanagement- bzw. Kontrollaktivitäten. Von den Autoren verwendete Methoden sind insbesondere ExpertInneninterviews, die Analyse der strategischen und operativen Planung von Unternehmen sowie die Analyse bereits vorhandener Risikochecklisten. Zur validen Erfassung von Prozessrisiken auf Basis eines bereits vorhandenen Referenzprozesses sowie zur Festlegung möglicher Kontrollaktivitäten, um diese Risiken zu bewältigen, sehen die Autoren mindestens zehn bis 15 Interviews mit ExpertInnen als erforderlich an, wobei im Rahmen dieser Interviews gleichzeitig die weitere Validierung des bereits vorhandenen Referenzmodells erfolgen kann.

Kriterien für die Auswahl möglicher InterviewpartnerInnen sind, dass diese

- über mindestens drei Jahre Berufserfahrung im jeweiligen FM-Tätigkeitsbereich (insbesondere in Bezug auf Büroimmobilien), der im Referenzprozess abgebildet werden soll, verfügen – auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass sie ausreichend mit den im Referenzprozess abgebildeten Abläufen vertraut sind – sowie
- über Budget- und/oder Personalverantwortung verfügen, d.h. dass sie zumindest die Position eines Abteilungsleiters/einer Abteilungsleiterin innehaben, oder alternativ als externe UnternehmensberaterInnen im FM-Bereich arbeiten.

Nicht als Auswahlkriterium herangezogen wird die Zugehörigkeit der ExpertInnen zu einer bestimmten Unternehmensbranche, da die Referenzmodelle am Ende ja für FM-Prozesse in unterschiedlichen Branchen Gültigkeit haben sollen.

Während der Interviews werden die ExpertInnen zunächst mit den von Fleischmann erarbeiteten bisherigen Referenzmodellen konfrontiert, die ihnen in Form von Flussdiagrammen präsentiert werden. Die ExpertInnen werden im Anschluss gebeten, die Unterschiede bzw. die Gemeinsamkeiten zwischen dem bereits modellierten Prozess und dem spezifischen Prozessablauf in ihrem Unternehmen bzw. in denjenigen ihrer Kunden darzustellen. Nach der Dokumentation der aus der Sicht der InterviewpartnerInnen erforderlichen Änderungen im Flussdiagramm werden die ExpertInnen ersucht, die für sie relevanten Prozessrisiken sowie die aus ihrer Sicht als zweckmäßig angesehenen möglichen Risikomanagement- bzw. Kontrollaktivitäten zu benennen. Die Interviews werden auf Band aufgenommen, und nach dem Interview werden den InterviewpartnerInnen die Übersicht über die Prozessschritte (wenn erforderlich in abgeänderter Form) und eine korrespondierende Risiko- und Kontrollmatrix zur Bestätigung übersandt.

Arbeitsschritt 3: Nähere Evaluierung der möglichen Risiken des Referenzprozesses zur Unterscheidung in kritische und nicht kritische Risiken

Nach den bisherigen qualitativ orientierten Arbeitsschritten ist in der Folge eine Risikoquantifizierung vorgesehen, wobei hierbei die Eintrittswahrscheinlichkeit eines bestimmten Risikos sowie die mögliche Schadenshöhe als relevante Kriterien angesehen werden können. Diesen beiden Kriterien werden üblicherweise Punktwerte zugeordnet, wobei das Produkt aus beiden Werten die Risikoeinstufung ergibt (vgl. etwa Hörmann 2007, 61-63; WGKT 2008, 6-7; kritisch dazu allerdings Gleißner 2008, 119-123). Für diesen nächsten Arbeitsschritt planen die Autoren nach einer näheren Abklärung der im Detail zu verwendenden Methodik weitere ExpertInneninterviews bzw. eine Umfrage mit einem entsprechend großen Sample an Befragten. Im Sinne eines „Mixed Method Research Design“ sollen die qualitativ orientierten Untersuchungen der vorherigen Arbeitsschritte durch quantitative Aussagen ergänzt und erweitert werden.

Arbeitsschritt 4: Definition der für den Referenzprozess adäquaten Risikomanagementmaßnahmen

Nach erfolgter Risikobewertung können die für den Referenzprozess adäquaten Risikomanagementmaßnahmen definiert werden. Hierbei ist es auch möglich, dass die als notwendig erachteten Maßnahmen zu einer Änderung im Ablauf des Referenzprozesses selbst führen.

4. Erste Forschungsergebnisse: Das Beispiel „Inspektion und Wartung von Anlagen und Einrichtungen“

In diesem Abschnitt sollen die bisherigen Ergebnisse der Anwendung der beschriebenen Methodik auf den Prozess „Inspektion und Wartung von Anlagen und Einrichtungen“ exemplarisch dargestellt werden. Dieser Referenzprozess wurde erstmals von Fleischmann in seiner 2007 abgeschlossenen Dissertation beschrieben, seine Definition basierte auf elf verfügbaren Prozessbeschreibungen aus Unternehmen. Der Prozess hat die Untersuchung des aktuellen Zustandes der Anlagen und Einrichtungen sowie die Aufrechterhaltung oder Verbesserung dieses Zustandes durch Wartungsmaßnahmen zum Ziel. Er umfasst die Planung und Durchführung der Inspektion und Wartung von Anlagen und Einrichtungen, behandelt jedoch nicht spezifische Aktivitäten im Detail.

Der Referenzprozess von Fleischmann startete auf der Ebene der operativen Planung. Die Autoren haben diesen Prozess um vorangeschaltete Prozessschritte auf der taktischen Ebene ergänzt, wobei Inputs von Mitgliedern einer Arbeitsgruppe zur Vorbereitung einer neuen europäischen Norm für FM-Prozesse (prEN 15221-5:200x: „Facility Management – Part 5: Guidance on the development and improvement of processes“) eingearbeitet wurden. Der erweiterte Referenzprozess wurde in der Folge durch fünf weitere ExpertInneninterviews validiert. Im allgemeinen wurde das erweiterte Referenzmodell von den InterviewpartnerInnen als anwendbar angesehen. Von den ExpertInnen wurden lediglich zwei kleinere Modifikationen vorgeschlagen: Im Prozessschritt 6 (nach der Definition der Intervalle für die vorbeugende Wartung / Inspektion) wurde neben einer Überprüfung der Wirtschaftlichkeit auch ein Plausibilitätscheck verlangt. Weiters wurde vorgeschlagen, die Prozessschritte im Anschluss an die mangelhafte Durchführung einer Wartungs- bzw. Inspektionsaufgabe in Folge ihrer Komplexität als eigenen Subprozess „Beschwerdemanagement“ zu kennzeichnen. Da diese Änderungen von der Mehrheit der ExpertInnen befürwortet wurden, wurde das Flussdiagramm des Referenzprozesses entsprechend modifiziert. Die aktualisierte Fassung des Referenzprozessablaufs kann dem Anhang zu diesem Beitrag entnommen werden.

Basierend auf den im erweiterten Referenzprozessablauf definierten Aktivitäten wurden die fünf ExpertInnen in der Folge im Hinblick darauf interviewt, mögliche Risiken und entsprechende Risikomanagement- bzw. Kontrollaktivitäten anzugeben. Die vom Beratungsunternehmen Deloitte auf der Basis zahlreicher eigener Beratungsprojekte

entwickelte Risikocheckliste wurde für einen Gegencheck verwendet. Das Ergebnis der bisherigen Interviews und des Gegenchecks ist in Tabelle 1 dargestellt; Subprozesse und deren Risiken wurden getrennt erfasst und sind in der Tabelle nicht im Detail enthalten.

Tab. 1: Inspektion und Wartung von Anlagen und Einrichtungen – Risiko- und Kontrollmatrix

<i>Aktivität</i>	<i>Risiko bzw. Risiken</i>	<i>Risikomanagement- / Kontrollaktivität(en)</i>
Taktische Ebene		
1. Verfügbare Informationen (Evaluationen, Ziele, Kosten) analysieren und fehlende Daten sammeln	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unentdeckte Objekte, Informationsmangel 	Relevante Anlagen und Einrichtungen periodisch überprüfen, Dokumentation updaten
2. Instandhaltungsstrategie und notwendige Verfügbarkeit der Infrastruktur definieren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falsche Annahme(n) hinsichtlich der notwendigen Verfügbarkeit / des Risikos eines Ausfalls der Infrastruktur 	Periodische Betrachtung der Anforderungen des Kerngeschäfts durchführen und praktische Erfahrung berücksichtigen
Ebene der operativen Planung		
3. Liste relevanter Objekte updaten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unentdeckte Objekte 	Relevante Anlagen und Einrichtungen periodisch überprüfen, Dokumentation updaten
4. Tätigkeiten pro Objekt festlegen / updaten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Versäumnis, die Wartung der Anlagen und Einrichtungen rechtzeitig zu veranlassen (inkl. erforderlicher Beschaffung) 	Wartungs- / Inspektionsintervalle an den Lebenszyklusdaten, relevanten Normen und der praktischen Erfahrung von ExpertInnen orientieren, erforderliche Zeit für Beschaffung mit berücksichtigen
5. Wartungs- / Inspektionsintervalle festlegen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zu hohe oder zu niedrige Wartungsfrequenz 	Relevante Normen und Dokumentation prüfen

6. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Plausibilitätscheck durchführen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Überprüfung des Checks wird nicht von verschiedenen Personen durchgeführt ▪ Spezifische Anforderungen, z.B. auf Grund der Lage der Anlage oder Einrichtung, werden nicht berücksichtigt 	<p>Aufgabenverteilung prüfen</p> <p>Berücksichtigung spezifischer Anforderungen während der Wirtschaftlichkeitsprüfung</p>
7. Wartungs- / Inspektionsplan erstellen		

Operative Ebene

8. Durchführung planen		
9a. Interne Ressourcen nutzen		
9b. <i>Dienstleistung(en) beschaffen *)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Beschaffungsrisiken</i> 	
10. <i>Material beschaffen *)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Beschaffungsrisiken</i> 	
11. Materialqualität und -menge prüfen		
12. Material übernehmen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material nicht erhältlich ▪ Verwendung von falschen Ersatzteilen bzw. falschem Material 	<p>Relevante Ersatzteile bzw. relevantes Material lagern</p> <p>Spezifikationen prüfen</p>
13. Wartung / Inspektion durchführen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verwendung falschen Materials ▪ Mangelhafte Durchführung der Wartung / Inspektion 	<p>Leistung und Material überprüfen (siehe Aktivität 14), Servicemanual prüfen</p>
14. Leistung und Materialverbrauch überprüfen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Überprüfung kann aufgrund des fehlenden Spezialwissens der verantwortlichen MitarbeiterInnen nicht 	<p>Verfügbarkeit von MitarbeiterInnen berücksichtigen, Auswahl und Schulung der MitarbeiterInnen verbessern</p>

	bzw. nur mangelhaft durchgeführt werden	
15. Leistung / Material dokumentieren	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lückenhafte Dokumentation 	Standards für die Dokumentation definieren

*) *Subprozess*

Die zweite Spalte von Tabelle 1 kann als „Risikoinventar“ des Referenzprozesses betrachtet werden. Auf den ersten Blick scheint eine Interpretation dieses Inventars in die Richtung zu deuten, dass die operativen Risiken von weit größerer Relevanz als jene auf der taktischen Ebene sind. Allerdings ist für weitere Analysen eine zusätzliche quantitative Evaluierung der möglichen Risiken erforderlich, wie sie in Abschnitt 3 dieses Beitrags als Arbeitsschritt 3 beschrieben wurde. Diese werden jedoch erst nach Weiterführung der Forschungsarbeit der Autoren möglich sein, wobei am Ende nur die wirklich relevanten Risiken in der Risiko- und Kontrollmatrix des Referenzprozesses dargestellt werden sollen.

5. Schlussfolgerungen

Generell können Referenzprozesse von Unternehmen und Institutionen als Empfehlungen für die Entwicklung ihrer Ablauf- und Aufbauorganisation, die Gestaltung von Anwendungssoftware etc. verwendet werden. Selbstverständlich ist im Falle der Anwendung in einer spezifischen Organisationseinheit eine individuelle Anpassung des Referenzprozesses erforderlich; dies schließt auch die Definition von „Rollen“ und Verantwortlichkeiten innerhalb der Geschäftsprozesse der jeweiligen Organisationseinheit mit ein.

Wie einleitend gezeigt wurde, hat auf der anderen Seite die Bedeutung von Risikomanagement- und Kontrollaktivitäten in Folge verschiedener gesetzlicher Initiativen in den Vereinigten Staaten und in Europa, aber auch auf Grund der aktuellen wirtschaftlichen Situation zugenommen. In diesem Kontext wird im gegenständlichen Beitrag eine Methodik vorgeschlagen, die die Ableitung von Geschäftsprozessrisiken sowie von möglichen Risikomanagementaktivitäten aus Referenzmodellen von FM-Prozessen erlaubt. Die im Beitrag demonstrierte Erweiterung von Referenzprozessen durch mögliche Prozessrisiken und die entsprechenden Risikomanagement- bzw. Kontrollaktivitäten sollte nach Meinung der

Autoren von Vorteil für den FM-Sektor sein, da sie das Risikobewusstsein schärft und mögliche Maßnahmen zur Risikobewältigung aufzeigt. Auf der Basis valider Risiko- und Kontrollmatrizen für spezifische Referenzprozesse, die allerdings – wie in Abschnitt 3 des Beitrags beschrieben – noch weiterer Untersuchungen bedürfen, könnten in der Folge auch Checklisten für den Gebrauch in der täglichen Unternehmenspraxis erarbeitet werden. Da die Erfassung möglicher Prozessrisiken in einem spezifischen Unternehmen mit entsprechendem Aufwand verbunden ist, soll der FM-Praxis durch die Forschungsarbeit der Autoren eine Hilfestellung für die Auseinandersetzung mit Risikofragen gegeben werden, die für die jeweils eigene Anwendung adaptiert werden kann.

6. Literaturverzeichnis

Alexander, K. (1992): Facilities Risk Management. In: *Facilities*, Vol. 10 No. 4, 14-18.

Becker, J. & Meise, V. (2008): Strategie und Ordnungsrahmen. In: Becker, J. / Kugeler, M. / Rosemann, M. (Hrsg.): *Prozessmanagement. Ein Leitfadens zur prozessorientierten Organisationsgestaltung*. 6. Aufl., Berlin-Heidelberg, Deutschland: Springer-Verlag, 105-154.

Deloitte, T. T. (2008): *Risk Intelligence Map. Version 2.0*. Selbstverlag von Deloitte Touche Tohmatsu, Item #7358.

Fleischmann, G. (2007): *Referenzprozesse im Bereich von Facility Management*. Dissertation an der Technischen Universität Wien, unveröffentlicht.

Gleißner, W. (2008): *Grundlagen des Risikomanagements in Unternehmen*. München, Deutschland: Vahlen.

Hörmann, F. (2007): Interne Kontrollsysteme und Risikomanagement in Zeiten des Sarbanes-Oxley Act. In: *RWZ – Zeitschrift für Recht und Rechnungswesen*, Heft 2/2007, 57-64.

Redlein, A. & Giller, B. (2008): Reference Processes and Internal Control Systems within Facility Management. In: *European Facility Management Conference 2008 – Conference Proceedings*, 181-191.

Romeike, F. (2005): Risikokategorien im Überblick. In: Romeike, F. (Ed.): *Modernes*

Risikomanagement. Die Markt-, Kredit- und operationellen Risiken zukunftsorientiert steuern. Weinheim, Deutschland: WILEY-VCH Verlag, 17-32.

Schwegmann, A. & Laske, M. (2008): Istmodellierung und Istanalyse. In: Becker, J. /

Kugeler, M. / Rosemann, M. (Eds.): *Prozessmanagement. Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung.* 6. Aufl., Berlin-Heidelberg, Deutschland: Springer-Verlag, 155-184.

The Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission – COSO (Hrsg.,

2004): *Unternehmensweites Risikomanagement – Übergreifendes Rahmenwerk. Zusammenfassung.* Selbstverlag des Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (deutsche Übersetzung durch das Deutsche Institut für Interne Revision e.V., 2006).

Wissenschaftliche Gesellschaft für Krankenhaustechnik gem. e.V. – WGKT (Hrsg., 2008):

WGKT-Empfehlung: Risikomanagement in der Krankenhaustechnik. Stand

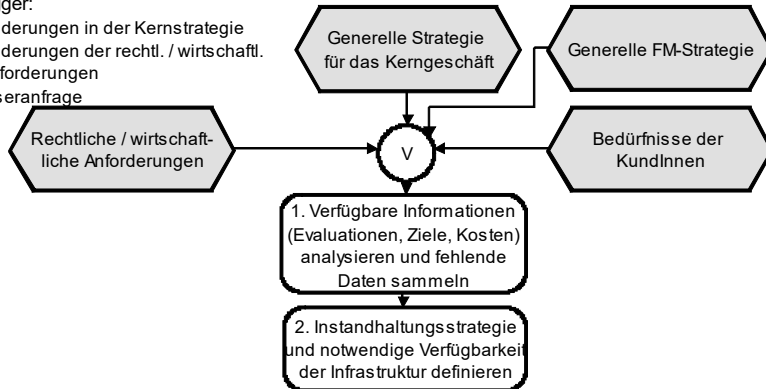
01.02.2008. Downloadbar unter www.wgkt.de.

7. Anhang

Taktische Ebene

Trigger:

- Änderungen in der Kernstrategie
- Änderungen der rechtl. / wirtschaftl. Anforderungen
- Useranfrage



Ebene der operativen Planung

Trigger:

- muss periodisch durchgeführt werden

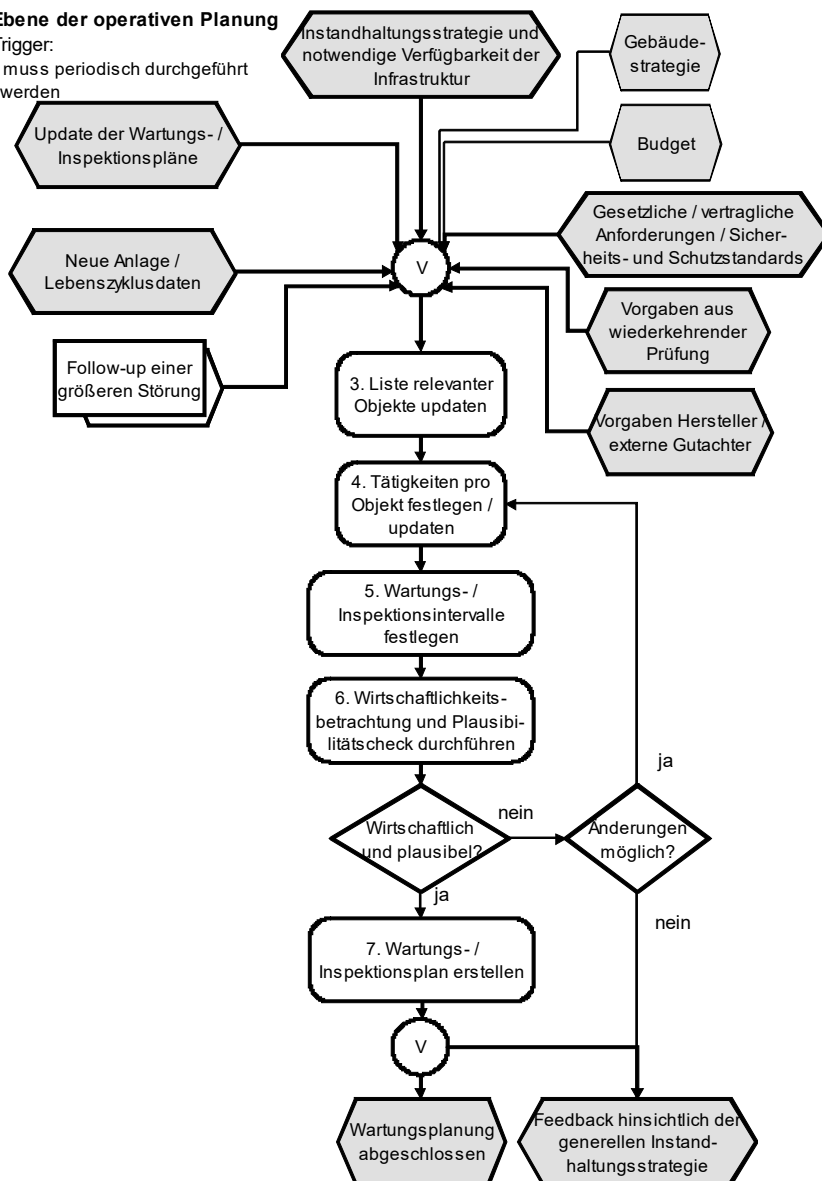
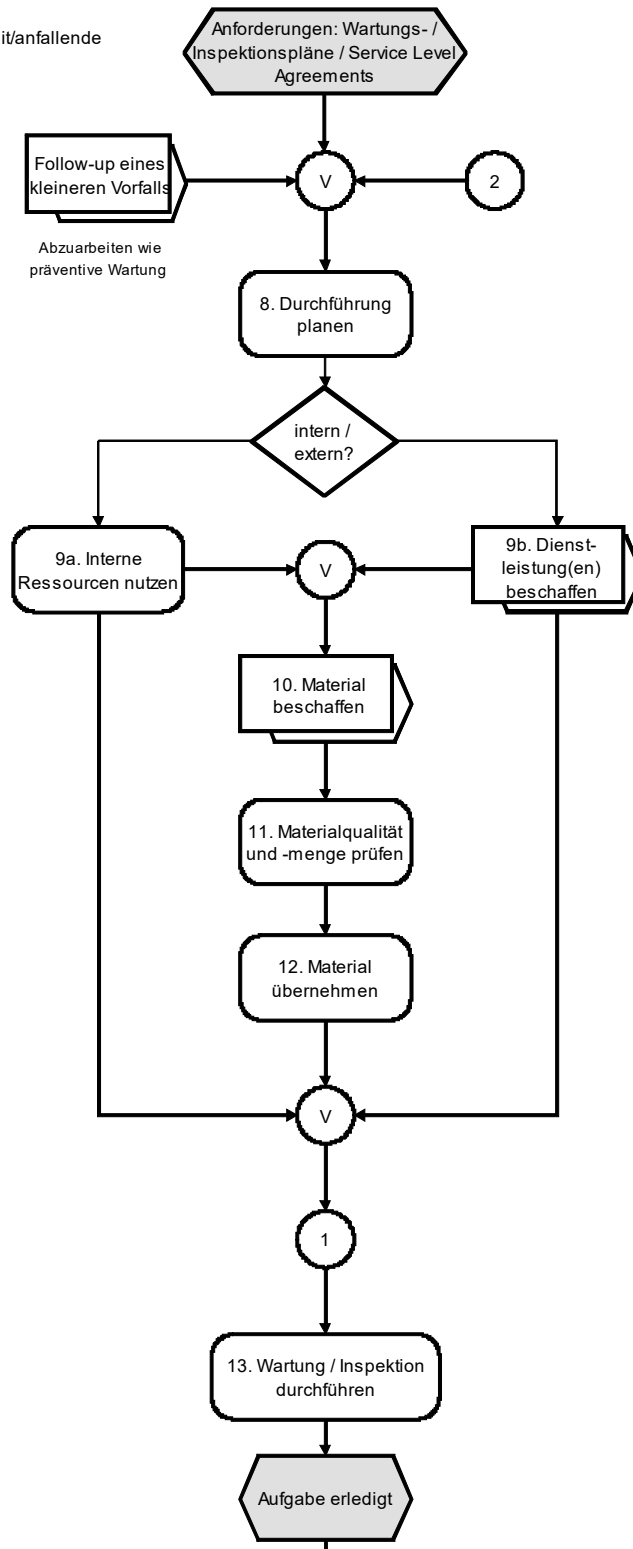


Abb. 1: Flussdiagramm „Inspektion und Wartung von Anlagen und Einrichtungen“ (eigene Abbildung basierend auf Fleischmann 2007, 127-129)

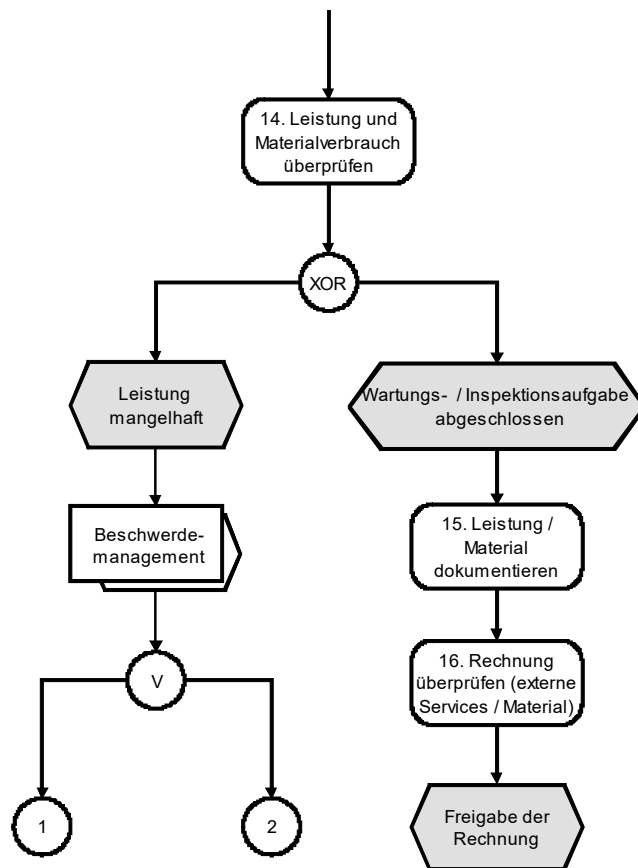
(Fortsetzung Abb. 1)

Operative Ebene

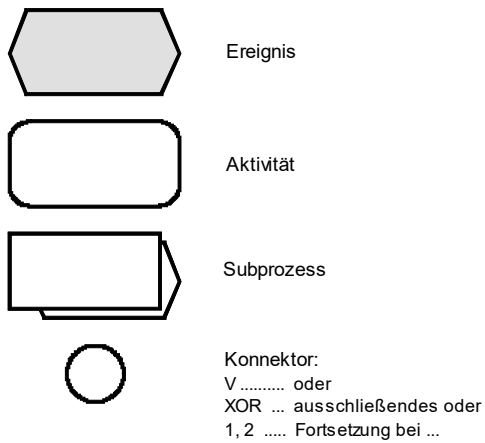
Trigger:
- geplante Zeit/anfallende
Mengen
-



(Fortsetzung Abb. 1)



Legende



Die Bestandsaufnahme als Teil des Risikomanagements im Baubestand

M. Kaindl & A. Kolbitsch

Institut für Hochbau und Technologie, TU Wien, Österreich

Kurzfassung

Erfahrungen mit Bauführungen im Altbestand zeigen, dass diese vielfach mit Kostenerhöhungen, Qualitätsminderungen und Vorschriftswidrigkeiten behaftet sind und dass sich diese oftmals in vorangegangenen ungenauen bzw. unzureichenden Bestandsaufnahmen begründen. Anhand bautechnischer und rechtlicher Zusammenhänge werden maßgebende Anforderungen an den Baubestand erläutert und daraus resultierende Erfordernisse an dessen Feststellung abgeleitet. Zur Erkundung von Risiken und zur Vermeidung von Defiziten in der Bewirtschaftung und Erhaltung der Bauwerke werden über die reinen Zustandserfassungen hinausgehenden Untersuchungen des Baubestandes im Rahmen von Bestandsaufnahmen empfohlen. Diese Untersuchungen beziehen sich dabei insbesondere auf die Rechtmäßigkeit, Qualität und Restlebensdauer des Baubestandes bzw. einzelner Bauteile sowie auf gesetzliche Verbesserungspflichten.

Keywords: Bausubstanz, Bestandsaufnahme, Qualität, Verbesserungspflicht

1. Einführung und Problemstellung

Wenngleich die Bedeutung der Bestandsaufnahme als Grundlage zur Entscheidung über einen geplanten Immobilienerwerb bzw. zur Konzeptionierung von Sanierungen, Modernisierungen und Umbauten hinlänglich bekannt sein sollte, werden Bestandsaufnahmen in der Praxis nicht entsprechend berücksichtigt bzw. vernachlässigt. Eigene Erfahrungen sowie Prüfungen des Wiener Kontrollamtes, etwa betreffend die Generalsanierung eines Konzerthauses [Kontrollamt 2002], die Generalsanierung einer Feuerwache [Kontrollamt 2007] sowie die Funktionssanierung eines Theaters [Kontrollamt 2009], zeigen, dass mit ungenauen bzw. unzureichend ausgeführten Bestandsaufnahmen unerwartete Kostenerhöhungen sowie Qualitätsminderungen und Vorschriftswidrigkeiten verursacht werden.

Die Gründe für ungenau bzw. unzureichend ausgeführte Bestandsaufnahmen liegen dabei zum einen in der vermeintlichen Kosteneinsparung durch Aufwandsminimierungen in der Projektvorbereitung, da die Bestandsaufnahmen als "Sowieso"-Kosten der Projektausführung angesehen werden. Zum anderen ist der Baubestand mit Mängeln und Qualitätsdefiziten behaftet, die im Rahmen von üblichen Zustandserfassungen nicht bzw. nur z.T. aufgezeigt werden können. Dies betrifft vor allem Auswirkungen von Planungs- und Ausführungsmängel auf die Qualität, Dauerhaftigkeit und Rechtmäßigkeit des Baubestandes. Auch finden bei der Festlegung von Umfang und Tiefe von Bestandsaufnahmen gesetzliche Forderungen zur Verbesserung von Bauteilen- und Konstruktionen sowie das Erfordernis der Kompatibilität von geplanten Baumaßnahmen mit der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit der vorhandenen Bausubstanz zu wenig Berücksichtigung.

Ziel des Beitrages ist es daher, die sich aus ungenügenden Bestandsaufnahmen ergebenden Risiken auf die Bewirtschaftung von Bauwerken, den daraus resultierenden Bedarf an zusätzlichen Untersuchungen sowie deren Inhalte im Rahmen von Bestandsaufnahmen anhand bautechnischer und rechtlicher Zusammenhänge aufzuzeigen und unter Zuordnung diesbezüglicher Verantwortlichkeiten entsprechende Maßnahmen zur Umsetzung zu empfehlen.

2. Risiken zufolge ungenauer Projektvorbereitung

Liegen den Kostenschätzungen für Baumaßnahmen im Altbestand keine eingehenden Bestandsaufnahmen zugrunde, zeigen sich vorhandene Schwachstellen des Baubestandes bzw. verborgene Baugebrechen erst im Rahmen der Bauausführung und bewirken dadurch Projekterweiterungen bzw. -änderungen. Die damit verbundenen Kostenerhöhungen beinhalten nicht nur die Kosten für zusätzliche Baumaßnahmen, sondern auch solche für aufwendige Umplanungen, Anpassungen von Planungen an den Bestand sowie Änderungen bestehender Werkverträge. Erfahrungen zeigen, dass sich dabei der Anteil der Honorare im Verhältnis zu den Baukosten unverhältnismäßig erhöhen kann, wobei diese Erhöhung im Falle gedeckelter Baukosten auch rd. 50% betragen kann (Erhöhung von rd. 20% auf rd. 30%) und erforderliche Baumaßnahmen im entsprechenden Ausmaß reduziert werden müssen bzw. entfallen.

3. Risiken zufolge minderer Qualität von Bauwerken und Bauwerksunterlagen

Die Qualität des Baubestandes resultiert zum einen aus der Planungs- und Bauqualität bei Errichtung der Gebäude und zum anderen aus der Qualität und Quantität der erfolgten Erhaltungsmaßnahmen (Wartung, Instandhaltung und Instandsetzung) sowie der Maßnahmen zur Erneuerung und Wertvermehrung der Gebäude.

Untersuchungen im Rahmen einer Dissertation des Autors zeigen, dass Planungen zu einem hohen Maße den Bauvorschriften widersprechende Inhalte aufweisen und die Gebäude dadurch mit einer verminderten Qualität betreffend den Schall- und Wärmeschutz, die mechanische Festigkeit und Standsicherheit, den Brandschutz, die Gebrauchstauglichkeit und die Nutzungssicherheit zur Ausführung gelangen [Kaindl 2008].

Ursachen dafür sind erfahrungsgemäß Umfang und Komplexität der Bauvorschriften sowie deren oftmalige Änderungen. Abweichungen von Bauvorschriften erfolgen z.T. auch vor dem Hintergrund der Kostenminimierung. Beispiele dafür wären etwa die Reduktion von Aufwendungen für den Brandschutz (z.B. keine Höherführung von Brand- und Feuermauern über Dächer, die über keinen entsprechenden Brandschutz verfügen) oder das Belassen von bestehenden Bauteilen, die den neuen Anforderungen nicht entsprechen (z.B. Bestandsstiegen bei Dachgeschoßausbauten mit zu geringer Durchgangsbreite). Auch unterbleiben erforderliche Verstärkungsmaßnahmen an tragenden Elementen und Fundierungen der Gebäude in der Regel aus diesem Grund. Eine große Anzahl an Abweichungen von den Bauvorschriften ist auch dem z.T. unzureichenden "Know-How" der PlanerInnen, dem allgegenwärtigen Termindruck und den in der Regel fehlenden Plausibilitätskontrollen zuzuordnen.

Weitere bekannte Gründe und Ursachen, die zu einer Minderung der Qualität von zur Errichtung gelangenden Gebäuden führen, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Grund	Ursache
<ul style="list-style-type: none"> • Bauprozesse werden immer komplizierter und komplexer 	<ul style="list-style-type: none"> • fortschreitende Entwicklung der Bautechnik
<ul style="list-style-type: none"> • Tragkonstruktionen werden immer schlanker, kühner und schwieriger 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausnutzung aller gestalterischen Möglichkeiten und Einsatz neuer Baustoffe
<ul style="list-style-type: none"> • Baustoffe und Bauteile werden immer stärker ausgelastet 	<ul style="list-style-type: none"> • Minimierung der Baukosten
<ul style="list-style-type: none"> • Qualitätsverlust in der Planung 	<ul style="list-style-type: none"> • Preisdumping bei Ingenieurhonoraren führt zur Beauftragung von PlanerInnen, denen Erfahrung und "Know-How" fehlt • Termindruck • Vielfalt und Unübersichtlichkeit der bautechnischen Vorschriften • Falsche Einschätzung der Tauglichkeit von Konstruktionen • Fehlende ökonomische Machbarkeit • Geringe Vorbereitung für die Ausführung bzw. Überforderung der Ausführenden • Fehlende Plausibilitätskontrollen bei elektronischen Berechnungen • Reduktion der unabhängigen behördlichen Prüfungen von Einreichunterlagen
<ul style="list-style-type: none"> • Qualitätsverluste in der Ausführung 	<ul style="list-style-type: none"> • Minimierung der Baukosten • Termin- und Kostendruck • Unqualifiziertes und unerfahrenes Personal • Mangelnde Koordination • Reduktion der unabhängigen Bauüberwachung

Abb. 1: Verminderung der Bauqualität (vgl. Gerold et al 2007, S 162-163) (vgl. Gamerith 2003)

Auswirkungen dieser Defizite zeigen sich zudem oftmals erst im Rahmen der Bauwerkserhaltung, mit welcher Maßnahmen zur Bewahrung der ausreichenden Sicherheit (Trag- und Betriebssicherheit), zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit sowie zur Erhaltung des wirtschaftlichen Werts unter Berücksichtigung der Betriebs- und der Erhaltungskosten erfolgen.

Eine ausreichende Sicherheit besteht dabei, wenn eine Gefährdung von Personen, Umwelt, kulturellen und wirtschaftlichen Werten durch Tragwerksversagen oder durch den Betrieb des Bauwerks und seiner technischen Anlagen auf ein zu vertretendes Maß beschränkt ist. Die Gebrauchstauglichkeit ist gegeben, wenn der Zustand des Bauwerks die ihm zugedachte Nutzung ermöglicht und eine ausreichende Trag- und Betriebssicherheit besteht.

Die Gebrauchstauglichkeit wird daher auch von der Dauerhaftigkeit bzw. der Lebensdauer der Bauteile beeinflusst. Daher können beispielsweise Risse in Stahlbetonbauteilen, die einer Nutzung der Bauwerke augenscheinlich nicht entgegen stehen, dennoch von entscheidendem Einfluss auf die Gebrauchstauglichkeit sein, da sie zur Verminderung der Tragfähigkeit der Stahlbetonbauteile zufolge Carbonatisierung des Betons, wobei die alkalische Wirkung des Betons verloren geht, und nachfolgender Korrosion der Bewehrung führen können.

Um von den Auswirkungen bzw. Folgekosten der aufgezeigten Qualitätsdefizite im Zuge der Immobilienbewirtschaftung nicht überrascht zu werden, empfiehlt es sich daher, den Baubestand noch vor Kauf der Immobilie auf dessen Konsens- und Rechtmäßigkeit sowie auf Dauerhaftigkeit dessen Bauteile und Konstruktionen bzw. damit verbundenen Risiken untersuchen zu lassen.

Anhaltspunkte über die allgemeine Qualität der Bausubstanz können zudem Einblicke in die Unterlagen der Bauausführung liefern, sofern diese vorhanden sind. Bestehen Bauteile bzw. Konstruktionen aus Materialien bzw. Systemen, die zum Zeitpunkt der Errichtung zwar dem Stand der Technik (Erfahrungen der Technischen Wissenschaften), jedoch nicht den Regeln der Technik (Normen, Richtlinien, u.ä.) entsprachen, ist auf Grund der zum Errichtungszeitpunkt fehlenden Langzeiterfahrungen mit erhöhter Wahrscheinlichkeit von

Qualitätsminderungen betreffend die Dauerhaftigkeit der betroffenen Bauteile bzw. Konstruktionen auszugehen.

Auch unterdurchschnittliche Honorare von Ingenieurleistungen bzw. Baupreise können Hinweise auf eine daraus resultierende verminderte Qualität der damit verbundenen Leistungen liefern. Ebenso sind erfahrungsgemäß auch Motivation und Ziele des Bauherrn von großem Einfluss auf die Bauqualität. Besteht die Motivation vorrangig an der Erzielung eines maximalen Gewinns bei unmittelbarem Verkauf des Gebäudes nach dessen Fertigstellung, so wird ein Interesse an der Erzielung einer hohen Qualität in vielen Fällen nur von untergeordneter Bedeutung sein.

4. Risiken zufolge mangelnder Restlebensdauer von Bauteilen

Das Alterungsverhalten der Bauteile ist neben deren Art und Ausführungsqualität auch von deren Lage und der Intensität der Nutzung bzw. Pflege abhängig. Zur Wiederherstellung der Gebrauchstauglichkeit sind Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich. Unter Zugrundelegung einer durchschnittlichen Lebensdauer von Wohngebäuden von 80 bis 100 Jahren kann dabei von Instandsetzungszyklen von ca. 30 Jahren ausgegangen werden, andernfalls sich die Lebensdauer eines Gebäudes auf rd. 60 % (ohne Instandhaltung) bis rd. 70 % (mit Instandhaltung) reduziert (Christen et al 1999) (vgl. Holzner & Renner 2005).

Bauführungen im Bestand sollten daher im Sinn einer langfristigen Wirtschaftlichkeit auf die Restlebensdauer der betroffenen Bauteile sowie auf den gegenwärtigen Erhaltungszustand der Gebäude insgesamt abgestimmt sein. Aufwendige Funktionssanierungen und Umbauten sollten daher erfahrungsgemäß nur dann erfolgen, wenn der vorhandene Bauzustand ausreichend bekannt ist und die zu erwartenden Instandhaltungs- und Instandsetzungsaufwendungen dem Bewirtschaftungskonzept zu Grunde liegen.

Sind Funktionssanierungen oder Umbauten in Gebäuden geplant, die sich am Ende der durchschnittlichen Lebensdauer befinden, sind daher vorab umfassende Bestandsaufnahmen betreffend die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit des gesamten Gebäudes erforderlich.

5. Risiken zufolge Nichtberücksichtigung gesetzlicher Erfordernisse

Zusätzlich zu den, aus den jeweiligen Bauordnungen ergehenden Erhaltungspflichten, besteht für EigentümerInnen von Gebäuden in Österreich die Verpflichtung, alle Teile der Gebäude, die zu deren ordnungsgemäßer Benützung erforderlich sind, in einem für Dritte verkehrssicheren und gefahrlosen Zustand zu erhalten. Im Sinne dieser Verkehrssicherungspflicht sind etwa fehlende Handläufe entlang von Stiegen zur gefahrlosen Begehung auch dann herzustellen, wenn deren Herstellung bei Errichtung des betreffenden Gebäudes nicht verpflichtend war und ihr Fehlen somit dem Konsens entspricht (Entscheidung des OGH vom 21.4.1998, Zl. 11 Os 35/98).

Diese Verkehrssicherungspflicht ist auch bzw. umso mehr im Zuge von Sanierungen zu beachten, wobei auch Belange der Standfestigkeit betroffen sein können. Beispielsweise wäre bei der Sanierung der Balustraden aus Naturstein der Universität Wien zu beachten gewesen, dass deren Standfestigkeit nach Sanierung dem aktuellen Normenstand zu entsprechen gehabt hätte (Entscheidung des OGH vom 13.7.1999, Zl. 4 Ob 179/99y).

Weiters ist zu beachten, dass Sicherheit nur ein relativer Zustand der Gefahrenfreiheit und daher nur für einen bestimmten Zeitraum, eine bestimmte Umgebung und unter bestimmten Bedingungen gegeben ist (ON 2006). EigentümerInnen haben sich daher laufend vom Zustand der Baulichkeit zu überzeugen und sich von den geltenden Rechtsvorschriften Kenntnis zu verschaffen. (Entscheidung des OGH vom 21.4.1998, Zl. 11 Os 35/98).

In ständiger Rechtsprechung wird vom OGH eine diesbezügliche Überprüfungspflicht in zumutbaren zeitlichen Abständen festgelegt. Dabei kann die Beiziehung eines Fachmanns in der Regel für den Nachweis der Einhaltung der Sorgfaltsverpflichtung genügen, jedoch nur unter der Voraussetzung, dass der Fachmann auch in entsprechendem Umfang betraut wird und ihm keine Anhaltspunkte, etwa betreffend das wahre Ausmaß von Schäden, verschwiegen werden. Verlässt sich die Eigentümerin bzw. der Eigentümer auf eine nur punktuelle Überprüfung, liegt darin eine zu ihren bzw. seinen Lasten gehende Unklarheit (Kontrollamt 2006).

Im Rahmen der Überprüfung kann sich auch das Erfordernis der Beurteilung der Tragfähigkeit von Bauteilen ergeben, welcher die tatsächlichen Belastungen sowie der aktuelle Materialzustand zu Grunde zu legen ist, wenn hinsichtlich der Quantifizierung von Einflussgrößen oder Risiken grobe Unsicherheit besteht. (vgl. ON 2006).

Aus den genannten Gründen muss es daher auch im Interesse der EigentümerInnen von Gebäuden liegen, dass diese den geltenden Bauvorschriften entsprechend geplant und errichtet sind. Im Schadensfall könnte nicht nur eine Haftung der für die vorschriftswidrige Herstellung verantwortlichen TechnikerInnen, sondern auch eine Haftung der EigentümerInnen resultieren, wenn nachgewiesen werden kann, dass die Abweichungen oder Mängel im Rahmen der Überprüfungspflicht erkannt hätten werden müssen.

Zur Einhaltung der Sorgfaltsverpflichtung im Rahmen von Baumaßnahmen im Altbestand sind daher nicht nur vorhergehende visuelle Bestandsaufnahmen, sondern auch allfällige vertiefende Befundungen der Bausubstanz erforderlich. Werden im Rahmen von Sanierungsarbeiten in einer Bestandseinheit etwa schadhafte Holzträme in Decken oder die Tragfähigkeit reduzierende Tramauswechslungen (z.B. im Bereich ehemaliger Deckenöffnungen) vorgefunden, ergibt sich aus den genannten Gründen die Verpflichtung zur umfassenden Untersuchung baugleicher Tramdecken im betroffenen Gebäude im Wege dafür befugter TechnikerInnen.

Werden in bestehende Tragkonstruktionen durch neue Bauteile (z.B. Dachgeschossausbauten) zusätzliche Lasten eingeleitet, ergibt sich die Verpflichtung zur Untersuchung der bestehenden Tragkonstruktion auf deren ausreichende Tragfähigkeit daher nicht nur aus den einschlägigen Bestimmungen bautechnischer Vorschriften (Normen, Bauordnungen, etc.), für deren Einhaltung die PlanerInnen und Bauausführenden verantwortlich sind, sondern auch aus der Sorgfaltsverpflichtung der EigentümerInnen der Gebäude. An der Durchführung dieser Untersuchungen bzw. der Beauftragung entsprechender Befundungen sollte daher auch seitens der EigentümerInnen höheres Interesse bestehen, als es erfahrungsgemäß in der täglichen Praxis auf Grund allgegenwärtiger Bestrebungen zur Kostenminimierung gegeben ist.

6. Risiken zufolge mangelnder Kompatibilität von neuen Bauteilen mit dem Baubestand

Bauführungen im Wiener Altbestand unterliegen einer Reihe von Erleichterungen, da sie andernfalls nicht durchführbar wären. In der BO für Wien bestehen beispielsweise so genannte Ermessensspielräume, die eine praktische Anwendung einzelner Bestimmungen ermöglichen sollen. Mit den Bestimmungen des § 68 Abs. 1 BO für Wien sind Ausnahmen von den gesetzlich festgelegten Bauvorschriften möglich. Dabei gilt, dass Änderungen und Instandsetzungen an rechtmäßig bestehenden Gebäuden, Zubauten, durch die bloß rechtmäßig bestehende einzelne Räume vergrößert werden, sowie Umbauten einzelner Geschoße in rechtmäßig bestehenden Gebäuden zu bewilligen sind, wenn sie eine Abweichung des Baubestandes von den Bestimmungen dieses Gesetzes mindern oder die Einhaltung dieser Bestimmungen einen unverhältnismäßigen Aufwand erfordern würde. Dabei sind die Gründe, die dafür und dagegen sprechen, abzuwägen. In der Praxis bedeutet dies etwa, dass bei einem Dachausbau in einem Altbau das bestehende Stiegenhaus als notwendiger Verbindungsweg für die neuen Einheiten im Dachgeschoss trotz diverser Abweichungen von den geltenden Bauvorschriften – etwa die üblicher Weise fehlenden Brandabschlüsse zu den einzelnen Bestandseinheiten - Verwendung finden kann, da andernfalls ein Dachausbau nicht möglich wäre. Dies jedoch nur unter der Voraussetzung, dass zumutbare Verbesserungen am Bestandsstiegenhaus, wie etwa die Herstellung einer brandschutztechnischen Trennung zum Keller oder der Einbau einer Brandrauchentlüftung, durchgeführt werden. Diese von der Baubehörde auf Grund der erfolgten Abwägung getroffenen Regelungen sind jedoch erfahrungsgemäß vielen Planerinnen und Planern nicht bekannt und werden daher von Ihnen nicht entsprechend berücksichtigt.

Bei der Berücksichtigung der geplanten Baumaßnahmen in Bezug auf den gesamten Baubestand sind Nachweise der Standsicherheit bestehender Wände und Fundamente, vor allem in Bezug auf horizontale Einwirkungen durch Wind und Erdbeben, erforderlich, die jedoch z.T. erst nach baubehördlicher Aufforderung durchgeführt werden. Weiters werden den Berechnungen oftmals Materialkenngrößen oder Bodenkennwerte zu Grunde gelegt, die zwar erfahrungsgemäßen Annahmen im Allgemeinen entsprechen, jedoch im Einzelfall nicht zutreffend sein müssen. Beispielsweise bewirkt eine alterungsbedingte bzw. zufolge langjähriger Durchfeuchtung verminderte Mörtelfestigkeit bei Ziegelverbänden eine unzureichende Lastabtragung, sodass eine Beeinträchtigung der Gebäudeaussteifung gegeben

ist. Weitere Parameter der Mauerfestigkeiten betreffen die ursprüngliche Ziegelqualität (von Herstellung und Brand abhängig) und Mörtelqualität (abhängig von der Rezeptur), Störungen des Mauerwerksverbandes durch Umbauten oder infolge kriegsbedingter Zerstörungen sowie Stemmarbeiten zufolge durchgeführter Installationsarbeiten (Kolbitsch 1991).

Das Erfordernis der Berücksichtigung des Baubestandes zeigt sich auch im Detail, etwa bei Deckenauswechslungen oder der Herstellung neuer Decken im Dachgeschoß, da etwa Rauchfangmauerwerk nicht belastet werden darf und daher eine Lasteinleitung im Bereich von 30 cm (eine Ziegellänge) neben einem Kaminzug nicht möglich ist (Kolbitsch 1991).

In diesem Zusammenhang sei auch erwähnt, dass der gründerzeitliche Baubestand in Wien bereits Bauspekulationen unterlag und Gebäude mit unterschiedlicher Qualität hinsichtlich Material und Ausführung bestehen, je nachdem, ob die Gebäude für den Eigenbedarf oder für die Vermietung (Zinshaus) vorgesehen waren, wie eigene sowie baubehördliche Erfahrungen in Wien im Zusammenhang mit Baugebrechen und damit verbundener Untersuchungen des Baubestandes zeigen. Dies betrifft vor allem die Konsistenz des Mörtels von Ziegelmauerwerk, Verzahnungen von Mauerwerksteilen und Verschließungen von Bauteilen, sodass unterschiedliche Festigkeiten und Aussteifungszustände resultieren. Für die hinreichende Beurteilung der Standfestigkeit sind daher entsprechende Untersuchungen am Baubestand erforderlich, welche von Seiten der PlanerInnen jedoch oftmals nur dann durchgeführt werden, wenn sie von der Baubehörde eingefordert werden.

7. Schlussfolgerung und Empfehlungen

Mit steigender Qualität und zunehmendem Informationsgehalt von Bestandsaufnahmen werden Risiken kalkulierbarer und der Spielraum für unerwartete Mehrkosten, insbesondere in Form von überteuerten Mehr- und Zusatzleistungen bei Bauführungen im Bestand, geringer. Die Durchführung einer umfassenden und qualitativ hochwertigen Bestandsaufnahme liegt daher im Interesse der InvestorInnen und sollte daher von diesen auch mit entsprechendem Stellenwert bedacht bzw. als unverzichtbar angesehen werden.

Zur Vermeidung der genannten Defizite werden daher im Rahmen von Bestandsaufnahmen folgende, über die reine Zustandserfassung hinausgehende Untersuchungen des Baubestandes empfohlen:

Bestandsaufnahme		
Erfassung	Durchführung	<i>zusätzliche Untersuchungen</i>
Raumkonfiguration	<ul style="list-style-type: none"> • Sichtprüfungen (Bestand, Bestandsunterlagen, etc.) • Vermessungen, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rechtmäßigkeit der Bestandsunterlagen • Konsensmäßigkeit des Baubestandes • Nutzungsänderungen
Bauzustand (inkl. Mängel, Schäden und Detailinformationen)	<ul style="list-style-type: none"> • Materialanalysen mittels diverser Prüf- und Messverfahren (inkl. Materialprobenentnahmen) • Bauteilprüfungen mittels diverser Prüf- und Messverfahren (Luftschall, Trittschall, Wärmebrücken, Luftdichtheit, etc.) • Gutachtenerstellung 	<ul style="list-style-type: none"> • Qualität der Bausubstanz • Recht- und Konsensmäßigkeit der Materialien • Restlebensdauer der Bauteile und Konstruktionen • Verbesserungspflichten • Kompatibilität neuer Bauteile mit dem Baubestand
Gebäudetechnik	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse von Installationen und Anlagen • Erhebung des Energiebedarfs • Erkundung von Verbesserungspotentialen 	<ul style="list-style-type: none"> • Recht- und Konsensmäßigkeit • Verbesserungspflichten

Abb. 2: zusätzliche Untersuchungen im Rahmen der Bestandsaufnahme

Umfang und Tiefe der Bestandsaufnahmen haben sich dabei einerseits nach dem baulichen Zustand des Gebäudes und andererseits nach der Komplexität der Bauaufgabe zu richten [Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2009].

Die bzw. der mit der Durchführung der Bestandsaufnahme Beauftragte hat die InvestorInnen bzw. den Bauherrn darauf hinzuweisen, wenn ihr bzw. sein eigenes Fachwissen für bestimmte technische Fragen oder die Einschätzung von technischen Risiken nicht ausreicht. Ebenso besteht eine Warnpflicht, wenn die Bestandsaufnahme nicht in entsprechendem Ausmaß beauftragt wird.

Daraus ergeben sich folgende Empfehlungen an InvestorInnen bzw. Bauherrn:

- 1) Beauftragung von erweiterten Bestandsaufnahmen im obgenannten Sinn bei Ankauf von Gebäuden, im Rahmen der Bauwerksüberwachung sowie bei Durchführung von Baumaßnahmen im Bestand.
- 2) Hinweis auf obgenannte Erfordernisse bei Beauftragung von Bestandsaufnahmen bzw. Zugrundelegung im Leistungsauftrag.
- 3) Überprüfung der auf den Ergebnissen der Bestandsaufnahme aufbauenden Kostenschätzung, da diese erfahrungsgemäß zu optimistisch angesetzt ist und Defizite in der Bestandsaufnahme zu erkennen geben kann.
- 4) Überprüfung jener Projektunterlagen, die nach Abschluss von Sanierungen, Modernisierungen und Umbauten der Bestandsdokumentation eingegliedert werden, d.s. insbesondere Ausführungspläne und Bestandspläne, auf Richtigkeit und Rechtmäßigkeit.
- 5) Durchführung der in Pkt. 3) und 4) genannten Überprüfungen im Wege der Prüfungingenieurin bzw. des Prüfungenieurs zwecks Sicherstellung des "Vier-Augen-Prinzips".

8. Literaturverzeichnis

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2009): *Bestandsaufnahme und bauteilbezogene Gebäudeaufnahme*. Info - Blatt Nr. 7.2. Kompetenzzentrum der Initiative "Kostengünstig qualitätsbewusst Bauen" im Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Berlin. Pkt. 2, S. 2.

Online Ressource: http://www.kompetenzzentrum-bauen.de/fileadmin/pdf-infoblaetter/Blatt_7-2_Bestandsaufnahme.pdf

Christen, K., Meyer-Meierling, P (1999): *Optimierung von Instandsetzungszyklen und deren Finanzierung bei Wohnbauten. Forschungsbericht*. Schweiz, Zürich: vdf

Hochschulverlag AG an der ETH Zürich. ISBN 3-7281-2698-5.

Gamerith, H. (2003): Bauschäden und ihre Verursacher. In: *BAUINFOalpin, Beiträge und Kommentare zum Thema "Bauschäden - vermeiden, aus Fehlern anderer lernen!"*.

Online-Ressource: <http://hladik.at/bauinfoalpin/meinungen.htm>

Gerold, M. & Becker, H. (2007): Monitoring: Die Wichtigkeit des Vier-Augen-Prinzips und der Bauüberwachung. In: *29. Darmstädter Massivbauseminar: Sicherheitsgewinn durch Monitoring?* Berlin, Deutschland: Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, 151 – 183.

Holzner, P. & Renner, U. (2005): *Der "Ross-Brachmann": Ermittlung des Verkehrswertes (Marktwertes) von Grundstücken und des Wertes baulicher Anlagen, 29. Auflage*.

Alsbach, Deutschland: Theodor Oppermann Verlag. 113.

Kaindl, M. (2008): Planungsfehler und ihre Auswirkungen auf den Gebäudebestand. In:

1. IFM-Kongress: Wissenschaft trifft Praxis, Conference Proceedings. Wien, Österreich: TU-Wien, Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement, Industriebau und interdisziplinäre Bauplanung, 54-66.

Kolbitsch, A. (1991): *Altbausanierung - Aktuelle Fragen der Bautechnik*. Wien, Österreich:

TU-Wien, Institut für Hochbau und Industriebau, 5, 22 u. 38.

Kontrollamt (2002): Magistratsabteilung 7 - Kultur, Prüfung der Verwendung von

Subventionsmitteln der Stadt Wien für die Generalsanierung des Wiener

Konzerthauses; In: *Tätigkeitsbericht 2002 des Kontrollamtes der Stadt Wien*. Online

Ressource: <http://www.kontrollamt.wien.at/berichte/2002/kurz/bericht2-23.htm>

Kontrollamt (2006): Magistratsabteilung 56 - Städtische Schulverwaltung,

Sicherheitstechnische Prüfung von allgemein bildenden öffentlichen Pflichtschulen;
Ersuchen gem. § 73 Abs. 6 WStV vom 28. Februar 2006. In: *Tätigkeitsbericht 2006
des Kontrollamtes der Stadt Wien*, Pkt. 2.2.2, 26. Online Ressource:

<http://www.kontrollamt.wien.at/berichte/2006/lang/5-01-KA-V-K-6-6.pdf>

Kontrollamt (2007): MA 34, Prüfung der Generalsanierung der Hauptfeuerwache Döbling. In:
Tätigkeitsbericht 2007 des Kontrollamtes der Stadt Wien, Pkt. 11.3.5, 44.

Online Ressource: <http://www.kontrollamt.wien.at/berichte/2007/lang/5-20-KA-VI-34-1-8.pdf>

Kontrollamt (2009): Vereinigte Bühnen Wien Ges.m.b.H., Prüfung der Planungen und
Umbauten des Ronacher Theaters; Ersuchen gem. § 73 Abs. 6a WStV vom 14.
Dezember 2007 und vom 28. Dezember 2007. In: Sitzungen des Kontrollausschusses
Periode 2008/2009, Pkt. 19, 60. Online Ressource:

<http://www.kontrollamt.wien.at/ausschuss/05/05-15-KA-VI-K-21-7.pdf>

ON (2006): *ONR 24008, Bewertung der Tragfähigkeit bestehender Eisenbahn- und
Straßenbrücken*, Pkt. 3.3 Sicherheit und Pkt. 4. Allgemeines. Wien, Österreich:
Österreichisches Normungsinstitut, 6-7.

SIA (1997): *Norm 469, Erhaltung von Bauwerken*. Zürich, Schweiz: Schweizerischer
Ingenieur- und Architekten-Verein, Pkt. 4 11; 16.

Wissenschaft trifft Praxis II: Energieeffizienz und Nachhaltigkeit

Projekt NAERCO – Nachhaltige Heizungssanierung durch Erfolgscontracting

J. Nitschke

Institut für Energie und Gebäude (ieg) der Georg-Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg, Deutschland, Leitung GEFMA-Richtlinienwesen

Kurzfassung

Im Rahmen des Verbundprojektes NAERCO - einem Förderprojekt des deutschen BMWi wird zurzeit an einer Pilotschule untersucht, wieweit sich Energieverbrauchsoptimierung und komfortorientierte Lernbedingungen ergänzen können.

Dabei wird mit einer technischen Grundsanierung die Energieversorgung SLA-basiert an extern vergeben, mit dem Hauptziel Energieeinsparung und Komfortsteigerung möglichst wirtschaftlich zu vereinen. Die Service Level Agreements haben Ihre Schwerpunkte in den Bereichen Energieausnutzung, Temperaturkomfort, Luftqualität und schnelle Störungsbehebung. Dazu mussten neue Instrumentarien der Auftragsvergabe entwickelt werden, welche die Anbieter in die Lage versetzen, optimale Sanierungsarbeit zu leisten. Die Instrumentarien werden vorgestellt. Des Weiteren galt es für diese neuartige Vergabeform eine möglichst genaue Prognose des Energieverbrauchs zu entwickeln. Die hier gemachten Erfahrungen im Bezug auf regionale, gebäudetechnische und nutzerbezogene Einflussgrößen werden dargestellt.

Im Rahmen eines zweijährigen Monitoring erfolgt ab 2011 die Validierung der Ausschreibung sowie der verbesserte Energie- und Komfortsituation. Es wird mit der Vorsanierung sowie einem Vergleichsgebäude in der Liegenschaft verglichen und die Ergebnisse auf den großen Sanierungsbedarf bei Schulen angewendet.

Keywords: Schulen, Contracting, Service-Level-Agreements, Energiebedarfsanalyse

1. Das Projekt NAERCO

Das Projekt NAERCO ist ein Verbundprojekt gefördert vom deutschen Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie über den Projektträger Jülich. Unter der Projektleitung von

B.A.U.M. e.V. (Prof. Dr. M. Gege, M. Fluch) wird in drei Bereichen an der Umsetzung des Zieles „Komfort und Energieeinsparung dauerhaft in Schulgebäuden zu implementieren“ gearbeitet.

Im Bereich 1 unter Leitung von K. Mosecker (Emax Ingenieurdienstleistungen) wird die Entwicklung und Erprobung des neuen Ausschreibungs- und Vergabeverfahrens „Erfolgscontracting“ vorangetrieben. Im Bereich 2 unter Leitung von Prof. Dr. W. Stephan (ieig der Hochschule Nürnberg) findet die technisch-wissenschaftliche Begleitung statt, dies bedeutet die technische Beratung in der Vertragsgestaltung, sowie die Berechnung und Simulation für die relevanten technischen Gebäudesysteme im Pilotprojekt.

Im dritten Bereich unter Leitung von Prof. Dr. G. Scherhorn findet die wissenschaftlich-inhaltliche Begleitung statt, d.h. hier werden die Ergebnisse aus dem Projekt für die zukünftige Praxis aufgearbeitet.

Das Forschungsprojekt begleitet die Durchführung einer Pilotsanierung in der das Erfolgscontracting angewandt und überprüft wird. Hierfür wurde das Gymnasium Marktoberdorf des Freistaates Bayern ausgewählt, welches durch das Bayerische Kultusministerium, die Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern und das Staatliche Bauamt Kempten vertreten wird.

2. Die Problemstellung

Das Konzept Erfolgscontracting soll gewährleisten, dass das mit der jeweils geplanten Technik gegebene Potential, über einen längeren Vertragszeitraum sowohl eine gleichbleibend hohe Qualität des Raumklimas (Licht, Luft, Wärme) als auch einen niedrigen und umweltfreundlichen Energieverbrauch einzuhalten, tatsächlich realisiert wird.

Bisher gelingt das selten. Die EU-Kommission führt in der Begründung ihres Vorschlags einer Richtlinie zu Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen aus, dass der Gesamtverbrauch an Endenergie im Mittel um mindestens 20% höher ist, als rein wirtschaftlich zu rechtfertigen ist. Sie macht strukturelle Defizite und Markthemmnisse dafür verantwortlich, dass der eigentlich hohe Entwicklungsstand energiesparender Heizungstechnik in so erheblichem Ausmaß nicht zum Tragen kommt (EU-Kommission 2003). Strukturelle Defizite (z.B. Investor-Nutzerdilemma) und Markthemmnisse, die die

Diffusion von Effizienztechnologien behindern, werden auch vom BMBF benannt (BMBF 2006).

Trotz des Einbaus modernster technischer Komponenten klagen die Nutzer über mangelnde Qualität der Erwärmung, Belüftung und Beleuchtung, funktioniert die Nachtabenkung nicht wie vorgesehen, geht zu viel Energie unterwegs verloren und muss Energie teilweise „zum Fenster hinaus geheizt“ werden. Die vorhandene Heizkesselregelung mit Nachtabenkung der Vorlauftemperatur führte laut Projekt ISOTEC nur zu geringer Absenkung der nächtlichen Raumtemperaturen, weil die Absenkung der Vorlauftemperatur durch Öffnen der Thermostatventile kompensiert wurde. (Weinläder 2002)

Die Problematik der mangelnden Luftqualität wurde besonders ausführlich in Studien an österreichischen Schulen dargestellt. (Land Oberösterreich 2003) Die nachfolgende Abbildung zeigt die Messung in einer typischen Schulklasse durch die Studie „Gesunde Luft für Oberösterreichs Kinder und Jugend - Zusammenfassung der Ergebnisse des Messprogramms in Oberösterreichs Pflichtschulen, Berufsschulen und landwirtschaftlichen Fachschulen“. Diese Messungen wurden durch NAERCO-eigene Messungen am Gymnasium Marktoberdorf bestätigt.

Die energetisch ungünstige Lüftung durch Kippstellung der Fenster bringt auch die geforderte Luftqualität nicht mit sich. Die Pausen-Stoßlüftung hat sich als unpraktikabel, weil nicht konsequent durchgeführt herausgestellt, so dass als Erkenntnis für das Erreichen einer gesunden, lernfördernden Luftqualität nur die technische Unterstützung durch eine Lüftungsanlage bleibt. Diese rechnet sich jedoch in herkömmlichen Energiespar-Contracting-Varianten nicht.

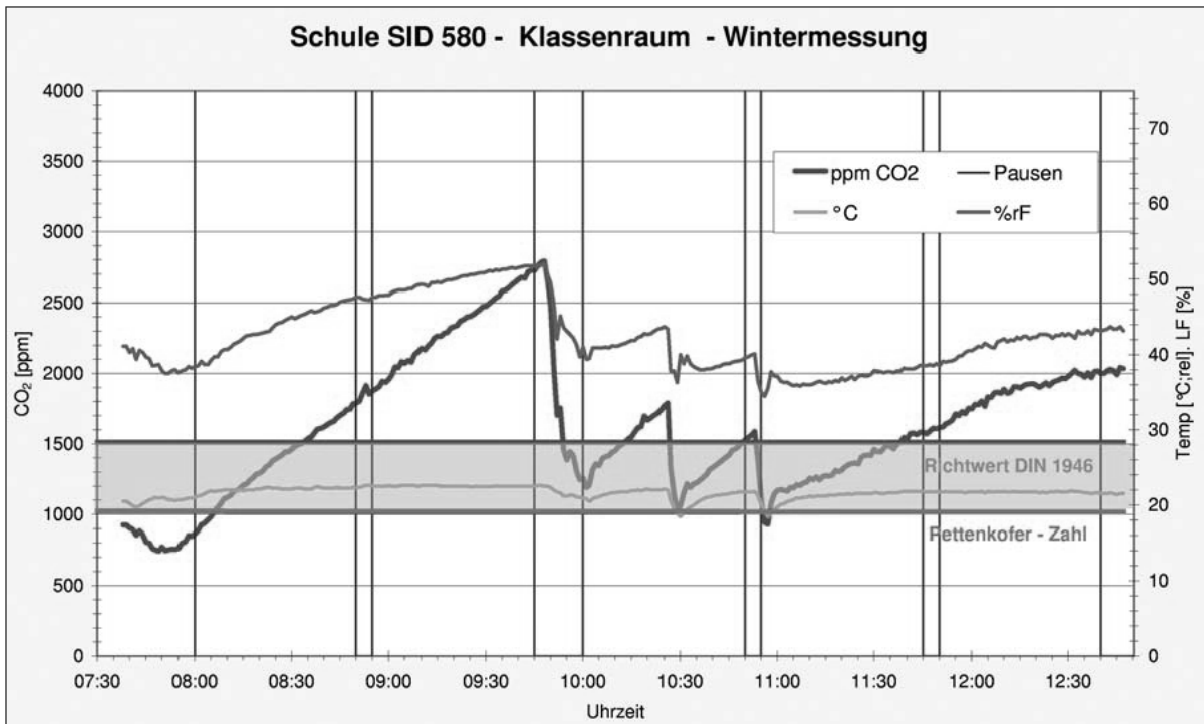


Abb. 1: Zeitlicher Verlauf der Raumklimaparameter einer typischen Schulklasse im Winter, Belegung 14 Kinder, 1-2 Erwachsene. Quelle: Land Oberösterreich 2003

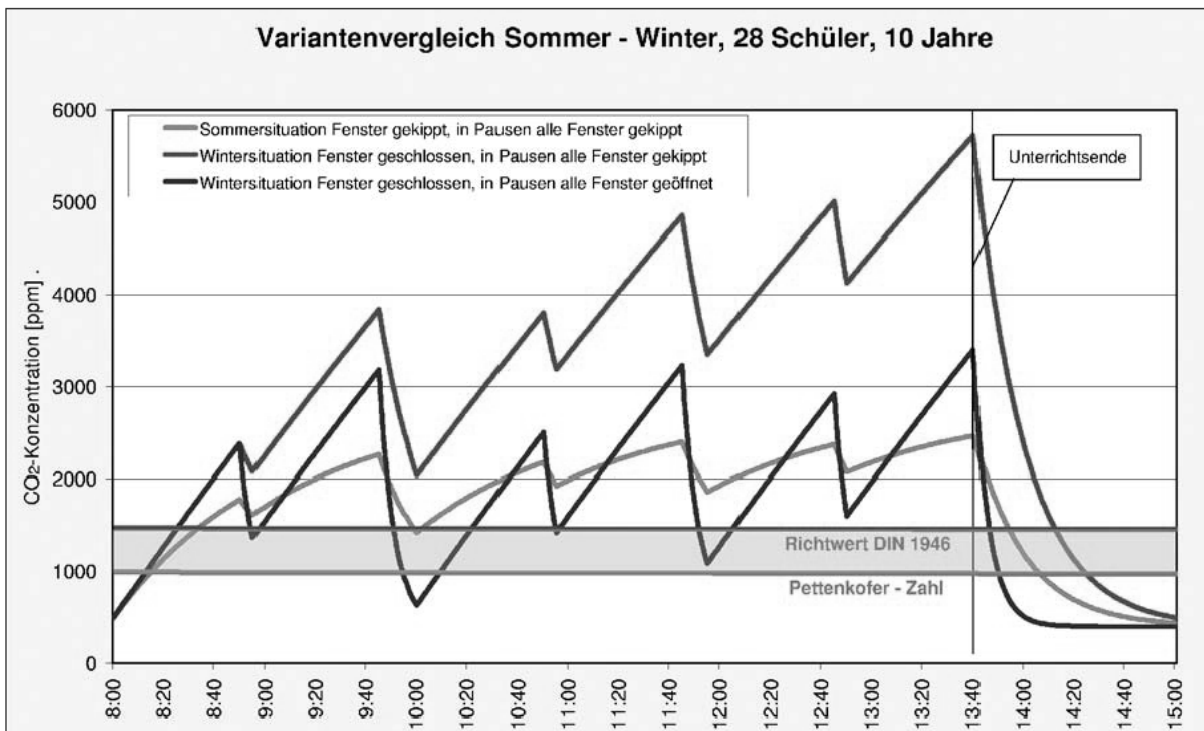


Abb. 2: Variantenvergleich CO₂-Konzentration in Klassenzimmern. Quelle: Land Oberösterreich 2003

Schwächen im Bereich Temperaturkomfort ist auch das Ergebnis einer Feldstudie an 70 Schulen, die im Rahmen des B.A.U.M.-Umweltbildungs-und Forschungsprojekts „Energieeinsparung an Schulen“ vom Projektteam „energie-AG“ unter Leitung von Frau OStRin Margit Fluch durchgeführt wurde. (energie-AG 2004)

Die nachstehenden Temperaturgrafiken stammen von einer repräsentativen Beispielschule. Die Querbalken geben die von der Regelung vorgegebene Temperatur an. Vom Erfolg der untersuchten energetischen Sanierungsmaßnahmen (Nachrüstung mit Thermostatventilen und Einbau einer Nachtabsenkung) war regelmäßig nichts in der Praxis erkennbar.

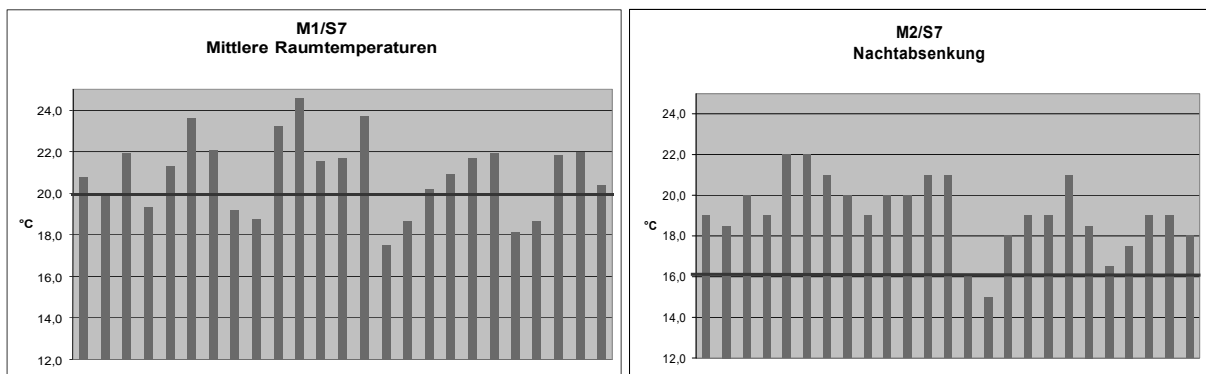


Abb. 3: Messung der mittlere Raumtemperaturen und Nachtabsenkung (Nov./Dez.) in einer sanierten Beispielspielschule. Quelle: „Energie-AG“ / Margit Fluch, Umweltbildungsprojekt „Energieeinsparung an Schulen“.

Ein Grund für die Ausführungsmängel liegt darin, dass öffentliche Auftraggeber durch die Vergaberichtlinien gehalten sind, unter den eingegangenen Angeboten, die den technischen Anforderungen genügen, das wirtschaftlichste zu wählen. Dieses Wirtschaftlichkeitsprinzip wird aus nachvollziehbaren Gründen leider meist in einer Weise angewandt, die Anbietern keine andere Wahl lässt, als den Aufwand für die Installation und individuelle Einstellung der Anlagenkomponenten sowie für die spätere Betriebsführung zu minimieren, um möglichst günstig anbieten zu können.

So sparen sie z.B. an der Überwachung von Ausführungsqualitäten und an geschuldeten Einregulierungen, die bei einer technischen Abnahme nicht überprüft werden können. So bleibt das Optimierungs- und Einsparpotential der geplanten Anlage unausgeschöpft.

3. Das Erfolgscontracting

Im Rahmen des im Projekt NAERCO entwickelten Ausschreibungsverfahrens „Erfolgscontracting“ wird, im Gegensatz zum Energieeinspar-Contracting, die Grobanalyse von Auftraggeberseite durchgeführt. Das entsprechende Bauamt – oder ein beauftragtes Ingenieurbüro – sammelt und bewertet die relevanten Informationen über die Schule und benennt Mindestanforderungen an die Sanierung und den Betrieb durch den Contractor.

Die hohen Anforderung an die Sanierung vor allem mit Blick auf Nutzerkomfort-Kriterien lassen sich in der Regel nicht alle durch Energieeinsparungen amortisieren, so dass der Auftraggeber hierbei mit Baukostenzuschüssen einspringt.

Im Gegenzug erhält er eine technische Grundsanierung, die ihm als Betreiber nicht nur energetische sondern den Nutzern auch komfortorientierte Vorteile bringt. Dazu ist neben einer guten Vorarbeit im Vorfeld der Ausschreibung auch ein geeignetes Controlling-Konzept für die Betriebsphase durch Service-Level-Agreements zu erarbeiten. Die Vorarbeiten lassen sich auf technischer Ebene in zwei Aufgabenstellungen unterteilen, die sich aus dem gewünschten (und bezahlbaren) Umfang der technischen Sanierung ergeben:

- Vorgabe des max. Energieverbrauchs für den Contractor
- Vorgabe des geforderten Nutzerkomfort-Niveaus

4. Die Aufgabenstellung “Energieverbrauch reduzieren”

Die Vorgabe des max. Energieverbrauchs für den Contractor als Vertragsgrundlage stellt an den Auftraggeber bzw. dessen Planungsbüro eine enorme Herausforderung dar. Da das Gebäude zu Vertragsschluss noch nicht saniert ist, gibt es keinen gemessenen Energieverbrauch der herangezogen werden kann, so dass eine Energiebedarfsberechnung durchzuführen ist. In Deutschland gibt es hier die DIN V 18599, ein umfassendes Werk mit Berechnungsvorgaben, welches jedoch mit Standard-Randbedingungen nur ein recht ungenaues Bild der tatsächlichen Energieverbräuche wiedergibt. Dies zeigt eine Analyse der DENA- deutschen Energieagentur in der nachfolgenden Abbildung.

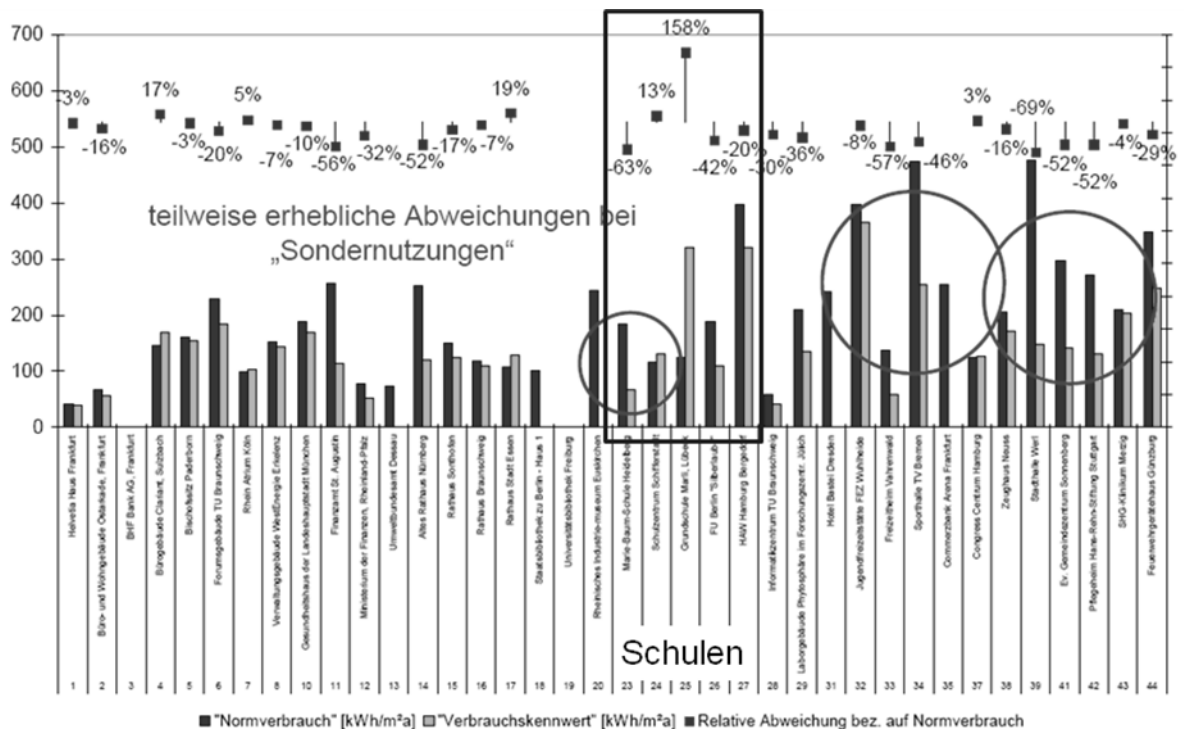


Abb. 4: DIN V 18599, dena Evaluation Bedarf-Verbrauch. Quelle: Gröger, 2006

Dies bedeutet, dass die Energiebedarfsberechnung, wie sie für einem deutschen Standard-Energiebedarfsausweis verwendet wird, nicht ausreichend für die Nutzung als Vertragsgrundlage geeignet ist. Hierfür wurde im Projekt NAERCO eine Anpassung des Prognoseinstrumentes Ennovatis ENEV+ vorgenommen, mit dem die speziellen Randbedingungen der Schule berücksichtigt werden können.

Besondere Randbedingung können dabei sein:

- Tatsächliche Luftdichtigkeit des Gebäudes - ermittelt mittels Blower-Door-Test
- Tatsächliche U-Werte – ermittelt durch detaillierte U-Wert-Messung an maßgeblichen Hüllflächen
- Korrekte Speichermasse des Gebäudes – ermittelt durch beispielhafte Berechnung für einen Raum
- Korrekte Nutzungsprofile – ermittelt durch Anpassung der Nutzungszeiten und Gleichzeitigkeiten an die tatsächliche Belegung
- Tatsächliche sonstige interne Lasten (zusätzliche Stromverbraucher neben TGA z.B. PCs) – ermittelt durch Aufnahme

Im Rahmen des Pilotprojektes am Gymnasium Marktoberdorf kann durch die geplante umfassende Generalsanierung - nicht nur der technischen Anlagen, sondern auch der Gebäudehülle - der prognostizierte Energieverbrauch deutlich gesenkt werden. (Abb. 5)

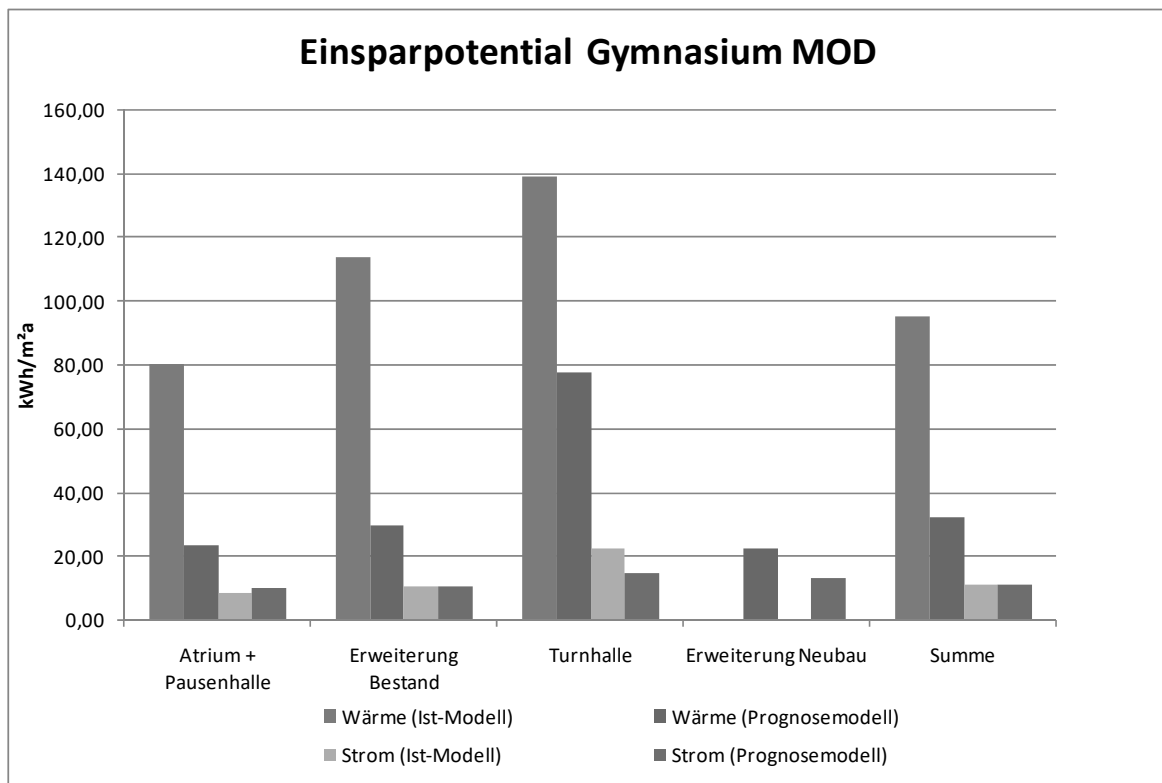


Abb. 5: Einsparpotential Gymnasium Marktoberdorf. Quelle: Projekt NAERCO – Modul 2

5. Die Aufgabenstellung “Nutzerkomfort-Niveau festlegen und erhöhen”

Die Vorgabe der durch den Contractor einzuhaltenden Komfortkriterien ist der zentrale Nachhaltigkeitsaspekt des Projektes NAERCO. Über die Erstellung eines Service-Levels in die Anlage des Contracting-Vertrages wird der Contractor zu einer anderen Herangehensweise in der Angebotserstellung gezwungen.

Die vorgegebenen Kriterien führen zu einer stärkeren Konzentration auf die Einregulierung der Anlagen (z.B. hydraulischer Abgleich bei der Heizung) und die regelmäßige Kontrolle von Betriebsparametern und Meßwertgebern.

Die im Pilotprojekt Marktoberdorf in Abstimmung mit dem Nutzer festgelegten Kriterien zur Verbesserung der Lern- und Arbeitsbedingungen sind – basierend auf einer umfassenden Ausstattung des Gebäudes mit Gebäudeleittechnik:

- Behaglichkeitskriterium Raumtemperatur
 - 20°C zu Beginn und während der Nutzungszeit
 - Pflicht zur Nachtlüftung, sowie zum Schließen der Heizungsventile und Optimierung der Lüftung bei Raumtemperaturen > 21°C
 - Messung über die GLT: Temperaturen in allen Aufenthaltsräumen
- Luftqualitätskriterium
 - CO₂-Konzentration be- und entlüfteter Räume: maximal 500 ppm über Außenluft (Annahme: 380 ppm) in Nutzungszeit
 - Messung über GLT: CO₂-Gehalt in ausgewählten Aufenthaltsräumen
- Geräuschkriterium:
 - Schallpegel: 35 dB(A) - Anlagentechnik in Vollbetrieb, keine Nutzer
 - Messung Schallpegel in ausgewählten Aufenthaltsräumen

Für weitere Details zu den Vertragskriterien wird auf die Kongresspräsentation verwiesen.

Um diese Kriterien zu garantieren ist ein umfassendes Kontrollsystem vorgesehen, in welches auch die Nutzer eingebunden werden. (Abb. 6)

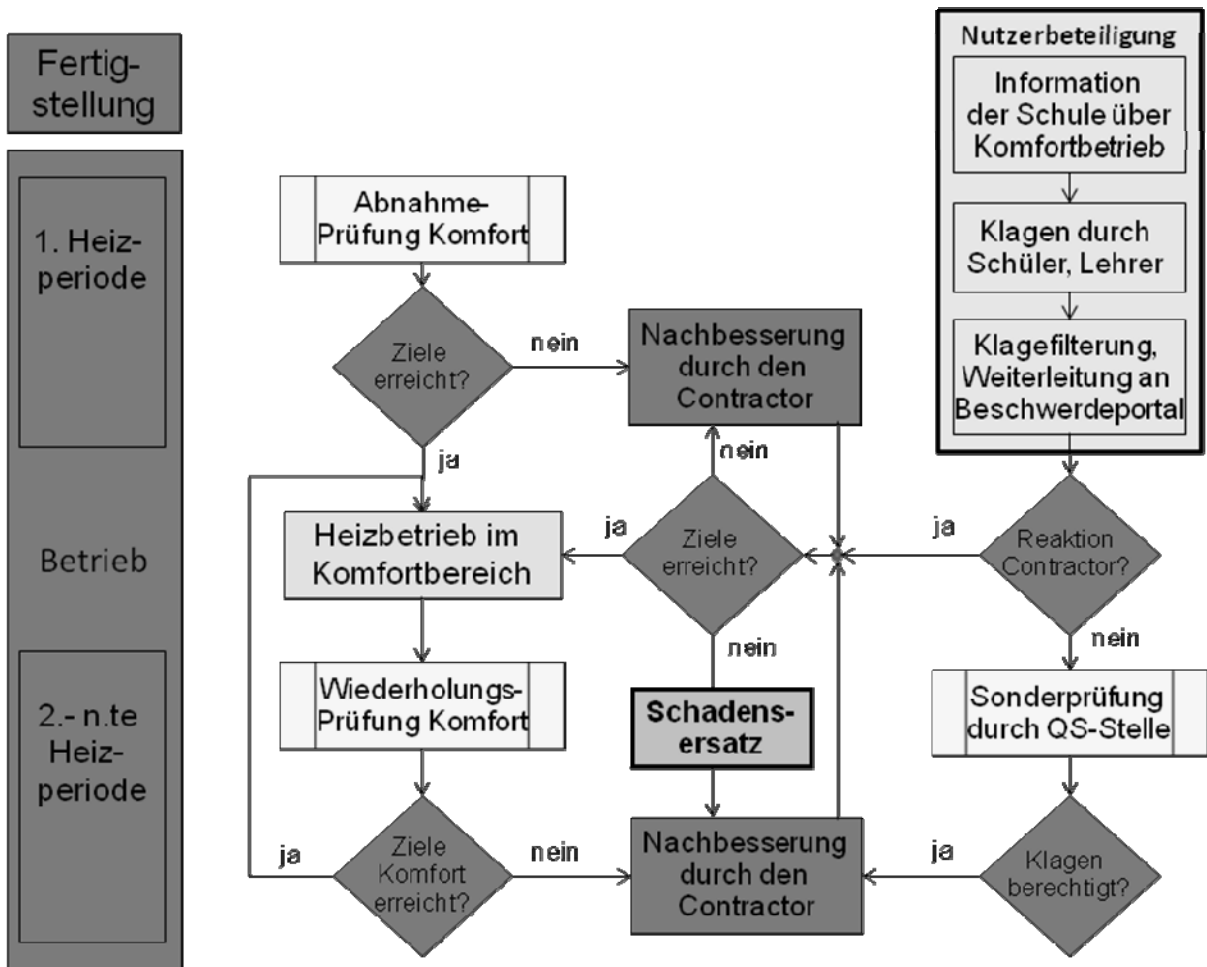


Abb. 6: Monitoring der Komfortkriterien. Quelle: Projekt NAERCO – Modul 2

6. Der Ausblick

Aktuell läuft die Vergabe der Leistung an einen Contractor und die Koordination der haustechnischen Ausstattung mit der Gebäudehüllensanierung. Nach der Sanierung wird ein großes Augenmerk auf die Abnahme gelegt werden, bei der der Grundstein für einen reibungslosen Betrieb gelegt wird. Aus Forschungssicht wird bei der Anpassung der Prognoseinstrumente nach DIN 18599 die Rückkopplung der tatsächlichen Energieverbrauchswerte zu einer weiteren Behebung der Programmfehlern und der Vereinfachungen und Verbessern der Eingabemöglichkeiten für Randbedingungen, Verlustfaktoren usw. führen. Bei der Prüfung der Komfortkriterien gilt es das Mess- und Monitoringkonzept umzusetzen und zu evaluieren. Das Projekt endet voraussichtlich 2013 mit einem öffentlich zugänglichen Endbericht.

7. Literaturverzeichnis

BMBF: Die Hightechstrategie für Deutschland, 2006, 47 (Anlage 5)¹⁰Projektteam energie

AG: Messgrafiken der Messaktionen M1, M2, M3, Juni 2005, Juli 2006.

energie-AG Projektteam (2005): Ergebnisbericht über die Temperaturmessaktion an 30

Schulen im Rahmen des B.A.U.M.- Forschungs- und Umweltbildungsprojekts „Energieeinsparung an Schulen“, Vortrag vor dem Umweltausschuss des Bayerischen Landtages, 12.05.05.

EU-Kommission (2003): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des

Rates zur Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen, 10.12.03, 2-5 u. 8.

Gröger, J. (2006): Beispiele und Erfahrungen aus dem dena Feldversuch. In: *Fachtagung des*

BMVBS. Berlin, Deutschland, 33-38.

Land Oberösterreich, Abteilung Umweltschutz, div. Autoren (2003): Gesunde Luft für

Oberösterreichs Kinder und Jugend - Ergebnisse des Messprogramms in

Oberösterreichs Pflichtschulen, Berufsschulen und landwirtschaftliche Fachschulen, 22-34.

Weinläder, Helmut, ZAE Bayern (2002): Einzelraumregelung und Lüftung in Schulgebäuden,

Ergebnisbericht zum Forschungsprojekt ISOTEG, gefördert von der Bayerischen

Forschungstiftung, AZ 250/97.

Planungsunterstützendes Lebenszykluskostentool für energieeffiziente Immobilien (LZK-Tool)

K. Friedl & B. Herzog

bene Consulting, Wien, Österreich

Kurzfassung

Die Betrachtung von Lebenszykluskosten in der Planungsphase ist einerseits aufgrund des nach wie vor starken Fokus der Bauherren auf die Investitionskosten, andererseits aufgrund nur aufwendig bedienbarer Softwaretools und einer unsicheren Datenlage vor allem in den für die Kostenoptimierung wesentlichen frühen Planungsphasen, nicht ausreichend. Es gilt daher auf Basis der bestehenden Ansätze unterschiedlicher Tools, ein einfach zu bedienendes Lebenszykluskostenwerkzeug für die frühen Planungsphasen zu schaffen.

Das neue Werkzeug kann mittels

- aggregierten Planungselementen mit zugeordneten Investitions- und Betriebskosten auf unterschiedlichen Detailebenen,
- einem Volumenmodell für die Eingabe von Raum- und Funktionsprogrammen als auch von Architekturkonzepten,
- und eines Energieberechnungstools

die wesentlichen Kennwerte für Flächen-, Energie- und Kosteneffizienz der Investition sowie der Nutzung als auch eine Lebenszykluskostenbetrachtung darstellen.

Keywords: Lebenszykluskosten, Tool, frühe Planungsphasen, planungsbegleitend

1. Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Auch wenn die gängige Baupraxis zeigt, dass nach wie vor meist die Investitionskosten entscheidend für den Bau eines Gebäudes sind, so spielt nachhaltige Gebäudeentwicklung zunehmend eine wichtigere Rolle. Grund dafür ist einerseits die steigende Nachfrage nach Gebäuden mit geringen Betriebskosten, andererseits die immer öfter verlangte Wertdeklaration durch Nachhaltigkeitszertifikate neben der gängigen Due Diligence (unter

anderem auch aufgrund der derzeitigen Immobilienkrise und einem sich verändernden Nachfragemarkt). Dadurch steigt das Interesse der Bauherren an Methoden wie der Lebenszykluskostenbetrachtung, wie man schon während früher Planungsphasen zusätzliche Informationen über künftige Betriebskosten liefern kann.

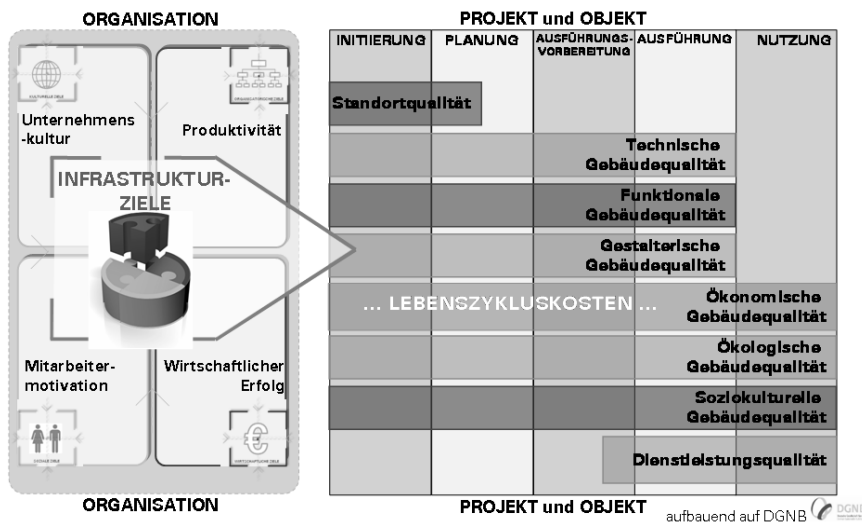


Abb. 1: Von Unternehmenszielen zu Objektqualitäten

In der heutigen Praxis basiert die Ermittlung von Betriebs- und Investkosten meist auf Basis von Kostenkennwerten bestehender Gebäude (z.B. *BKI*¹, *Oscar*²,...). Diese Top-Down-Ansätze sind in frühen Planungsphasen, wenn unterschiedliche Gebäudesysteme mit unterschiedlichen Kosten zu vergleichen sind, nicht in ausreichender Detailliertheit vorhanden.

Bestehende Softwaretools (z.B. *Legep*³, *BUBI*⁴, *Baulocc*⁵) basieren auf einem Bottom-Up-Ansatz, welcher es erforderlich macht, für den Simulant auf Ebene von Positionen Eingaben zu treffen (z.B. Kalkzementputz oder Art des Anstriches). Dies bedeutet einerseits einen aufgrund der Detailliertheit sehr hohen Eingabeaufwand, andererseits sind die Daten in dieser Genauigkeit weder in der Initiierungs- noch in der frühen Planungsphase vorhanden. Eine rasche Simulation verschiedener Varianten - wie in einem Iterationsprozess notwendig - ist daher nur mit hohem Aufwand möglich.

Ca. 80% aller Kosten werden in den Initiierungs- und den frühen Planungsphasen determiniert. Daher ist es umso wichtiger eine Optimierung der Systeme in diesen ersten Phasen sicher zu stellen.

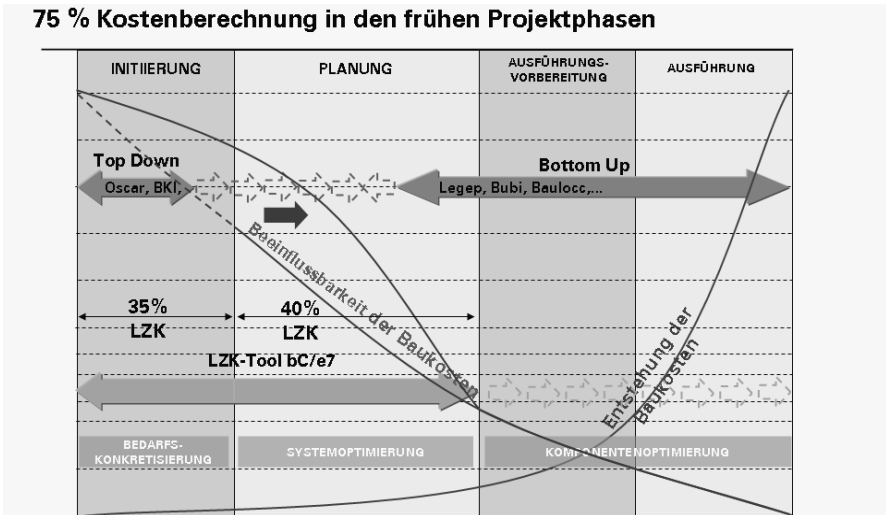


Abb. 2: LZK-Tools und ihr Einsatzbereich

Für eine Optimierung in diesen Phasen ist es allerdings erforderlich Tools mit wenig Eingabeaufwand zur raschen Beurteilung von Planungsvarianten zu haben – da solche Tools nicht ausreichend vorhanden sind gilt es diese zu entwickeln.

bone Consulting arbeitet gemeinsam mit e7 an einem von ZIT (Zentrum für Innovation und Technologie der Stadt Wien) geförderten Forschungsprojekt zur Erarbeitung eines planungsunterstützenden Lebenszykluskostentools. Projektstart war Anfang September 2008, Projektende ist Oktober 2009.

2. Forschungsziele

Ziel des Projektes ist es, durch die Entwicklung eines planungsunterstützenden Lebenszykluskostentools, Bauherren eine gesicherte Basis für Entscheidungen zu bieten, um

- die Anforderungen in der Bedarfsplanung zu optimieren und
- in den Planungsphasen Vorentwurf und Entwurf die richtigen Systeme auszuwählen.

Das Tool macht mit annehmbarem Aufwand belastbare Aussagen über die künftigen Investitions- und Betriebskosten des Gebäudes und forciert dadurch die Umsetzung nachhaltiger energieeffizienter Gebäudekonzepte.

Der Bauprozess ist aufgrund seiner Einmaligkeit (keine Serienfertigung) jedes Mal von neuem Iterationsprozess!!

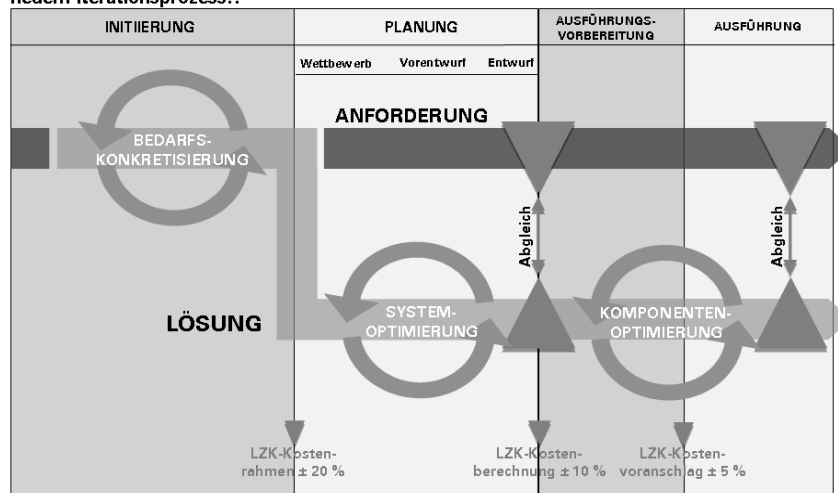


Abb. 3: LZZK-Optimierung in 3 Prozessschleifen

3. Forschungsansatz

Um die Vorteile einer schnellen Kostenermittlung der Top-Down-Methode mit den Vorteilen der Genauigkeit der Bottom-Up-Methode zu vereinen, galt es einen neuen Ansatz zu finden.

Auf Basis der Projekterfahrung von e7, bene Consulting sowie aus der Zusammenarbeit mit österreichischen Baufirmen und Planungsbüros wurden die wesentlichen Kostentreiber und die relevanten Elemente bei Systemscheidungen identifiziert. Für die Kosteneinschätzung bei den Investitionskosten wurde auf die Erfahrung und Auswertung der AVA-Software eines großen österreichischen Baukonzerns (Fa. Porr), eines großen österreichischen Haustechnikbieters (Fa. Axima) und eines Planungsbüros (Fa. Allplan) zurückgegriffen. Bei den Betriebskosten wurde die Angebotsdatenbank des größten österreichischen Gebäudebetreibers (Fa. Axima) analysiert.

Auf Gebäudeebene wurde der Kosteneinfluss der unterschiedlichen Nutzungsbereiche untersucht. Hier galt es die Auswirkungen der unterschiedlichsten Nutzungen v.a. in den Sonderflächen gegenüber der Hauptnutzung „Büro“ auf die Kosten darzustellen.

Auf Basis dieser Einschätzung wurden Planungselemente auf unterschiedlicher Detaillierungsebene definiert. Je nach Einfluss des Nutzungsbereiches erfolgte eine Aggregation der Planungselemente auf unterschiedlicher Ebene. Für den Hauptnutzungsbereich „Büro“ wurden kostenrelevante Themen auf der Ebene von Elementen (Definition lt. ÖN B 1801-1) für weniger kostenrelevante Themen oder Planungselemente in

weniger kostenrelevanten Nutzungsbereichen auf Ebene von Kostenbereichen (Definition lt. ÖN B 1801-1) zusammengestellt.

Die Planungselemente wurden für die relevanten Kostentreiber in den relevanten Nutzungen aus Bottom-Up aggregierten Positionen zusammengesetzt - für weniger relevante Kostenbereiche und Nutzungen aus Kennwerten Top-Down aggregiert, da aufgrund der Relevanz eine entsprechenden Ungenauigkeit toleriert werden kann. Dadurch verringert sich die Anzahl an Elementen und damit Eingaben wesentlich.

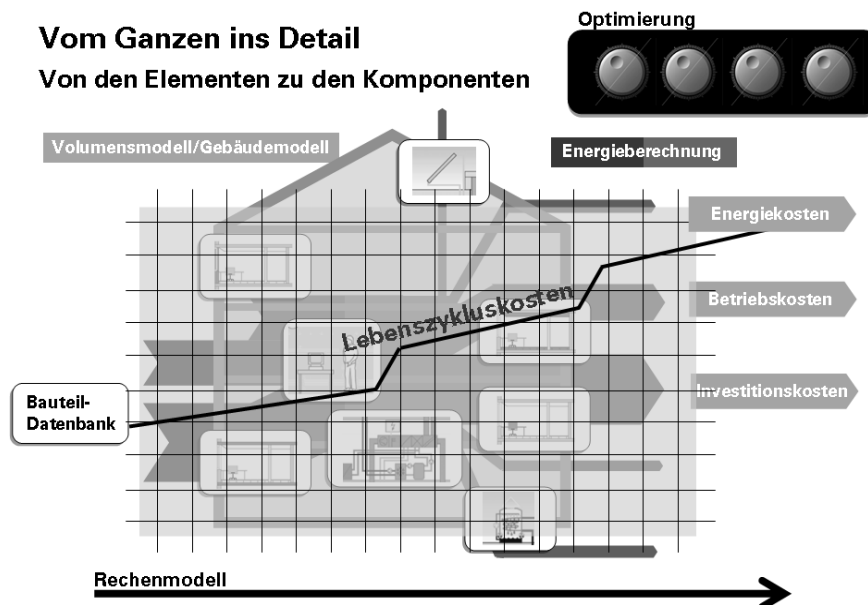


Abb. 4: Aufbau LZK-Tool

Wie bei der Aggregation von Planungselementen, musste auch beim Aufbau des Volumenmodells auf eine einfache Eingabe geachtet werden. Hier wurde ebenfalls auf die Ergebnisse der Analyse der Kostentreiber zurückgegriffen und versucht, nur wenige wesentliche Parameter aus den Plänen einlesen zu müssen. Alle anderen Daten sollten auf Basis dieser Eingabe automatisch auf Basis von Rechenalgorithmen errechnet werden können. Die Algorithmen wurden aus Planungsregeln für Bürogebäude, gesetzlichen Regelungen zum Brandschutz, Arbeitsstättenrichtlinien und jahrelanger Erfahrung aus diversen Projekten von bene Consulting abgeleitet. Die wesentlichen Flächeneffizienzparameter wie Achsrasterung, Trakttiefe, und Gebäudestruktur sollten per Knopfdruck einfach veränderbar sein. In der Phase Initiierung erfolgt die Eingabe über ein von bene Consulting verwendetes Raum- und Funktionsprogramm. In den frühen Planungsphasen wird auf Basis, der in diesem Zeitraum in Architektenplänen vorhandenen üblichen Abmessungen gearbeitet.

4. Programmaufbau

4.1 Allgemeines

Die Kostenstruktur der Investitionskosten richtet sich nach ÖNORM 1801-1 und betrachtet die Kostenbereiche 0 bis 9. Die Struktur der Nutzungskosten richtet sich im Wesentlichen nach der ÖNORM B 1801-2, wurde aber in Einzelpunkten leicht adaptiert. Im Wesentlichen gilt die Lebenszykluskostendefinition laut ÖNORM 1801-1.

4.1.1 Virtuelles Volumenmodell – Initiierungsphase

Die Eingabe erfolgt auf Basis eines Raum- und Funktionsprogramms und ersten Angaben des Bauherrn zu Bau- und Ausstattungsqualitäten. Nach der Eingabe können die Rahmenbedingungen der Simulation wie Grundstück (bebaubare Fläche, Bauhöhe, ...) und Modellierungsvorgaben (Bürobereichsgrößen, Anordnung von Sonderflächen,...) bestimmt werden. Mit den Vorgaben werden mögliche Gebäudestrukturen als Volumenmodell (Punkthochhaus, Kamm, Blockbebauung, ...) unter Angabe von Flächenkennwerten aber auch der charakteristischen Länge gezeigt. Auf Basis dieser Varianten können dann die Eingabeparameter einfach per Knopfdruck adaptiert werden und somit das Volumen des zu errichtenden Gebäudes an die Anforderungen des Bauherrn angepasst werden (siehe „VVM“ in Abb. 9).

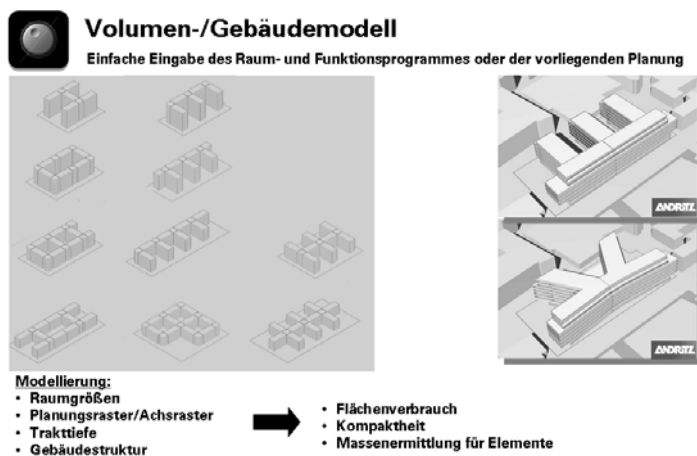


Abb. 5: Volumen/ Gebäudemodell

4.1.2 Volumenmodell – Planungsphase

Nach Vorliegen eines architektonischen Konzeptes werden die vorhandenen Detaildaten aus dem virtuellen Volumenmodell nur in den wesentlichen geometrischen Abmessungen (Grobflächendaten, Fassade, Gebäudeausrichtung) überschrieben. Damit können mit wenig Eingabeaufwand die vorhandenen Daten optimal genutzt werden.

4.2 Nutzungsbereiche

Wesentliche Nutzung in einem Bürogebäude ist, wie der Name schon sagt, die Büro- und Verwaltungstätigkeit. Ergänzt werden Flächen für diese Haupttätigkeit durch dezentrale Sonderflächen wie Stiegenhäuser, Aufzüge, Sanitärflächen, als auch zentrale Sonderflächen wie Konferenzräume, Foyer, Kantine, Lagerflächen oder Stellplätze. Die wesentlichen Systementscheidungen werden auf Basis der Hauptnutzung getroffen, die wesentlichen Kosten entstehen ebenfalls dort. Folge dessen galt es, die Planungselemente für die Hauptnutzung Bürofläche in einer anderen Detaillierung als für den Nutzungsbereich von Sonderflächen zur Verfügung zu stellen.



Abb. 6: Datentiefe nach Kostenrelevanz

4.3 Planungselemente Datenbank

Auf Basis der Gliederung der Nutzungsbereiche sowie wesentliche Systementscheidungen, die den Innenraumkomfort beeinflussen (Akustik, visueller Komfort,...) konnten nun Planungselemente definiert und mit Investitions- und Betriebskosten versehen werden. Für einen Nutzungsbereich z.B. Kantine bedeutete dies, die Definition von unterschiedlichen Planungselementen für unterschiedliche Standards auf Ebenen der Kostenbereiche z.B.

„Ausbau Kantine hohe Qualität“. Für den Bürobereich wurden für den KB 4 Planungselemente für Bodenbeläge, Bodenaufbauten, Bürotrennwände, Flurtrennwände, Schallschutzmaßnahmen, u.v.m. definiert z.B. „Bürobereich, Bodenbelag, Teppich, hohe Qualität“ Auf Gebäudeebene waren dann Planungselemente zum Thema Fassade oder auch Kälteerzeugung u.v.a.m. zu definieren.

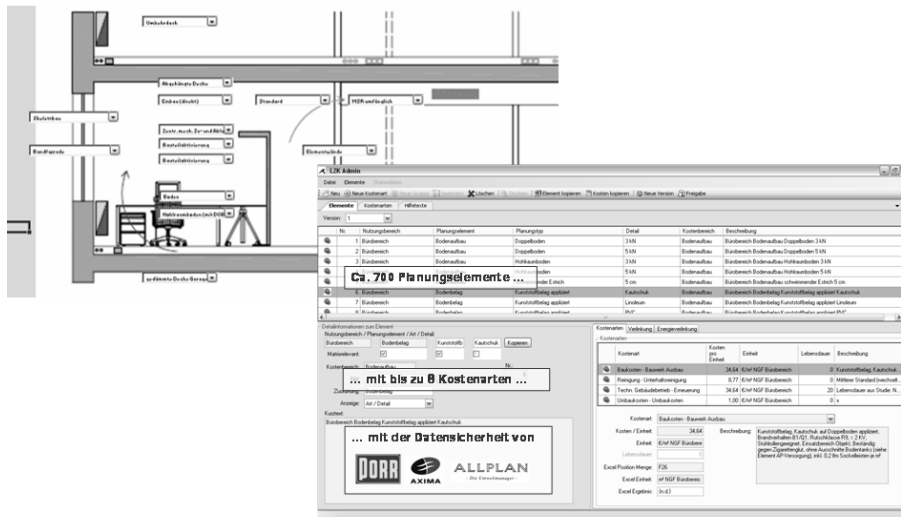


Abb. 7: Sichere Datenbasis für Investitionen und Betrieb

Auf Basis der definierten Planungselemente wurden mit einem Planungsbüro und ausführenden Firmen die Investitions- und Betriebskostendaten (Fa. Porr, Fa. Axima, Fa. Allplan sowie zulässige bzw. auszuschließende Planungselementkombinationsmöglichkeiten) erarbeitet. (siehe „PE“, „MAX“ in Abb. 9)

4.4 Energieberechnung

Auf Basis des Volumenmodells der ausgewählten Planungselemente und nutzerspezifischer Komfortvorgaben kann nun auf Basis einer in wesentlichen Punkten (Einfluss von Speichermassen, unterschiedliche Nutzungsbereiche, Tageslichtquotient und Zusammenhang mit Energieverbrauch,...) ergänzten Energieausweisberechnung, Energieverbrauchszahlen berechnet werden. (siehe „E“ in Abb. 9).



Bsp. Vorprüfung Wettbewerb
Gegenüberstellung der Energieverbräuche der Wettbewerbsarbeiten

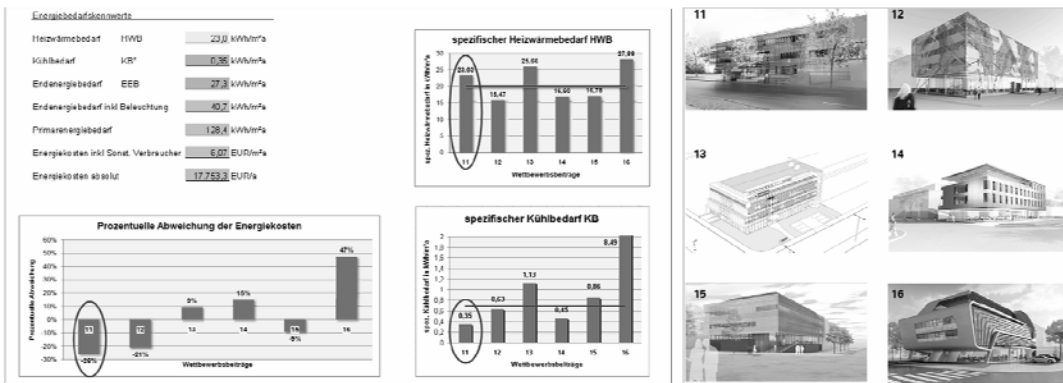


Abb. 8: Gegenüberstellung der Energieverbräuche der Wettbewerbsarbeiten

4.5 Rechnung Lebenszykluskosten

Die auf Basis der Planungselemente elementweisen vorliegenden Investitions- und Betriebskosten sowie der gebäudespezifisch errechneten Energiekosten können nun auf Basis der Kapitalwertmethode oder der Methode der vollständigen Finanzpläne Lebenszykluskosten berechnet werden. Durch die Veränderung wesentlicher Parameter (Inflation, Baukostenindex, Energiekostenindex, Abschreibungszeitraum, Finanzierungsmöglichkeiten, usw.) können die Auswirkungen simuliert werden. (siehe „IKR“ in Abb. 9).

4.6 Modellbildung

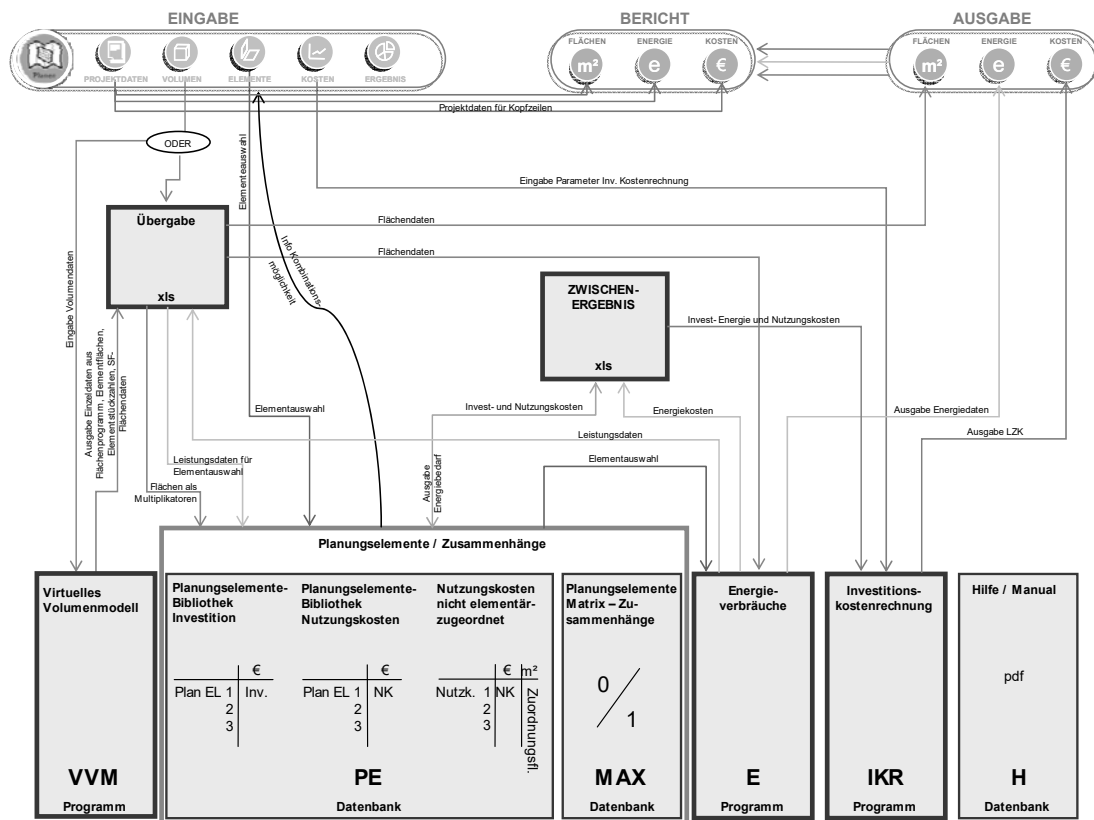


Abb. 9: Modellbildung

Die Verknüpfung der einzelnen Bestandteile zu einem funktionierenden Gesamtool erfolgt mittels einer aufwendig gestalteten Software. Eine Fülle an Faktoren beeinflussen die Beziehungen und erkennen die Auswirkungen hochtechnisierter, großer, komplexer Systemkomponenten auf andere. Die Beziehungen entstanden ebenfalls auf Basis von Expertengesprächen mit den Datenlieferanten.

4.7 Ausgabe

Die Ausgabe erfolgte in unterschiedlichen Aggregationstiefen, sodass je nach Optimierungsanspruch sämtliche im Tool verfügbaren Daten übersichtlich sortiert und mit Grafiken versehen, betrachtet werden konnten. Wesentliche Ausgaben sind:

- Errichtungskosten Invest (gesamt/ nach Kostenbereichen/ nach Planungselementen)
- Nutzungskosten (gesamt/ nach Kostenart/ nach Planungselement und Kostenart)
- Bruttogeschossfläche (gesamt/ nach Nutzungsbereich/ nach Raum)

- Energieverbrauch (gesamt/ nach Verursacher (Kälte, Wärme, Beleuchtung, Arbeitsmittel, Sonstiges)/ nach Energieträger)
- Lebenszykluskosten über den Verlauf

Es können sowohl Varianten verglichen als auch Kennwerte anderer Projekte als Vergleich dargestellt werden.

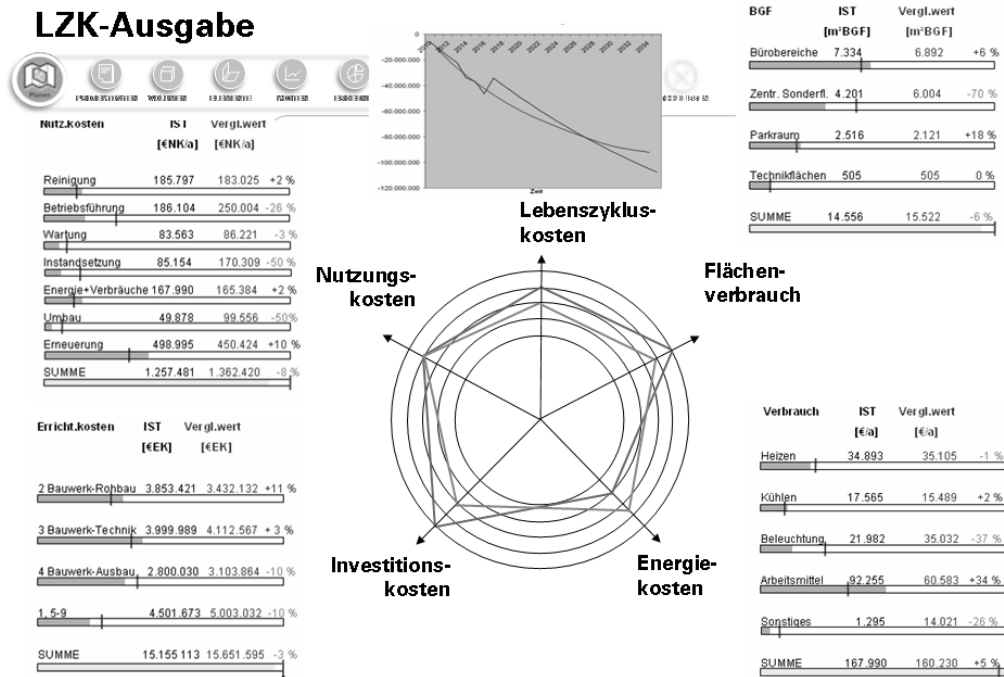


Abb. 10: LZK-Ausgabe

5. Testphase/ Validierung

In der abschließenden Testphase wurden anhand von realisierten und sich im Betrieb befindlichen Gebäuden, Kostendaten aus der Investition und aus dem laufenden Betrieb mit den entsprechenden Eingabeergebnissen aus dem Tool verglichen.

Aus diesen Daten können einerseits die Algorithmen der Programmierung, als auch die Kostenansätze überprüft und ggf. verändert werden.

6. Ergebnis

Nach der bereits abgeschlossenen Testphase konnte festgestellt werden, dass der gewählte Ansatz einerseits zu extrem kurzen Eingabezeiten führt und andererseits die in diesen frühen

Planungsphasen erzielbare Kostensicherheit von +/- 10 bis +/- 20% bei allen bisher simulierten Projekten einhält.

Durch die einfache Datenbankstruktur steht ein lernfähiges System zur Verfügung welches offen für neue Elemente (neuer Fassadentyp, etc.) oder Veränderungen in der Preisfindung reagieren kann. Ein weiterer Ausbau mit ökologischen Kennwerten und für Gebäudesanierung ist in Planung.

Es konnte somit gezeigt werden, dass bei ausreichender Kenntnis der wesentlichen Kostentreiber der Simulationsaufwand mit diesem LZK-Tool ohne Einbußen bei der Datensicherheit gering gehalten werden kann.

7. Literaturverzeichnis

Baukosteninformationszentrum Deutscher Architekten, Online Ressource: www.baukosten.de

office oscar 2008: Online Ressource: www.joneslanglasalle.de.

LEGEP Bausoftware -bauen berechnen betreiben; Ein Werkzeug für die

integrierte Lebenszyklusanalyse. Online Ressource: www.legep.de.

Riegel G. W.: Ein softwaregestütztes Berechnungsverfahren zur Prognose und Beurteilung der Nutzungskosten von Bürogebäuden.

Herzog K.: Lebenszykluskosten von Baukonstruktionen – Entwickl. eines Modells u. einer Softwarekomponenten zur ökonom. Analyse u. Nachhaltigkeitsbeurt. von Gebäuden.

Nachhaltige Optimierung der Lebenszykluskosten mit Hilfe eines innovativen Prognosemodells

E. Stocker³, T. Schrag⁴ & Th. Madritsch⁵

Fachhochschule Kufstein, Tirol

Kurzfassung

Der Begriff „Lebenszykluskosten“ als Grundlage einer ökonomischen Nachhaltigkeit ist gegenwärtig und weit verbreitet, jedoch gibt es unterschiedliche Herangehensweisen und bislang erst wenig Erfahrungen in der Anwendung. Die Gründe hierzu sind vielfältig, von einer nicht vorhandenen einheitlichen Vorgehensweise oder Normierung, bis hin zu einer nicht verfügbaren Datenbasis mit belastbaren Kennwerten. In der Arbeit werden bereits bestehende Ansätze eingehend diskutiert und bilden auch die Basis zum Aufbau des eigenen Modells. Des Weiteren werden weitere Ansatzpunkte, der vorgesehene Aufbau und die Verwendung der Datenkennwerte angesprochen.

Keywords: LCC, Lebenszykluskosten, Kostenprognose, Kostenoptimierung

1. Einleitung

Die Thematik rund um Lebenszykluskosten ist an sich nicht neu und geht im deutschsprachigen Raum bis auf die 70er Jahre zurück (Wübbenhorst 1984). Das Interesse an Folgekosten wuchs damals aufgrund steigender Energiepreise und erhöhten Kosten aus steigender Technologiesierung. Die Berechnung der Lebenszykluskosten als Grundlage ökonomischer Entscheidungen wird durch PPP-Projekte, Betreibermodelle, Nachhaltigkeitszertifikate, oder der Forderung der Europäischen Kommission (European Commission Task Group 4 2003) vielerorts angetrieben. Im Rahmen des Forschungsprojektes „Lebenszyklusorientierte Qualitätsoptimierung von Gebäuden“, kurz „LQG“⁶ setzt man sich auch an der FH Kufstein mit der Themenstellung Lebenszykluskosten auseinander. Genauer

³ emanuel.stocker@fh-kufstein.ac.at

⁴ tobias.schrag@fh-kufstein.ac.at

⁵ thomas.madritsch@fh-kufstein.ac.at

⁶ www.lqg-projekt.org (Projekthomepage)

wird ein Prognosemodell entwickelt, mit welchem verschiedene Bau- und Ausstattungselemente hinsichtlich deren ökonomischer Auswirkungen beurteilt werden und somit anstehende Entscheidungen unterstützt werden können. Die Anwendung ist für den frühen Zeitraum der Planungsphase vorgesehen, um dadurch das entsprechende Potential zur Beeinflussung anfallender Kosten ausnutzen zu können. Der vorliegende Beitrag behandelt den Teilbereich der Lebenszykluskosten des vor benannten Forschungsprojektes. Das Gesamtprojekt befasst sich jedoch mit weiteren Bereichen, wie Ökologie und Qualität im Zusammenhang mit der lebenszyklusorientierten Gebäudeplanung.

2. Ausgangslage

Es ist allgemein bekannt, dass eine alleinige Betrachtung von Herstellungskosten in Bezug auf eine nachhaltige Wirtschaftlichkeit nicht ausreicht, zumal die ab der Fertigstellung anfallenden Betriebskosten erfahrungsgemäß den größten Kosteneinfluss bilden. Die Betriebskosten sind relevant und können bereits nach kurzer Zeit die Baukosten übersteigen, wie die nachstehende Abbildung darstellt (vgl. auch Girmscheid 2006, Preisig & Kasser 2005). Trotzdem werden auch heute noch relevante Entscheidungen in der Planungsphase in Bezug auf Kosten häufig nur anhand der Berücksichtigung von Herstellungskosten gefällt (Girmscheid 2008).

Gebäudeart	Betriebskosten in Prozent der Baukosten p.a.	Überschreitung der Erstellungskosten nach ...
Schulen und Kindergärten	31%	3-4 Jahren
Krankenhäuser	26%	4 Jahren
Hallenbäder	21%	4-5 Jahren
Sporthallen	17%	5-6 Jahren
Freibäder	15%	6-7 Jahren
Produktionsgebäude	10%	10 Jahren
Büro- und Verwaltungsgebäude	8,5%	11-12 Jahren

Abb. 1: Betriebskosten nach Gebäudeart (Modifiziert nach GEFMA & Helbing 1997)

Derzeit fehlt es an einer einheitlichen Vorgehensweise, einer Bereitstellung von Kennzahlen (Pelzeter 2009) und die vorhandene internationale Normierung⁷ lässt große Entscheidungsspielräume bezüglich Systemgrenzen, Struktur und der Anwendung offen. In Österreich selbst existiert derzeit keine Norm über die genaue Vorgehensweise, vielmehr sind separate Normen mit Bezug auf die Berechnung von Herstellungs- und die Nutzungskosten vorhanden.⁸

Die derzeit bereits bestehenden und üblichen Ansätze zur Lebenszykluskostenberechnung sind in der folgenden Abbildung enthalten und den einzelnen Planungs- und Kostenplanungsstufen zugeordnet. Die Ansätze unterscheiden sich vor Allem durch ihr Anwendungsgebiet⁹ und dem Detaillierungsgrad bzw. der Informationsgrundlage, welche hierzu erforderlich ist.

Planungsablauf:



Kostenplanung Investition:



LCC – Ansätze:



Abb. 2: Ansätze der Lebenszykluskostenberechnung in der Planung (Stocker et al. 2009)

Beginnend mit der Integration im Architekturwettbewerb (Rotermund 2008), der Berechnung auf Basis von Benchmarks (Ast 2008), über detaillierte bauteilspezifische Berechnungen (z.B.

⁷ ISO 15686-5: 2008: Building and constructed assets – Service-life planning – Part 5: Life-cycle costing

⁸ ÖNORM B 1801-1 Objekterrichtung (Stand 01.06.2009); ÖNORM B 1801-2 Objektdaten – Objektnutzung (Stand 01.06.1997, die Neuauflage befindet sich derzeit in Bearbeitung).

⁹ Anwendungsbereiche können u.a. Budgetierung oder Instrument zur Optimierung bzw. Controlling sein.

LEGEP®¹⁰) zur Integration in Ausschreibungs- und Vergabeverfahren (z.B. VDI 4307¹¹) und Kriterium in der Zertifizierung (DGNB¹²).

3. Problemstellung / Zielsetzung

Die bekanntesten Methoden zur Berechnung von Lebenszykluskosten sind einerseits die Hochrechnung mit Hilfe vorhandener Benchmarks und andererseits detaillierte bauteilspezifische Berechnungen. Anhand der Hochrechnung mit Benchmarks lässt sich eine Prognose anfallender Kosten abschätzen, eine Entscheidungshilfe für die Ausführung eines Gebäudes ist hierdurch jedoch nur begrenzt gegeben. Die nachstehende Abbildung zeigt eine Auswertung von Betriebskosten in Form von Bandbreiten für Bürogebäude. Anfallende Kosten können abgeschätzt werden, etwaige Kostentreiber aufgrund der Ausführung von Baukonstruktion bzw. dessen technische Ausstattung lassen sich hiermit nicht aufdecken.

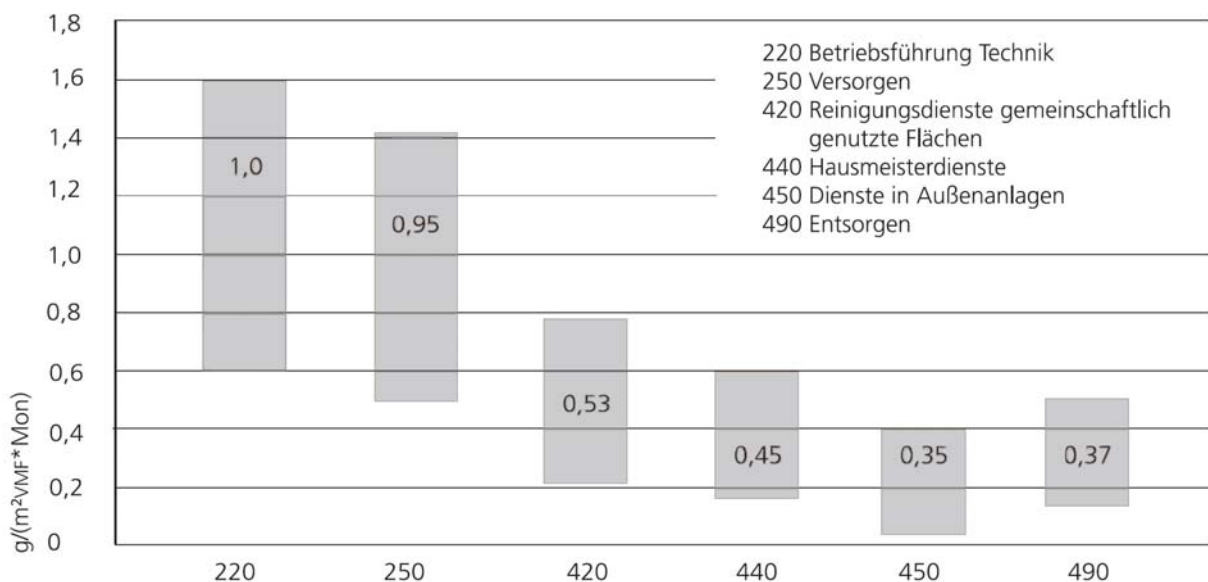


Abb. 3: Bandbreite Betriebskosten ausgewählter Leistungen für Bürogebäude (Ast 2008)

¹⁰ LEGEP®: Ein Werkzeug zur Integralen Lebenszyklusplanung auf Basis der sirAdos-Datenbank. Offizielle Internetseite URL <http://www.legoe.de>. – Zugriffsdatum: 03.11.2009.

¹¹ Richtlinie VDI 4307 derzeit noch in Bearbeitung. Verein Deutscher Ingenieure e.V.: „Billige Dinge können sich arme Leute nicht leisten“, wusste Großmutter. URL [http://www.vdi.de/42665.0.html?&no_cache=1&tx_ttnews\[tt_news\]=48312&tx_ttnews\[backPid\]=42163&cHash=a468471397](http://www.vdi.de/42665.0.html?&no_cache=1&tx_ttnews[tt_news]=48312&tx_ttnews[backPid]=42163&cHash=a468471397) – Zugriffsdatum: 03.11.2009.

¹² DGNB: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V. (Durch die Kooperation mit ÖGNI – Österreichische Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft ist eine Adaptierung des Zertifizierungslabels für den österreichischen Immobilienmarkt vorgesehen. Offizielle Internetseite URL <http://www.oegni.at> – Zugriffsdatum: 03.11.2009.)

Für die Analyse von Bauteilen sind bauteilspezifische Berechnungen erforderlich. Die bestehenden bauteilspezifischen Tools sind zum Teil sehr detailliert aufgebaut und aus diesem Grunde für eine Beurteilung im Sinne einer kurzfristigen Entscheidungsgrundlage zu komplex aufgebaut. Weiterhin sind in einer frühen Planungsphase die hierzu erforderlichen Angaben in dieser Dichte noch nicht vorhanden. Diese müssten indes zeitaufwendig ermittelt werden, was die Fehleranfälligkeit steigern kann.

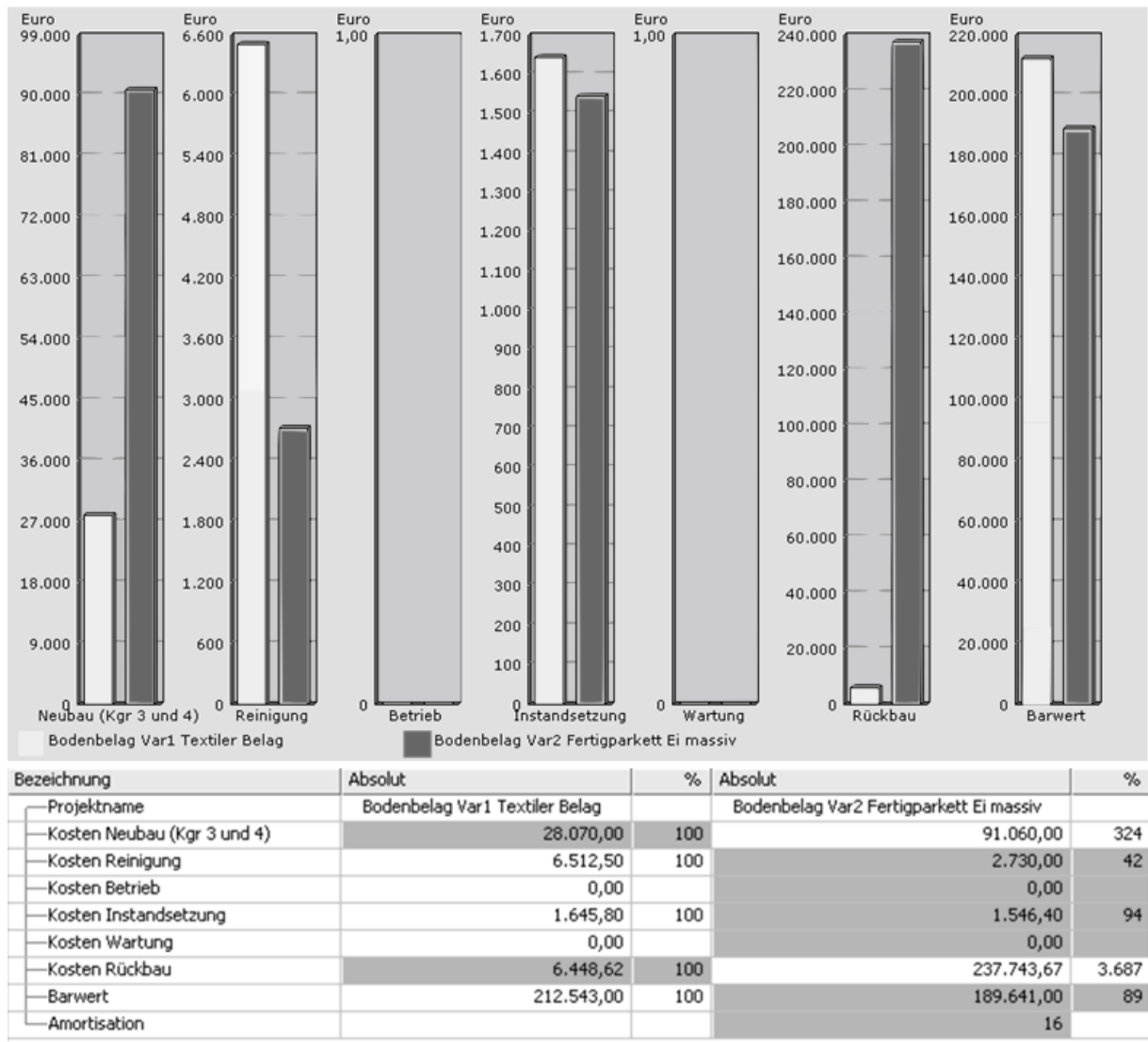


Abb. 4: Bauteilspezifische Berechnung, Beispiel am Vergleich von zwei Bodenbelägen (Modifiziert nach LEGEP®)

Das entwickelte Prognosemodell soll den Weg dazwischen finden und greift aufgrund Unterstützung wesentlicher Entscheidung hinsichtlich Bauteile und Bauausstattung den bestehenden Ansatz der bauteilspezifischen Methode auf. Das Modell orientiert sich im Weiteren am bestehenden Planungsprozess und liefert bereits in der Vorentwurfs- bzw.

Entwurfsphase entscheidende Daten. Die hierfür zur Verfügung stehende Datenbank setzt sich aus Datenpools unterschiedlicher Qualitäten zusammen. Der Aufbau und die Struktur der Datenbank wird folgend auszugsweise genauer beschrieben.

4. Inhalt des Prognosemodells

Ausgehend von einer Datenmatrix die sich einerseits aus relevanten Bauteilen, oder Elementen und andererseits den zuzuordnenden Kostenbereichen zusammensetzt, erfolgt die Datenstrukturierung. Diese dient der Erfassung und auch späteren Nutzung der entsprechenden Daten. Die nachfolgende Tabelle 1 stellt einen Auszug aus den Bauteilen dar.

Tab. 1 Bauteil- / Elementekatalog

Bauteile / Elemente	Level 2	Level 3
Bauwerk-Rohbau (Primärstruktur)		
Rohbau Konstruktionen		
Leichte Bauweise	Holzbauweise, Fachwerk-Rippen- Tafelbau mit Holzdecken	
Mittelschwere Bauweise	Stahlbeton als Skelettbau, Decken aus Stahlbeton	
...
Dach Konstruktionen		
Flachdächer (0-5°)	Warmdach	U-Wert bis 0,15 W/m ² K
...
Fassaden Konstruktionen		

Hinterlüftete Fassade	Glasanteil bis 35%	U-Wert bis 0,20 W/m ² K
...
Pfostenriegel-Fassade	Glasanteil bis 35%	U-Wert bis 0,20 W/m ² K
...
Bauwerk-Technik (Sekundärstruktur)
...
Bauwerk-Ausbau (Tertiärstruktur)
...

Die vorgesehene Datenbasis wird in Planungs- und Betreiberdaten unterteilt. Dies lässt sich mit der erforderlichen Datenmenge und Datenqualität begründen. Das heißt, Betreiberdaten sind qualitativ höherwertig, jedoch schwer zu generieren und bei neuartigen und innovativen Konstruktionen nicht vorhanden, sodass an dieser Stelle Planungsdaten ermittelt werden müssen. Hierdurch wird ebenso der Datenstand stetig erweitert. Für die Generierung der einzelnen unterschiedlichen Daten sind differenzierte Ansätze erforderlich. In Bezug auf Planungsdaten ist ein sog. Bottom-up und für die Betreiberdaten ein sog. Top-Down Ansatz vorgesehen. Dies bedeutet, anhand von verschiedenen Input-Daten und spezifischen Annahmen werden Kennwerte abgeleitet.

Für die Verwendung der nun vorliegenden Kostenkennwerte sind diese mit weiteren Einflussfaktoren zu versehen, um am Ende die Lebenszykluskosten ermitteln zu können. Zu den Einflussfaktoren zählen objektspezifische Eigenschaften (z.B. Gebäudegröße), standortbedingte (z.B. Preis- und Lohnniveau) und volkswirtschaftliche Einflussgrößen (z.B. Baupreisindex). Nutzungsspezifische Einflüsse werden nicht berücksichtigt. Für die

Wertigkeiten der Einflussgrößen erfolgt entsprechend der GEFMA Richtlinie 220-1¹³ eine Sensibilitätsanalyse.

Für die Berechnung wird die Barwertmethode mit einheitlicher Bewertungsgrundlage (Kalkulationszinssatz) als zweckmäßig angesehen, da die Kosten zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallen und durch jene Methode vergleichbar werden. Folgende Abbildung stellt auszugsweise und unter Voraussetzung der Berücksichtigung der vor benannten Einflussgrößen die Vorgehensweise zur Ermittlung der Kennwerte dar.

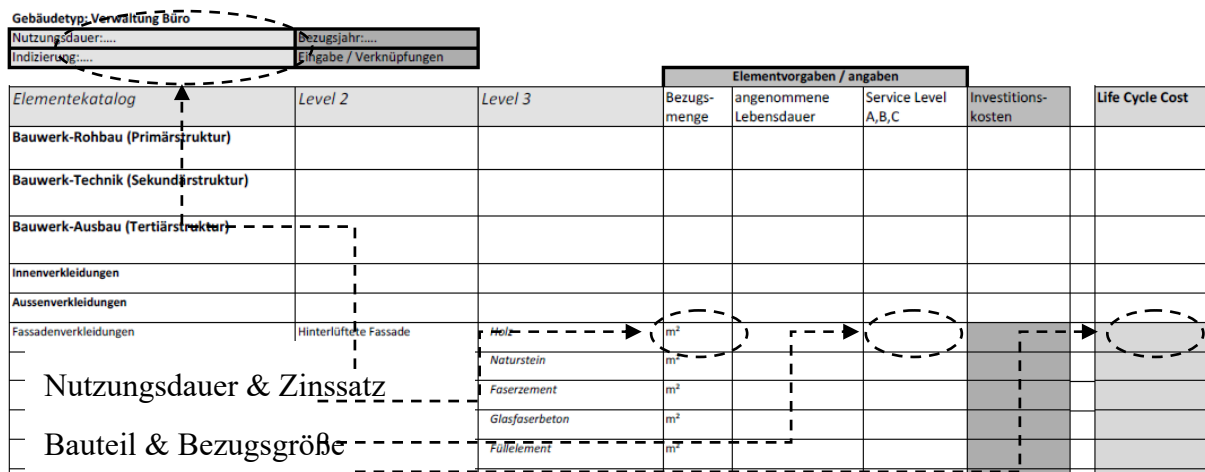


Abb. 5: Darstellung zur Verwendung der Datenquellen.

5. Erste Ergebnisse

Für das Datenmodell werden im ersten Schritt Projektdaten aus verschiedenen Business Cases herangezogen. Die Business Cases stammen von bestehenden und entwickelten Projekten beteiligter Forschungs- und Wirtschaftspartner. Auf dieser Basis sind Erfahrungen im Sinne der Umsetzung und Auswirkungen zu erwarten.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Das hier beschriebene Prognosemodell für Lebenszykluskosten basiert auf bereits bestehender Methodik und ist für den Einsatz im frühen Planungsstadium vorgesehen. Unter Voraussetzung der Zustimmung von Seiten der Datenlieferanten, ist im Weiteren vorgesehen das Tool samt den Kennwerten öffentlich zugänglich zu machen. Durch die geschaffene

¹³ GEFMA e.V. Deutscher Verband für Facility Management, Richtlinie 220-1: Lebenszykluskosten im FM – Einführung und Grundlagen, 2006.

Transparenz und den Mehrwert in der Anwendung wird der Strukturwandel durch das Abgehen eines rigiden Preiswettbewerbes zum Qualitätswettbewerb in Richtung Lebenszyklusbetrachtung weiter angestrebt (vgl. auch Balck, 2009).

Selbst bei einem detaillierten Kostenprognosemodell wäre es verfehlt, dies als quantitative Beurteilung für essentielle Entscheidungen zu begründen. Relevante Entscheidungen unterliegen einer integralen Beurteilung und somit weiteren Kriterien wie u.a. architektonische Gestaltung, Behaglichkeit, Qualität und Flexibilität. Im Rahmen des Forschungsprojektes soll das Prognosemodell künftig nicht nur die Ökonomie abdecken, sondern vielmehr um weitere Nachhaltigkeitskriterien, Ökologie und Qualität ergänzt werden.

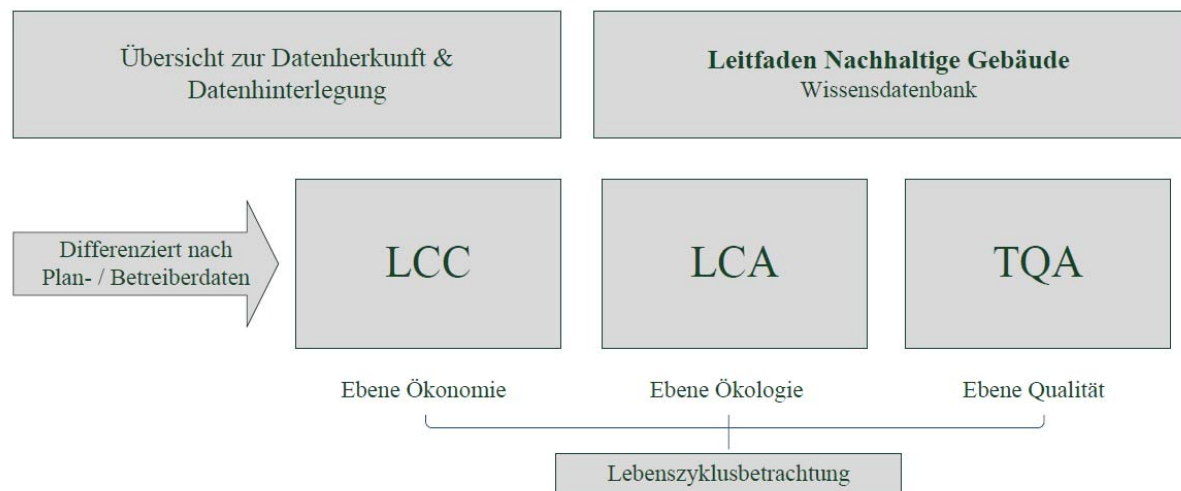


Abb. 6: Übersicht Datenmodell Projekt LQG

In der Abbildung ist neben den bereits benannten Bereichen der Lebenszyklusbetrachtung auch eine Wissensdatenbank enthalten, die parallel zum Forschungsvorhaben aufgebaut wird. Durch die Ausrichtung nach dem Lebenszyklus wird diese Wissensdatenbank als „Leitfaden Nachhaltige Gebäude“ benannt.

7. Literaturverzeichnis

- Ast H. (2008): Kennwerte und Kostentreiber. VDI 6009 FM im Kontext Lebenszykluskosten.
In: *IndustrieBAU*, H. 02, München, 50–53.
- Balck H. (2009): *Fokus Lebenszyklus - Planung und Beschaffung auf neuen Wegen*. In:
Kober (Hrsg.): *Energieeffiziente Gebäudeklimatisierung. Raumluft in A++ Qualität*.
Karlsruhe: Promotor Verlag, 229–245.
- European Commission Task Group 4 (Hrsg.) (2003): *Life Cycle Costs in Construction, Final Report*.
- GEFMA Deutscher Verband für Facility Management e.V. & Helbing Management
Consulting (Hrsg.) (1997): *Facility Management in Deutschland*, Bonn.
- Girmscheid G. (2006): Ganzheitliche Leistungsangebote sind nötig. In: *Bau+Architektur*, Nr.
04, St. Gallen, 4-6.
- Girmscheid G. & Lunze D. (2008): Paradigmenwechsel in der Bauwirtschaft –
Lebenszyklusleistungen. In: *Bauingenieur* Band 83, Düsseldorf, 87-97.
- Pelzeter A. (2009): Welche Lebenszykluskosten braucht die Praxis des FM? In:
Tagungsband Facility Management Kongress 2009, Berlin, 377-384.
- Preisig H., Kasser U. (2005): Lebenszykluskosten - Nutzen oft teurer als Bauen. In:
Jahresbericht 2005 der Gruppe der Schweizerischen Bauindustrie, Vol. 2005, Bern,
15–23.
- Stocker E., Gollner W., Schrag T. & Neugebauer J. (2009): Lebenszyklusbetrachtung im
Hochbau. In: *Tagungsband 4.PM-BAU Symposium*, Wien, 40-45.
- Wübbenhorst, K.L. (1984): *Konzept der Lebenszykluskosten: Grundlagen Problemstellungen
und technologische Zusammenhänge*. Darmstadt, Germany, Verlag für Fachliteratur.

Wir danken unseren Sponsoren:



Immobilien- und Vermögenstreuhänder

Der Fachverband der Immobilien- und Vermögenstreuhänder ist die gesetzlich legitimierte Interessenvertretung der österreichischen Immobilienstreuhänder (Körperschaft öffentlichen Rechts), eine Teilorganisation der Wirtschaftskammer Österreich und der Bundessparte Information und Consulting zugehörig.

Derzeit hat der Fachverband der Immobilien- und Vermögenstreuhänder ca. 7.800 Mitgliedsbetriebe die in der Immobilienbranche und im Inkassowesen tätig sind und in erster Linie von den Fachgruppen in den Bundesländern betreut werden.

Im Fachverband der Immobilien- und Vermögenstreuhänder werden folgende Berufsgruppen vertreten: Bauträger, Immobilienmakler, Immobilienverwalter, Inkassoinstitute

Auf unserer Website www.wkimmo.at finden Sie Informationen über unsere Publikationen, aktuelle Meldungen zu Immobilienthemen, Veranstaltungskalender, Newsletter und vieles mehr.

Security Services | Security Systems | BISS

Securing Your World



Als größter Sicherheitskonzern der Welt offerieren wir unseren Kunden eine Vielzahl an Sicherheitslösungen. Und das in mehr als 110 Ländern auf sechs Kontinenten.

Auch in Österreich sind wir mit 2.800 Beschäftigten die unangefochtene Nummer 1. Das freut und ist eine große Verantwortung. Unsere Kunden erwarten einen zuverlässigen Partner in allen Sicherheitsfragen. Dieser Herausforderung stellen wir uns jeden Tag.

Hier erfahren Sie mehr:
G4S Security Services AG, Dresdner Straße 91/1, 1200 Wien
Telefon 01 / 313 15-0, Fax DW 1915, www.g4s.at



FAME

FACILITIES MANAGEMENT
SOFTWARE GMBH

www.fame-online.de

Notizen: