

BAUSIM 2006: METHODIK ZUR FORTSCHREIBUNG FUNKTIONALER BETRIEBSMUSTER – EIN BINDEGLIED ZWISCHEN INTEGRALER PLANUNG UND GANZHEITLICHER BETRIEBSFÜHRUNG

Ruth David¹, Oliver Baumann²

¹Ebert-Ingeniere, München, Germany

²Ebert&Baumann Consulting Engineers, Washington D.C., USA

KURZFASSUNG

Mit Hilfe funktionaler Betriebsmuster kann Information über Betriebsstrategien eines Gebäudes aus der Planung in die Bauausführung, Inbetriebnahme und Nutzung weitergetragen werden. Der Beitrag zeigt, wie und an welchen Stellen mit Hilfe von Betriebsmustern die Verbindung zwischen Planung und Betrieb hergestellt werden kann. Im Rahmen des Forschungsvorhabens „OASE II“ wird eine durchgängige Methodik hierzu entwickelt. Ziel ist eine standardisierte Vorgehensweise, mit der funktionale Anforderungen an den Gebäude- und Anlagenbetrieb konsequent umgesetzt werden können. Bereits im Vorgänger Projekt „OASE“ wurden Werkzeuge entwickelt, die die über Gebäudeautomationssysteme aufgezeichneten Daten nutzen, um reale Betriebsmuster darzustellen und einer Betriebsoptimierung zugänglich zu machen (Betriebsdiagnose) (Baumann, 2003). In einem zweiten Schritt sollen diese Werkzeuge bereits in der Planungsphase eingesetzt werden (Betriebsprognose). Betriebsmuster können hierbei zum einen als Vorlage idealisierter Vorgänge dienen zum anderen der Festschreibung von Planungsvorgaben an die Betriebsführung und schließlich dem Soll-Ist-Vergleich am bestehenden Gebäude.

ABSTRACT

Functional operation patterns are proposed to be used to transfer information of operation strategies from design stage into construction, commissioning and occupancy. This paper shows how and in which stages a connection between design and operation could be established by means of operation patterns. Within the scope of the research project “OASE II” a continuous methodology is developed to realize this. The purpose is a standardized procedure providing the possibility to implement consistently functional specifications of building and system operation. Within the previous project “OASE” visualization tools have been developed to display and analyze the data recorded by building automation systems. By displaying the actual operation patterns the comprehensive operation data has been made available for an optimization process (Operation

Diagnostics). In a further step these tools can be implemented in the design stage (Operation Prognostics), where operation patterns then can be used as a templates showing idealized processes or to describe operating control specifications developed during design stage. Finally they enable a target/actual comparison for existing buildings.

EINLEITUNG

Von der ersten Konzeptphase bis zur Inbetriebnahme durchläuft ein Gebäude viele Schritte. Verschiedene Personen und Organisationen sind mit der Planung befasst. Viele wichtige und hilfreiche Informationen die während der Planung und Konzeption des Gebäudes gewonnen werden gehen im Laufe der Bauausführung und Inbetriebnahme und weiter während der Nutzungsphase verloren. Eine Betriebsstrategie wird somit oft aufwendig konzipiert und in Simulationen optimiert, die Umsetzung in den realen Anlagenbetrieb ist aber in der Regel nicht gewährleistet. Meist kommt es bereits bei der Bauausführung zu ersten Änderungen. Spätestens nach einer Umnutzung eines Gebäudes ist über die ursprüngliche Konzeption des Anlagenbetriebs kaum noch Wissen vorhanden. Abbildung 1 veranschaulicht den in der Realität immer wieder auftretenden Bruch durch die unzureichende Informationsweitergabe beim Wechsel der beteiligten Personen und Fachfirmen.

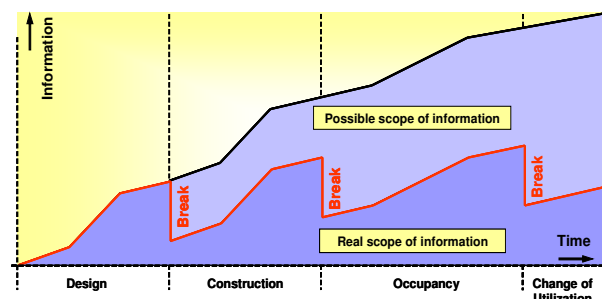


Abbildung 1 Informationsverlust im Planungs- und Lebenszyklus eines Gebäudes

Vor allem innovative Techniken und Gebäudekonzepte leiden unter den in der Praxis aus Unkenntnis oder aus alter Gewohnheit nicht eingehaltenen Planungsvorgaben. Die vorhergesagten

Energieeinsparpotenziale können dann aufgrund einer falschen oder zumindest ungünstigen Betriebsweise nicht eingehalten werden.

Hier setzt das Forschungsvorhaben OASE II an. Ein Ziel des Forschungsvorhabens ist mit Hilfe funktionaler Betriebsmustern allen an Planung, Bau und Betrieb eines Gebäudes Beteiligten eine Methodik an die Hand zu geben, mit der vorhandenes Wissen über die Funktionalitäten und den Betrieb eines Gebäudes weitergegeben werden kann.

METHODIK

Funktionale Betriebsmuster im hier gemeinten Sinne enthalten Betriebsdaten unter den optimalen Betriebsbedingungen, d.h. sie zeigen den Sollbetrieb einzelner Anlagenkomponenten oder von Regelmechanismen auf. Auch gewerkeübergreifende Abhängigkeiten können dargestellt sein. Die Darstellung der Betriebsmuster erfolgt im allgemeinen als anschaulichen Grafik, ggf. ergänzt durch eine einfache textliche Beschreibung.

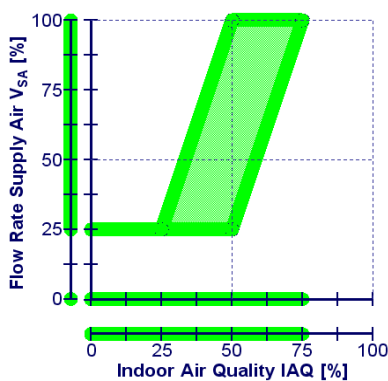


Abbildung 2 Beispiel für die grafische Darstellung eines funktionalen Betriebsmusters aus der Planung hier: bedarfabhängig geregelter Volumenstrom

Die Betriebsmuster fungieren als Schnittstelle zwischen den verschiedenen Stadien von der Konzeption eines Gebäudes und dessen technischen Anlagen bis zum Betrieb. Die Optimierung von Regelungsstrategien und die Detaillierung von Soll-Vorgaben (Regelparametern) im Verlauf der Planung, Errichtung und Nutzung kann in Form von Betriebsmustern fortgeschrieben und dokumentiert werden. Um Betriebsmuster zielführend zur Informationsweitergabe einzusetzen, muss zum einen für jede Schnittstelle festgelegt werden, wo und inwieweit Abweichungen möglich sind, ohne das Gesamtkonzept zu stören, zum anderen muss jeweils eine Fortschreibung der Betriebsmuster stattfinden.

Planung/Entwurf

In der Vorplanungs- und Entwurfsphase können beispielsweise vom Bauherrn definierte Nutzungsanforderungen erfasst werden und durch

Simulationsergebnisse vom Planer nachgewiesen werden. Andererseits lassen sich in der Planung erarbeitete Betriebsstrategien als Betriebsmuster veranschaulichen. Entscheidend ist hierbei zum einen herauszufiltern welche Betriebsparameter sinnvoll und anschaulich dargestellt werden können zum anderen muss eine spätere Überprüfung der dargestellten Abhängigkeiten möglich sein. Hierzu werden in OASE II charakteristische Betriebsmuster erarbeitet, die einen hohen Standardisierungsgrad aufweisen. Durch Anpassung verschiedener Regelparameter können diese den jeweiligen Bedingungen des Gebäudes angepasst werden.

Über dynamische Gebäude- und Anlagensimulationen kann speziell bei komplexen Systemen die Abstimmung verschiedener Regelparameter im Gesamtsystem erfolgen und das Betriebsverhalten optimiert werden.

Durch die Anordnung einzelner Betriebsmuster zu Betriebsmuster Matrizen kann die Gesamtheit der relevanten Abhängigkeiten dargestellt werden (Baumann, 2004).

In Abbildung 3 sind als Beispiel die Ventilstellungen der Regelventile einer RLT-Anlage im Sollbetrieb dargestellt. Das Zusammenspiel zwischen den einzelnen Komponenten kann so visualisiert und einer späteren Überprüfung zugänglich gemacht werden.

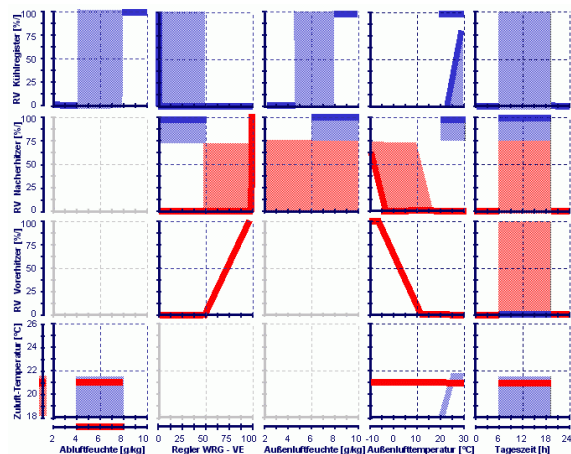


Abbildung 3 Betriebsmuster Matrix (RLT-Anlage; Ordinate von oben nach unten: Regelventil Kühlregister, Nachheizregister und Vorerhitzer, Zulufttemperatur; Abszissen von links nach rechts: Abluftfeuchte, Regler Vorerhitzer/Wärmerückgewinnung, Außenluftfeuchte, Außenlufttemperatur, Tageszeit; rot: Heizen/Befeuchten, blau: Kühlen/Entfeuchten)

Ausschreibung/Ausführung

Ein wesentlicher Punkt zur Verbesserung der tatsächlichen Umsetzung eines Betriebskonzepts ist die Integration der in der Planung erarbeiteten funktionalen Anforderungen in das Leistungsverzeichnis der Ausschreibung. Auf Basis

der Betriebsmuster werden die funktionalen Anforderungen formuliert und können damit später auch eingefordert werden. Im Rahmen von OASE II werden Vorschläge für eine standardisierte Vorgehensweise entwickelt.

Im Rahmen der Ausführungsplanung muss zusätzlich sichergestellt werden, dass die erarbeiteten Betriebsmuster mit praxisbezogenen Kennwerten und Auslegungskriterien ergänzt werden. Bei der Inbetriebnahme von Anlagen und Systemen müssen diese mit den Eigenschaften und Anforderungen der tatsächlich eingebauten Geräten abgeglichen werden. Abweichungen von den Planungsvorgaben oder späteren Änderungen während der Nutzung müssen dokumentiert werden und die Vereinbarkeit mit dem Gesamtkonzept überprüft werden.

Inbetriebnahme / Abnahme

Durch die Vorgabe der funktionalen Betriebsmuster können auch Prüfkriterien für die Umsetzung der Planungsvorgaben in der Inbetriebnahmephase und Abnahme festgelegt werden. Ziel im Rahmen der Bauleitung muss es sein, dass funktionale Planungsvorgaben in der Inbetriebnahmephase eindeutig nachgewiesen und mit der Abnahme garantiert werden können. Dazu werden die notwendigen Prüfkriterien entwickelt.

Betrieb/Nutzung

In Verbindung mit Gebäudeautomationssystemen kann mit Hilfe vorgegebener Betriebsmuster ein Soll-Ist-Vergleich des vorgesehenen mit dem tatsächlichen Betrieb erfolgen.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens OASE II werden Konzepte entwickelt, um Betriebsmuster in Betriebsdiagnosesysteme zu integrieren. Die Betriebsdiagnose nutzt Daten der Gebäudeleittechnik bestehender Gebäude, um über spezielle Visualisierungstools aus den realen Betriebsdaten Schwachstellen und somit Potenziale zur Betriebsoptimierung abzuleiten. Dabei werden die in der GLT aufgezeichneten Betriebsdaten in Form von Betriebsmustern visualisiert. (Baumann, 2004)

Abbildung 4 zeigt als Beispiel die Messwerte einer RLT-Anlage, entsprechend Abbildung 3. Dargestellt sind die GLT-Daten aus 10 Monaten.

Durch Einbindung der vorgegebenen und fortgeschriebenen Betriebsmuster in die Werkzeuge der Betriebsdiagnose ist abweichendes Verhalten im realen Betrieb schnell zu erkennen. Ebenfalls können Maßnahmen zur verbesserten Betriebsführung und zur Energieeinsparung abgeleitet werden. Die Wirtschaftlichkeit der Betriebsdiagnose als Maßnahme zur Betriebsoptimierung erhöht sich durch den verminderten Zeitaufwand deutlich.

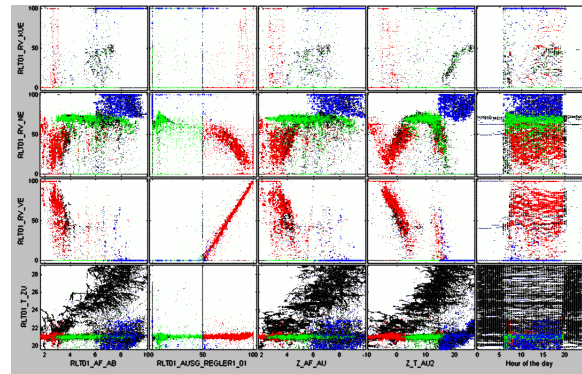


Abbildung 4 Beispiel für reale Betriebsmuster - Scatter-Plot-Matrix aus der Betriebsdiagnose einer RLT-Anlage (wie Abb. 3; rot: Vorerhitzer in Betrieb; grün: Wärmerückgewinnung; blau: Entfeuchtung)

ZUSAMMENFASSUNG

Die Formulierung von funktionalen Anforderungen an den Gebäude- und Anlagenbetrieb ist eine Voraussetzung für die Umsetzung geplanter Betriebsstrategien, insbesondere von innovativen Konzepten. Mit der Integration funktionaler Anforderungen in das Ausschreibungsverfahren sowie definierten Prüfkriterien für die Abnahme kann die Umsetzung innovativer Ideen und Betriebskonzepte vom Papier in die Praxis wesentlich verbessert werden. Funktionale Betriebsmuster stellen hierbei ein ausgezeichnetes Hilfsmittel dar.

DANKSAGUNG

OASE („Optimierung der Automationsfunktion betriebstechnischer Anlagen mit Hilfe der dynamischen Simulation als Energie-Management System“) ist ein im Rahmen des Förderkonzepts EnOB, Energieoptimiertes Bauen, vom BMWF gefördertes Projekt (Förderkennzeichen 0327246F). Die in der ersten Phase des Projekts prototypisch entwickelten Betriebsdiagnosesysteme bauen auf ein vom Royal Institute of Technology Stockholm auf Basis von MATLAB entwickelt Visualisierungstool auf (Isakson, 2002).

LITERATUR

- Baumann, O., 2003. OASE - Optimierung der Automationsfunktion betriebstechnischer Anlagen mit Hilfe der dynamischen Simulation als Energie-Management-System, EnSan - Teilkonzept 1 – Planungshilfsmittel Tagungsband, Jülich.
- Baumann, O., 2004. Operation Diagnostics – Use of Operation Patterns to Verify and Optimize Building and System Operation ICEBO International Conferenc for Enhanced Building Operations, Paris.
- Isakson, P., 2002. A User Interface for Simulation-aided Performance Testing, Department of Royal Institut of Technologi, Stockholm.