

**Unterstützung der Zielorientierung und -formulierung
in der Entwicklung komplexer Produkte
– am Beispiel einer neuen Aufzugstechnologie**

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

THOMAS DÜNSER
dipl. Masch.-Ing. ETH

geboren am 07.09.1976

aus dem
FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. Markus Meier
Prof. Dr.-Ing. Sándor Vajna
Prof. Dr. habil. Alois Breiing

2004

Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich in einem ersten Teil mit der Kundenorientierung in der Entwicklung komplexer Systeme. Die Vielzahl von Abhängigkeiten in solchen Produkten beeinträchtigt die Möglichkeiten der Entwickler, ausgewogene Entscheidungen zu treffen und sie später zu überprüfen. In dieser Arbeit wird eine Methode aufgezeigt, Komponentenvarianten zu bewerten und dabei sowohl das gesamte Produktwissen berücksichtigen als auch die Entscheidung jederzeit überprüfen zu können. Sie bietet einen wertvollen Beitrag zur objektiveren Entscheidungsfindung und damit zur kosten- und zielbewussten Entwicklung. Die Basis hierfür ist die Kopplung der Bewertung an das Einflussnetz, eine spezielle mathematische Beschreibung des Produkts und seiner Abhängigkeiten.

Der zweite Teil zeigt und diskutiert Ansätze, das frühzeitige Erkennen späterer Akzeptanzschwierigkeiten des Produkts auf dem Markt zu unterstützen. Der Lösungsvorschlag zeichnet sich dadurch aus, dass die Modellierung der kognitiven menschlichen Strukturen in das Einflussnetz des Produkts eingebunden und so eine direkte Verbindung zwischen menschlichem Urteil und technischen Lösungen gezogen werden kann. Kern dieses Modells ist die Grösse «Grundinteressen» als theoretische Erklärung der Ursache von Akzeptanzproblemen.

Darauf aufbauend präsentiert der dritte Teil ein Vorgehensmodell für die Entscheidungen in der Systementwicklung: Hierin kann das Einflussnetz als Beschreibung des Produkt- und Marktwissens die Grundlage für Entscheidungen aller Arten im gesamten Innovationsprozess darstellen: von Entscheidungen über die Produktidee und über technische Varianten bis zu Entscheidungen über die Vorgehensweise in der Entwicklung.

Diese theoretischen Ansätze werden in der praktischen Anwendung einer Systementwicklung geprüft und verifiziert. Es handelt sich dabei um eine neue Aufzugstechnologie, bei der die heute übliche Verbindung von *einem* Schacht, *einer* Kabine und einem *Seil mit Gegengewicht* aufgelöst wird. Neu sollen mehrere Kabinen unabhängig im selben Schacht fahren und gegebenenfalls den Schacht wechseln können, damit für die gleiche Transportkapazität weniger Querschnittsfläche nötig ist.

Die vorliegende Arbeit analysiert das Umfeld des Aufzugs und seine Kundenstruktur eingehend, um eine dem Innovationsgrad angemessene Zieldefinition zu erarbeiten. Von ausserordentlicher Bedeutung ist dabei der Einbezug des Gebäudes in die Entwicklung, um die Wirkung der neuen Technologie besser abschätzen zu können. Der zentrale Bestandteil des neuen Systems, das Verkehrskonzept, wird untersucht, das vielversprechendste Konzept ausgewählt und als Grundlage für die Abschätzung des Marktpotentials und der weiteren technischen Lösungssuche definiert. Eine Analyse der Zusammenhänge zwischen der Kabinenstruktur und der Motortechnologie illustriert die Problematik der Entscheidungsfindung in komplexen Situationen.

Es zeigt sich, dass sich die theoretischen Ansätze dieser Arbeit bewähren und die Systementwicklung in ihrer Effizienz und Zielgenauigkeit entscheidend unterstützen können.

Abstract

In a first part, the present work covers the problem of keeping the orientation to the customers in the development of complex systems. The variety of dependencies in such products affects the designer's ability of making well-balanced decisions and verifying them later. In this work, a method of evaluating component variants is elaborated wherein the whole knowledge about the product can be considered. Furthermore, the decision can be revised at every development step. This means a valuable contribution to objective decision-making and to a design with respect to costs and customer value. The method bases on the linking of the evaluation to the «influence net», a specific mathematical description of the product and its interdependencies.

The second part covers the problem of recognizing potential difficulties in market acceptance of the product during the development process. The proposed solution integrates a human cognitive structure model in the «influence net» of the product, which offers a direct link between human judgement and technical solutions. The core of this model is the element «basic interest», a theoretical explanation of the cause of acceptance problems.

Based on this, the third part contains a proposition of a proceeding model for decision making during system design. Therein, the «influence net» as a description of the relevant product- and market- knowledge is proposed as a basement for all decisions made in the innovation process. This contains decisions about the product idea and component variants as well as about the design steps proceeding.

The theoretical approaches are applied to the system development of a new elevator technology. Instead of using *one* shaft, *one* cabin combined with *rope and counterweight*, several cabins shall move autonomously in the same shaft and also might switch the shafts. The goal of this new technology is the reduction of the lift area while maintaining the transport capacity.

The present work contains an in-depth analysis of the elevator's environment and its customer structure for elaborating a definition of development goals that is adequate to the degree of innovation. The integration of the building's dependencies in the development is very important for evaluating the effects of the new system. In a next step, the best traffic concept is elaborated and defined as a basis for the analysis of the market potential and for the successive technical design. For illustrating the problems of the decision making in complex situations, the dependencies between cabin structure and motor technology are discussed.

Finally, the theoretical approaches of the present work turn out to be enormously helpful to support system development in improving its efficiency and its precision.