

C&CM – ein konstruktionsmethodisches Denkmodell zum Zusammenhang von Gestalt und Funktion technischer Systeme

1 Einführung

Der Zusammenhang zwischen Gestalt und Funktion technischer Systeme ist der Schlüssel für deren Verständnis und Beschreibung. Die Grundlage für eine Methode, die den Konstrukteur dabei unterstützen soll, die Schnittstelle zwischen der konkreten Gestalt eines Systems und dessen abstrakt formulierter Funktion zu beherrschen, muss die Beschreibung dieser Zusammenhänge einfach und eindeutig ermöglichen. Dennoch muss sie so allgemeingültig sein, dass auch beliebig komplexe Systeme beschrieben werden können. Die Methode sollte in der Lage sein, sowohl den Analyse- als auch den Syntheseschritt eines technischen Systems zu unterstützen.

Ein Hauptforschungsfeld am IPEK ■ Institut für Produktentwicklung der Universität Karlsruhe (TH) ist die Entwicklung des *Contact & Channel Model* (C&CM), eines Denkansatzes, der den Konstrukteur in den oben beschriebenen Schritten durchgängiger unterstützen soll als bisherige Ansätze. Die Stärke des Modells liegt darin, dass sich beliebige technische Systeme beschreiben lassen ohne sie unnötig weit zu abstrahieren. Dadurch fällt es dem Konstrukteur leicht, die Betrachtungsweise während des Konstruktionsprozesses von der realen Gestalt des Systems auf die abstrakt formulierte und dargestellte Funktion zu ändern und umgekehrt.

2 Das Elementmodell C&CM

Durch die Entwicklung einer abstrakten aber dennoch pragmatischen Sichtweise auf technische Systeme wurde es möglich ein Modell zu definieren, das sich sowohl für die Analyse als auch für die Synthese einsetzen lässt. Dieses neu entwickelte Elementmodell C&CM ist in der Lage, den Produktentwicklungsprozess methodisch und durchgängig zu begleiten. Durch den Einsatz von C&CM kann der Denkprozess beim Konstruieren gelenkt werden ohne ihn zu behindern.

Grundelemente dieses Modells sind Wirkflächenpaare (WFP) und Leitstützstrukturen (LSS). Durch die Beschreibung jeder technischen Funktion als Wechselwirkungen von Wirkflächenpaaren und den sie verbindenden Leitstützstrukturen entsteht ein Konzept für die Konstruktion, das nicht nur die inneren funktionalen Zusammenhänge eines Systems, sondern auch dessen Wechselwirkungen mit seiner Umwelt beschreiben kann. Nach dieser Modellvorstellung sind Wirkflächenpaare und Leitstützstrukturen die Elemente, die allen technischen Systemen gemeinsam sind.

Wirkflächenpaare (WF) sind die generalisierten Flächen eines Systems, die die Funktion durch die Wechselwirkung mit anderen Wirkflächen erfüllen. So entstehen Wirkflächenpaare (WFP) und die sie verbindenden Leitstützstrukturen (LSS). Um alle technischen Systeme und auch physikalischen Effekte wie z.B. Kräfte durch ein Feld

beschreiben zu können, sind Wirkflächenpaare nicht nur für feste Körper definiert, sondern in generalisierter Form auch für Flüssigkeiten, Gase und auch Felder.

Funktionen werden in den Wirkflächenpaaren und Leitstützstrukturen durch die Leitung oder Speicherung der Systemgrößen Stoff, Energie und Information erfüllt. Bild 1 zeigt die Abstraktion eines realen technischen Systems hin zu den hauptsächlichsten Zusammenhängen der Wirkflächenpaare und Leitstützstrukturen.

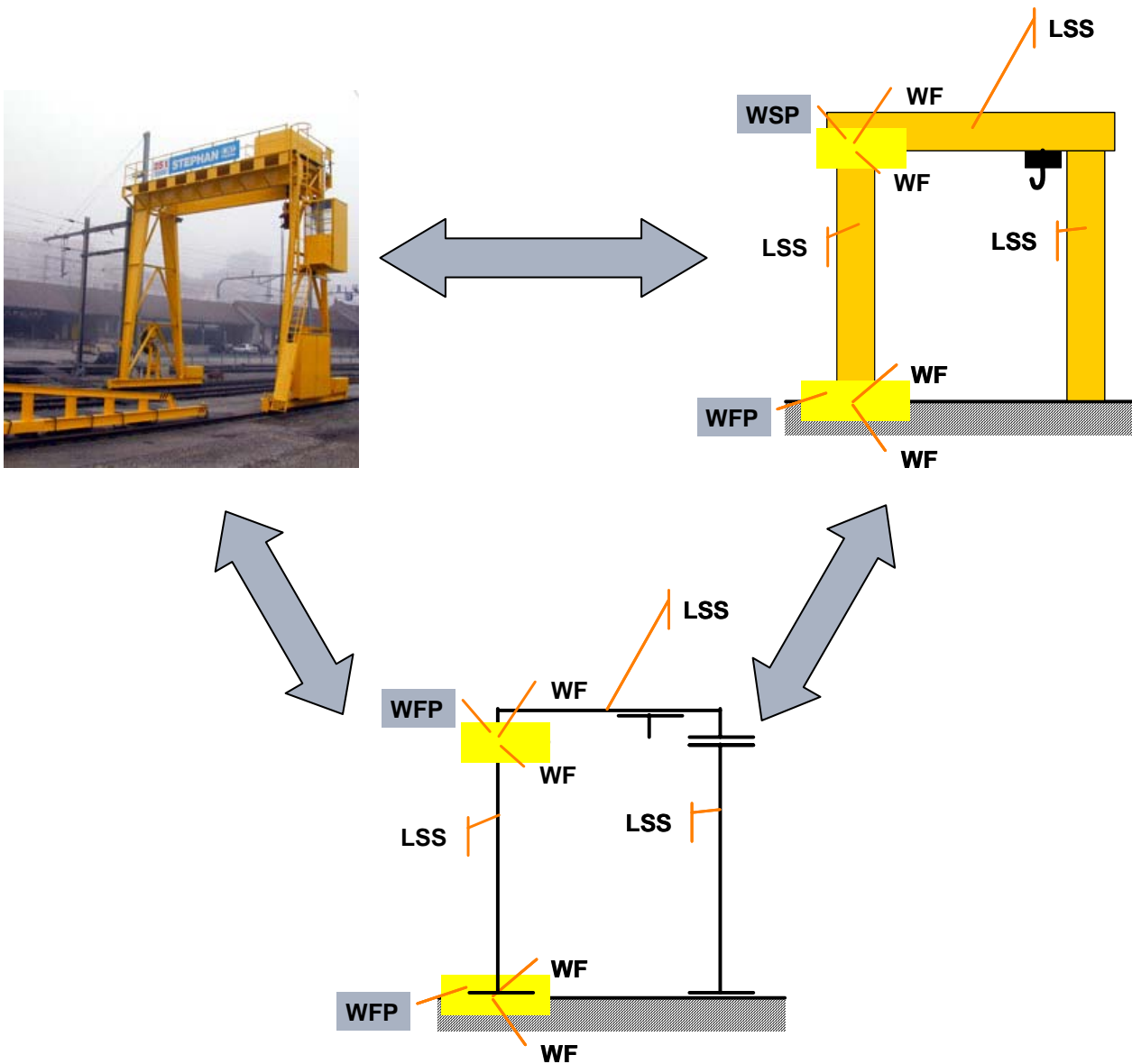


Bild 1: Abstraktion eines technischen Systems in Wirkflächenpaare und Leitstützstrukturen

Im Rahmen der Forschung am IPEK werden Vorgehensweisen und Regeln entwickelt, die die Anwendung dieses Modells auf technische Systeme vereinfachen. Eine der Grundhypothesen lautet z.B.:

Um eine technische Funktion zu erfüllen, sind mindestens zwei Wirkflächenpaare und eine sie verbindende Leitstützstruktur notwendig. Wenn eines der beiden Wirkflächenpaare entfernt würde (z.B. zwischen der Traverse und der Stütze in Bild 1), würde die Funktion nicht mehr erfüllt werden. Diese Grundhypothese gilt für alle technischen Systeme.

Mit dem Elementmodell C&CM sind Regeln definiert, die es ermöglichen, Probleme prinzipiell zu lösen ohne dabei die konkrete Gestalt des Systems zu definieren. Diese Regeln beruhen alle auf den grundlegenden Anwendungsmustern

- Wirkflächenpaare und Leitstützstrukturen hinzufügen
- Wirkflächenpaare und Leitstützstrukturen entfernen
- Eigenschaften von Wirkflächenpaaren ändern
- Eigenschaften von Leitstützstrukturen ändern.

Daraus abgeleitet ergeben sich dann auf den jeweiligen Anwendungsfall zugeschnittene, konkrete Handlungsanweisungen für den Konstrukteur.

3 Ergebnisse

Das Elementmodell C&CM hat bereits in zahlreichen Produktentwicklungsprojekten in Zusammenarbeit mit der Industrie seine erfolgreiche Anwendbarkeit bewiesen. Die methodische Anwendung des Modells hat bereits zu zahlreichen innovativen Ideen und Patenten geführt. Eine der Stärken des Modells ist seine durchgängige Anwendbarkeit im Produktentwicklungsprozess in mehreren verschiedenen Abstraktionsebenen. Durch seinen fraktalen Charakter kann es auf verschiedenen Betrachtungsstufen in gleicher Weise angewendet werden.

Das Modell bildet auch die Grundlage für die Ausbildung der Studierenden im Karlsruher Lehrmodell für Produktentwicklung KaLeP.

Weiterführende Literatur:

- [1] Albers, A. und Matthiesen, S.: Konstruktionsmethodisches Grundmodell zum Zusammenhang von Gestalt und Funktion technischer Systeme - Das Elementmodell "Wirkflächenpaare & Leitstützstrukturen" zur Analyse und Synthese technischer Systeme, Konstruktion, Zeitschrift für Produktentwicklung; Band 54; Heft 7/8 – 2002, Düsseldorf, Springer, S. 55 - 60.
- [2] Albers, A., Burkardt, N. und Ohmer, M.: Principles for design on the abstract level of the Contact & Channel Model C&CM, Proceedings of the TMCE 2004, April 13-17, 2004, Lausanne, Switzerland, 8 pages (full article No.1028 on CD).
- [3] Albers, A., Burkardt, N. und Ohmer, M.: The pair character of Working Surfaces - significant Elements of the Contact & Channel Model C&CM, Proceedings of 14th International CIRP Design Seminar Design in the global village, May 16 – 18, 2004, Cairo, Egypt.
- [4] Albers, A., Eckert, C. und Ohmer, M.: Engineering Design in a different Way: Cognitive Perspective on the Contact & Channel Model Approach, Proceedings of Third International Conference Visual & Spatial Reasoning in Design, MIT, Cambridge, USA, 22 - 23rd July, 2004.
- [5] Albers, A., Burkardt, N. und Ohmer, M.: The Constructivist Aspect of Design Education in the Karlsruhe Education Model for Industrial Product Development KaLeP, Proceedings of 2nd International Engineering and Product Design Education Conference - The Changing Face of Design Education, TU Delft, The Netherlands, 2-3 September, 2004, S.119 – 126.

Ansprechpartner

o. Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. A. Albers, Kaiserstr. 10, 76131 Karlsruhe, Tel: +49 721 608 2371, Fax: +49 721 608 6051, E-Mail: albers@ipek.uni-karlsruhe.de, URL: www.ipek.uni-karlsruhe.de