

METHODEN UND HAUPTZUORDNUNGEN IM PROZESS DER BILDUNG VON GEORDNETEN KONSTRUKTIONSFAMILIEN

Piotr Gendarz

Zusammenfassung

Neuartige Anforderungen im Konstruktionsprozess und Herstellungsvorbereitung gehen nicht nur in Einführung neuzeitlicher Konstruktionslösungen und Technologien, aber auch in der Richtung möglich breites Spektrum von Bedürfnissen für bestimmte Art von technischen Mitteln zu umfassen. In diesem Vortrag, den bestimmten Arten von technischen Mitteln als Abstrakten entsprechen Konstruktionsfamilien. Im Bereich der Konstruktionsmenge, verstanden als Konstruktionsfamilie, die einem allgemeinen System entspricht, werden Umformungen durchgeführt, um von ungeordneten zu geordneten Form zu kommen. Es gibt hier Umformungen in der Bedürfnissphäre und in der Konstruktionssphäre. Im Modulbildungsprozess werden vier Arten von Zuordnungen α , β , χ und δ unterschieden.

1 Einführung

Der Prozess der Umwandlung von ungeordneten zu geordneten Konstruktionsfamilien, Ordnungsprozess (OP) genannt, liefert als Ergebnis Konstruktionsfamilien in der Form: wiederholende Konstruktionen, Konstruktionen mit Mustermerkmalen, Typenreihen und Modulsysteme von Konstruktionen. Eine Konstruktionsfamilie RK_n ist eine Sammlung von Konstruktionen (Gebilden) technischer Mittel $Ks_n\{ks_k;(k=1,kz)\}$, welcher eine Sammlung von Bedürfnissen $Po_n\{po_i;(i=1,iz)\}$ zugeordnet ist. Das entspricht einem identischen allgemeinen System So_n (Grundlage der Tätigkeit technischer Mittel [1]). Die größte Umformung findet im Modulbildungsprozess statt. Es gibt hier Umformungen in der Bedürfnissphäre und in der Konstruktionssphäre, Bild 1.

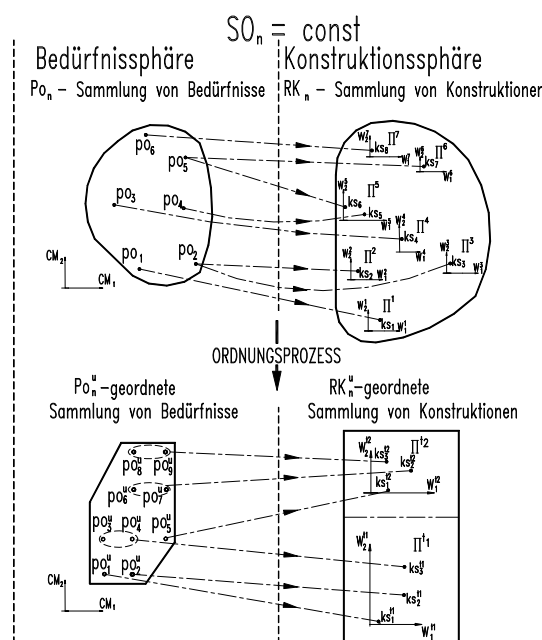


Bild 1: Bedürfnissphäre und Konstruktionssphäre

Die Bedürfnissphäre wird durch charakteristische Merkmale CM_i beschrieben. Konstruktionsmerkmale werden in qualitative Merkmale (Konstruktionsgestalt) Π^{ej} und quantitative Merkmale (Abmessungen) W_1^{ej} aufgeteilt. Die Ergebnisse der Ordnung von qualitativen Konstruktionsmerkmalen sind typische Konstruktionslösungen, denen typische Konstruktionsgestalten von Elementen und Abmessungsanordnungen entsprechen. Die quantitativen Konstruktionsmerkmale, die hauptsächlich in dieser Arbeit in Erwägung gezogen werden, werden ausgewählt, verifiziert und optimiert.

2 Umformungen in Bedürfnissphäre

Charakteristische Merkmale sind die Beschaffenheiten, die das zukünftige technische Mittel haben soll. Für Hydraulikzylinder sind das: quantitative charakteristische Merkmale, so genannte Parameter (wie kolbenseitige Kraft, stangenseitige Kraft, maximale Länge, minimale Länge) und qualitative charakteristische Merkmale wie Art der rohreseitigen Verbindung, Art der stangenseitigen Verbindung, Art der Speiseschaltung.

Bei der Umformung der Bedürfnissphäre, die Unifikation genannt wird, werden hauptsächlich Werte von charakteristischen Merkmalen begrenzt und geordnet, Bild 2.

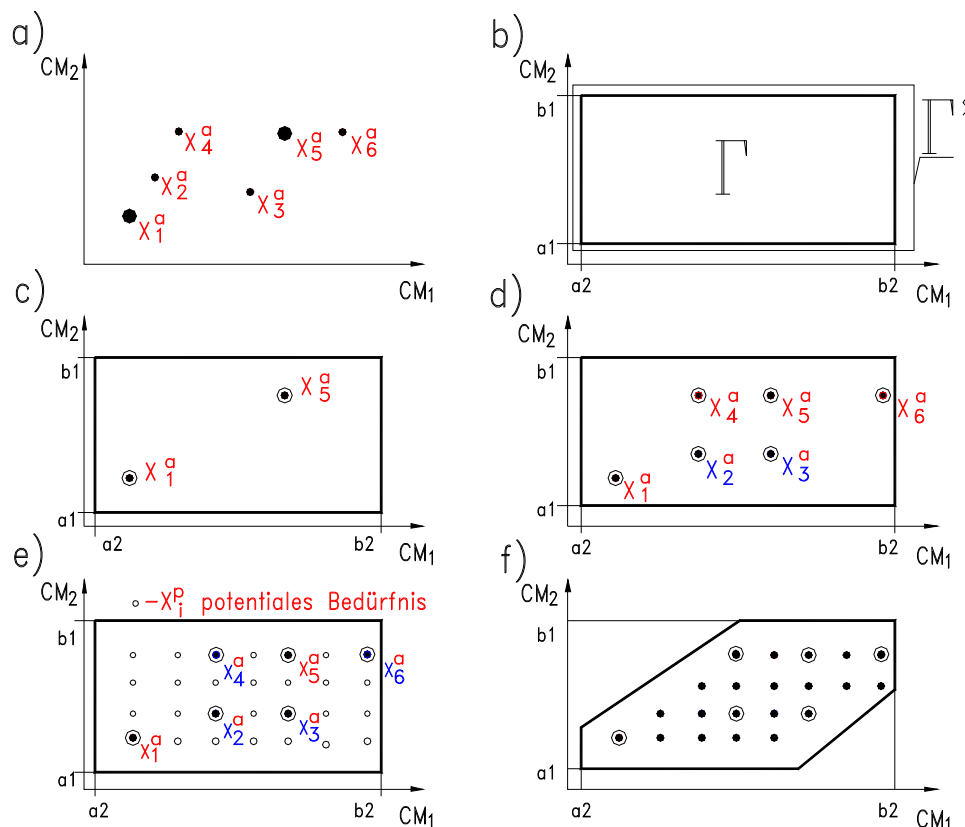


Bild 2: Umformungen von Werten der charakteristischen Merkmale

Den bisherigen Zustand von aktuellen Bedürfnissen zeigt Bild 2a. Um die Werte von charakteristischen Merkmalen zu begrenzen wird eine Prognosemethode angewandt. Sie basiert auf der Analyse der Veränderung von Grenzwerten von charakteristischen Merkmalen für bestimmte Zeitabteile. Sie umfasst auch die technische Produktion und ökonomische Grenzmöglichkeiten, Bild 2b. Dann werden die Werte der charakteristischen Merkmale ausgewählt, die den größten Wiederholfaktor haben, Bild 2c. Bild 2d und 2e zeigen die Auswahl und Ord-

nung nach normalen Zahlen. Die letzte Umgestaltung beruht auf der Begrenzung nach dem Kriterium der Mitwirkung mit anderen technischen Mitteln. So bearbeitete Werte werden unifizierte Werte von charakteristischen Merkmalen genannt.

3 Hauptzuordnungen bei Modulbildungsprozess von Konstruktionen

Die Konstruktionsmerkmale werden in qualitative Merkmale (Konstruktionsgestalt) und quantitative Merkmale (Abmessungen) aufgeteilt (Bild 3). Die quantitativen Konstruktionsmerkmale werden bewertet, verifiziert und modifiziert. Im Modulsystem entstand die erste Zuordnung, die α genannt wird. Sie umfasst die Relationen zwischen unifizierten Werten von charakteristischen Merkmalen und typischen Konstruktionslösungen. Bei der Bildung typischer Konstruktionslösungen werden angewandt: Methoden der Bewertung, Modifikation von Konstruktionslösungen und Bildung der maximalen Anzahl von Verbindungen zwischen typischen Konstruktionslösungen.

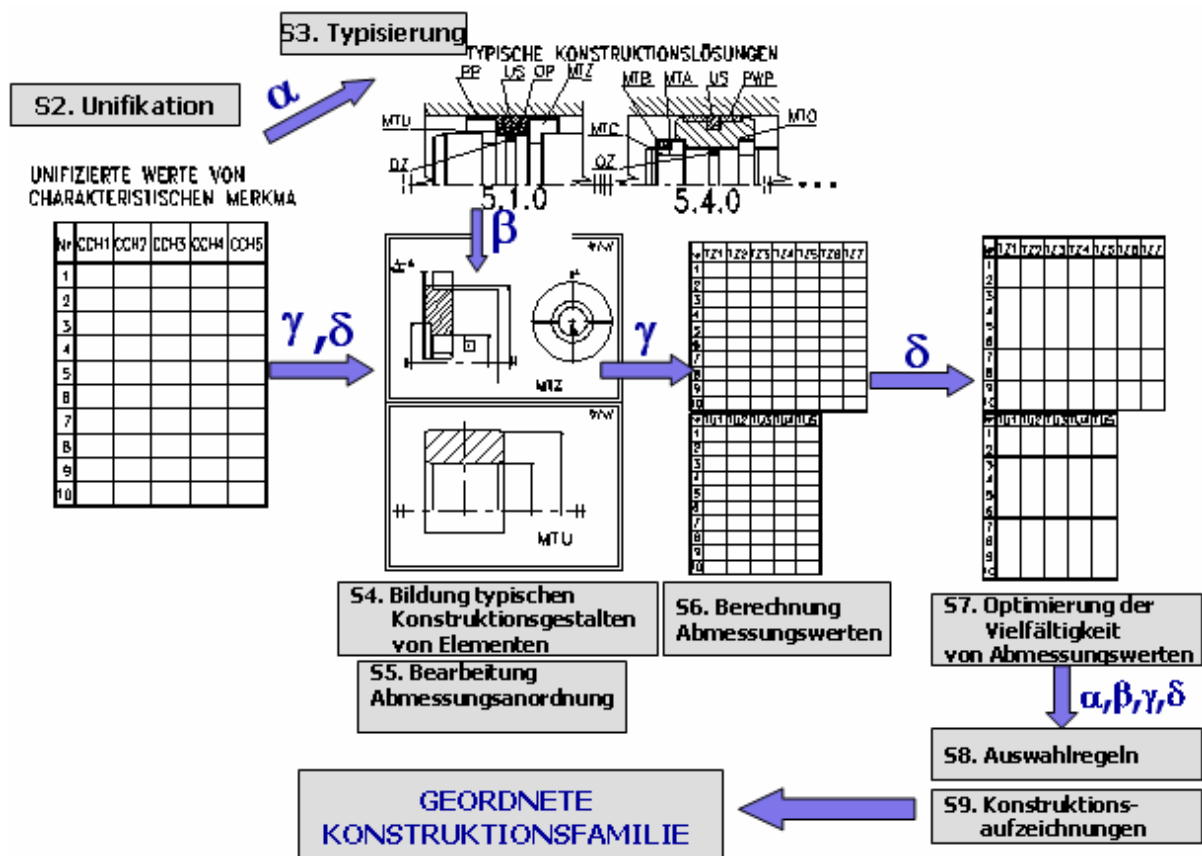


Bild 3: Hauptstadien des verallgemeinerten Prozess der Bildung geordneter RK_n

Ergebnis der Typisierung können typische Konstruktionslösungen sein, zwischen welchen keine Verbindung stattfindet, Bild 4a. Dadurch werden keine gesamten Konstruktionsgestalten erzeugt. Die nächste Möglichkeit ist, dass es nur ein paar solcher Konstruktionslösungen gibt, zwischen welchen es keine Verbindung gibt. Dann werden diese Lösungen gelöscht oder neue Verbindungen zwischen ihnen gebildet, Bild 4b. Das beste Ergebnis ist dann, wenn eine große Anzahl von Verbindungen zwischen Konstruktionslösungen erzeugt wird, was ermöglicht mit einer begrenzten Anzahl von typischen Konstruktionslösungen ein breites Spektrum von Konstruktionsgestalten zu bilden. Auf dem Bild 4c ergeben sich mit 8 typischen Konstruktionslösungen 14 Konstruktionsgestalten.

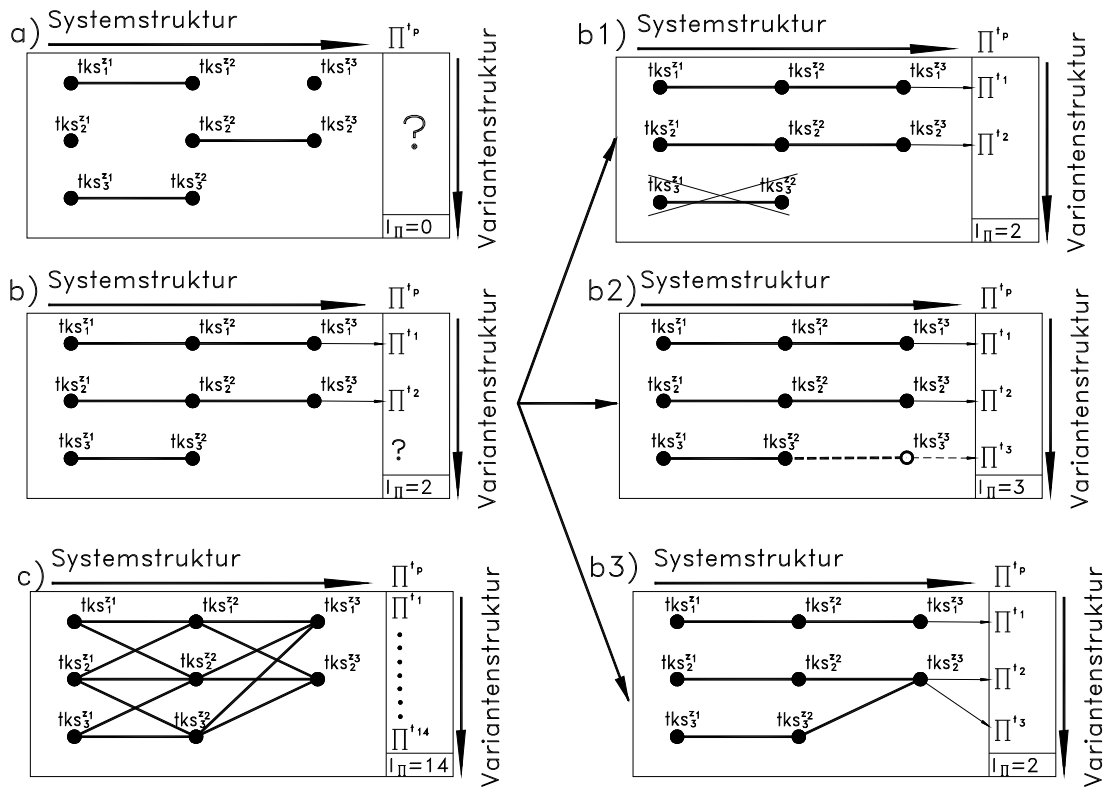


Bild 4: Ergebnisse der Typisierung

Dekomposition von typischen Konstruktionslösungen nach dem Prinzip der Verbindung und Teilung [2] werden Konstruktionen von Elementen bestimmt. Bei so entstehender Zuordnung β ist auch die Teilung wichtig in konstruierende und auswählende (Norm, Katalog) Elemente.

Die Ergebnisse der Ordnung von qualitativen Konstruktionsmerkmalen sind typische Konstruktionslösungen, denen typische Konstruktionsgestalten von Elementen und Abmessungsanordnungen entsprechen, [4,5]. Die Abmessungsanordnung umfasst konstante WC^{te_j} und variable Abmessungen WV^{te_j} ,

$$UW^{te_j} = WC^{te_j} \cup WV^{te_j}, \quad (1)$$

$$WC_l^{te_j} \xrightarrow{cch_{ic}^u(i=1,iz)=var} w_{il}^{e_j} = const, \quad (2)$$

$$WV_l^{te_j} \xrightarrow{cch_{ic}^u(i=1,iz)=var} w_{il}^{e_j} = var. \quad (3)$$

Variable Abmessungen da die, die sich ändern wenn Werte von Parameter sich ändern. Aus diesem Grund kann man in geordneten Konstruktionsfamilien kongruente Konstruktionselemente definieren als Konstruktionen mit konstanter Gestalt, die hauptsächlich durch variable Abmessungen bezeichnet sind,

$$ks_m^{te_j} = (\Pi_{rw}^{te_j} \cup WC^{te_j})_{const} \cup (WV^{te_j})_{var} \quad (4)$$

Die Relation zwischen unifizierten Werten von charakteristischen Merkmalen und variablen Abmessungswerten wird durch Zuordnung χ bezeichnet (Bild 3), als $\bar{X}_i^u \rightarrow \bar{Y}_m^{e_j}$ ($j = 1, jz$), wo \bar{X}_i^u unifizierte Werte von Parameter und $\bar{Y}_i^{e_j}$ variable Abmessungswerte sind. Hier werden hauptsächlich 3 Methoden angewendet:

- traditionelle,
- Konstruktionsähnlichkeit [2],
- Algorithmische mit Operatoren [3, 4].

Methoden der Berechnung mit Anwendung der Konstruktionsähnlichkeit basieren auf Ähnlichkeitsgesetzen zwischen Musterkonstruktion und gebildeten Konstruktionen. Eine Musterkonstruktion ist die Konstruktion, die schon praktisch geprüft war und Herstell- und Benutzungskriterien erfüllt. Es werden Parameterähnlichkeit $\varphi_{ia}^u = \frac{x_{ia}^u}{x_{0a}}$ und Abmessungsähnlichkeit

$\varphi_{il}^{e_j} = \frac{y_{il}^{e_j}}{y_{0l}^{e_j}}$ angeführt. Wenn für Musterparameter Werte von variablen Abmessungen bekannt sind, dann was für Werte von Abmessungen werden Elementen haben für unifizierte Werten von Parameter.

$$\begin{aligned} \bar{X}_0 \{x_{0a}; (a = 1, az)\} &\rightarrow \bar{Y}_0^{e_j} \{y_{0l}^{e_j}; (l = 1, lv_j)(j = l, jz)\} \\ \bar{X}_i \{x_{ia}^u; (a = 1, az)(i = 1, iz)\} &\rightarrow \bar{Y}_i^{e_j} \{y_{0l}^{e_j}; (l = 1, lv_j)(j = 1, jz)\} \end{aligned} \quad (5)$$

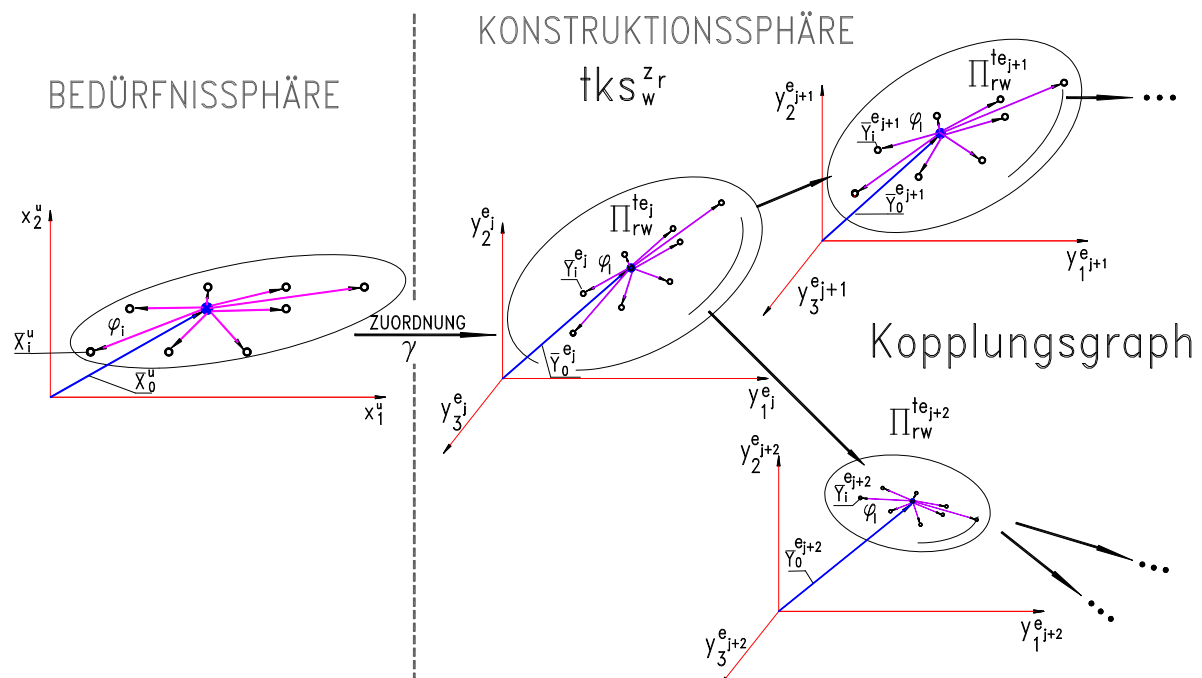


Bild 5: Konstruktionsähnlichkeit

Die Ähnlichkeitsgesetze für Konstruktionsfamilien werden nach identischen physikalischen, Festigkeits- und Verbindungszuständen gebildet. Aufgrund von Ähnlichkeitsgesetzen für uni-

fizierte Werte von Parametern werden Abmessungswerte nach einem Kopplungsgraph berechnet, Bild 5.

Die algorithmische Methode mit Operatoren basiert auf der Berechnung für unfizierte Werte von Parametern Abmessungswerte nach objektgerechte Art und Reihenfolge des Kopplungsgraphs (Bild 6),

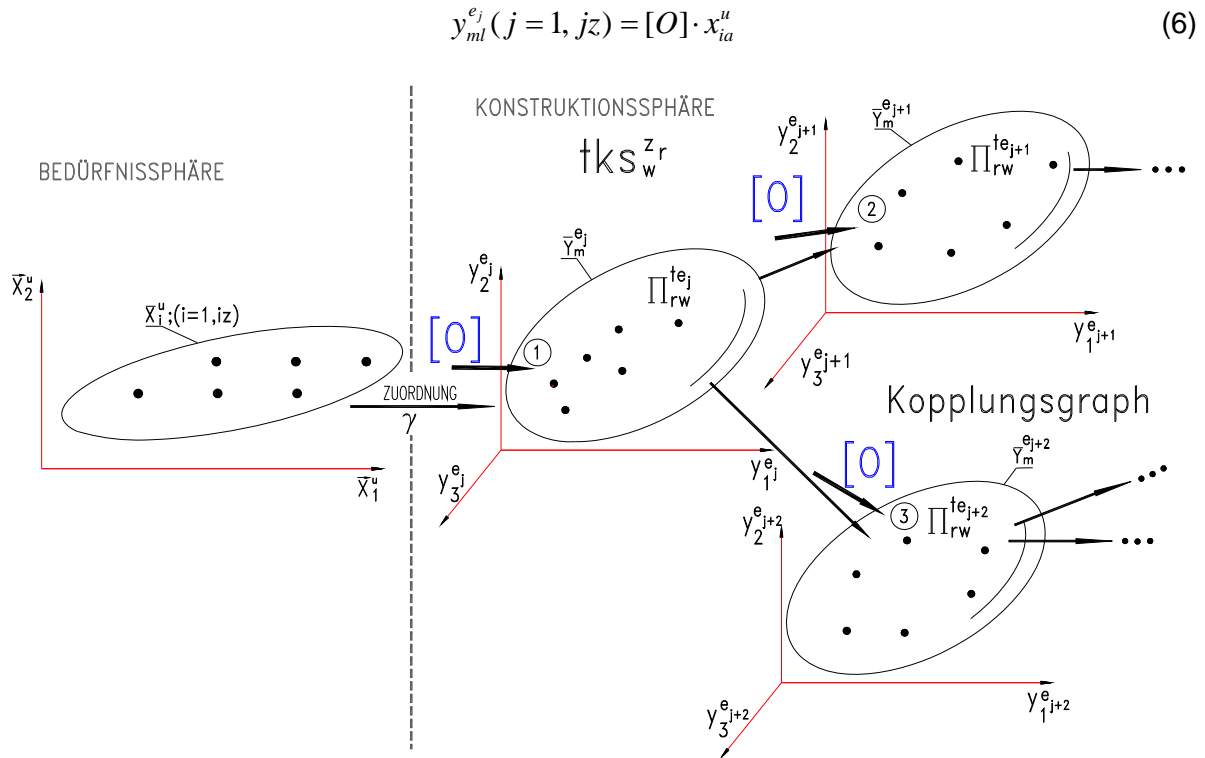


Bild 6: Abmessungswerteberechnung mit Operatoren

Zu Hauptoperatoren gehören: geometrische Operatoren, Festigkeitsoperatoren, Operatoren Katalogelementen, Herstellungsoperatoren, Ähnlichkeitsoperatoren, Operatoren gekoppelter Abmessungen [4]. Die Berechnung und Verifizierung der Abmessungswerte neigt besonders zu Algorithmisierung, ist aber nur auf eine bestimmte Konstruktionsfamilie orientiert.

Die Optimierung der Vielfältigkeit von Abmessungswerten ist jedoch eine universelle Frage, die verschiedene Konstruktionsfamilien betreffen kann und hat vor allem Einfluss auf die Anzahl von Konstruktionsmodulen in den geordneten Konstruktionsfamilien. In Hinsicht auf das Umwandlungsergebnis von Abmessungswerten können einer bestimmten typischen Konstruktionsgestalt des Elementes e_i zwei extreme Zustände zugeordnet werden, (Bild 7):

- S1. dem ganzen Wertebereich charakteristischer Merkmale entspricht ein Konstruktionsmodul,
- S2. jedem Vektor charakteristischer Merkmale entspricht ein Konstruktionsmodul.

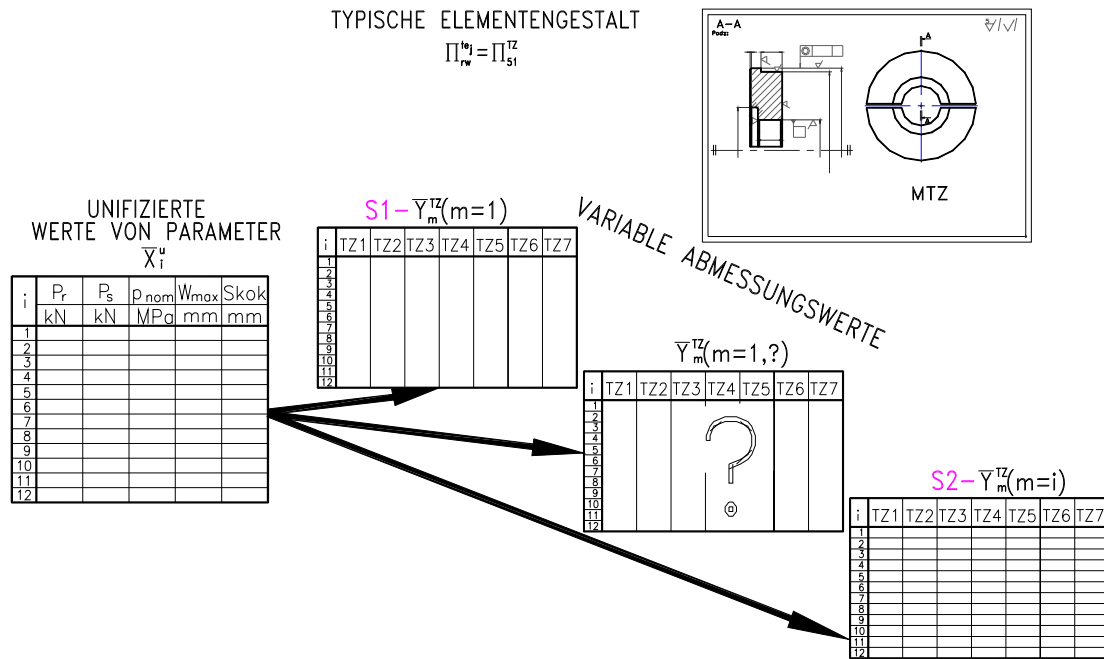


Bild 7: Illustration des Optimierungsproblems

Der S1 Zustand ist vor allem wegen der Serienherstellung, der Austauschbarkeit des Elementes vorteilhaft, dagegen ist der S2 Zustand wegen der Minimalisierung der Überdimensionierung der Konstruktion, also der Minimalisierung der Masse, maximaler Anstrengung des Materials günstig. Um das Problem der Optimierung der Vielfältigkeit von Abmessungswerten zu lösen, wurde eine neue Art automatische Klassifikation angewendet [3, 5]. Die Optimierung wird auf zwei Stufen durchgeführt:

1. Bildung der optimalen Partition - Klassifikation,
2. Wahl der Klassenvertreter.

Die hier angewandte Hauptmetrik ist euklidische Metrik d_{jk}^2 , als Maß der Differenziertheit unter den Konstruktionen (k_j) a (k_k) angenommen:

$$d_{jk}^2 = \sum_{u=1}^{u_z} (y_{ju} - y_{ku})^2 \tag{7}$$

Grundlage für die Bewertung der Partition $U=\{A_1, \dots, A_z\}$ ist das Maß der Klassentrennung $h(A_l)$ (Homogenität), die bestimmt wird nach der Abhängigkeit:

$$h(A_l) = \frac{1}{2n_{A_l}} \sum_{k \in A_l} \sum_{j \in A_l} d_{kj}^2 \tag{8}$$

ersetzt werden.

Das zweite Bewertungsmaß der Klassen ist das Trennungsmaß unter den Klassen A_l und A_n , (Heterogenität), das bestimmt wird mit der Abhängigkeit:

$$D_{A_l A_n} = \sum_{u=1}^{u_z} (\bar{y}_{uA_l} - \bar{y}_{uA_n})^2 = \frac{1}{n_l n_n} \sum_{k \in A_l} \sum_{j \in A_n} d_{kj}^2 \tag{9}$$

Ziel dieser Klassifikation ist es, eine optimale Partition $U^* = \{A_1^*, \dots, A_\alpha^*\}$ zu erhalten, (wo α die optimale Zahl der Klassen ist), die folgende Kriterien erfüllt:

K1 die Partition sollte sich durch möglichst wenig zerstreute Klassen charakterisieren,

$$H(U_\beta) = \sum_{l=1}^{\beta} h(A_l) \rightarrow \text{Min} \quad (10)$$

wo β - die vorausgesetzte Zahl der Klassen ist,

K2 die Partition sollte sich durch die höchste Trennung unter den Klassen charakterisieren,

$$D(U_\beta) = \sum_{l=1}^{\beta-1} \sum_{n>l}^{\beta} D_{A_l A_n} \rightarrow \text{Max}. \quad (11)$$

Unter den verschiedenen Klassifikationsmethoden wurde in dieser Arbeit zu erst die hierarchische und dann iterative Klassifikation angewendet. In der hierarchischen Klassifikation werden die einfangt Partitionen gebildet für iterative Klassifikation. Die iterative Klassifikation beruht auf einer iterativen Vervollkommnung der Partitionen für die vorausgesetzte Zahl von β Klassen, das heißt:

$$H(U_\beta^0) > H(U_\beta^1) > H(U_\beta^2) > \dots > H(U_\beta^z) = H(U_\beta^*) \quad (12)$$

Um die optimale Zahl der Klassen und dann global die optimale Partition U_β^{**} zu bestimmen, wurde die Zielfunktion:

$$G(U_\beta^*) = \frac{1}{\binom{\beta}{2}} D(U_\beta^*) - \frac{1}{\beta} H(U_\beta^*) \quad (13)$$

entwickelt.

Die Grundlage für die Bestimmung des globalen Optimums ist der maximale Wert der Zielfunktion:

$$G(U_\alpha^{**}) = \text{Max}(G(U_\beta^*)); \text{ für } \beta = (N1, N2) \quad (14)$$

Die Grundlage für die Wahl der Klassenvertreter sind die maximalen Werte charakteristischer Merkmale, die den Klassen entsprechen. Das Ergebnis der Optimierung ist Zuordnung δ , (Bild 3).

Die Auswahlregeln in Modulsystem werden auf Grund von Zuordnungen: α , β , χ und δ gebaut und die Konstruktionsmodule mit Parametrisierung aufgezeichnet, (Bild 3).

4 Literatur

- [1] Dietrych, J.; Rugenstein, J.: Einführung in die Konstruktionswissenschaft. Manuskript Nr 1054. Gliwice (Polen), 1982

- [2] Pahl, G.; Beitz, W.: Konstruktionslehre, Methoden und Anwendungen. Springer-Verlag, Berlin, 1997
- [3] Gendarz, P.: Methodologie der Bildung geordneter Sammlungen von Maschinenkonstruktionen. Dissertation B TH Gliwice (Polen), 2002
- [4] Gendarz, P.: Berechnung von Abmessungen für die Entwicklung von Baureihen. Konstruktion 50 (1998) H.10, S. 23-28, 1998
- [5] Gendarz, P.: Integration von Berechnungen im Modulbildungsprozeß. Beiträge zum 8. Symposium "Fertigungsgerechtes Konstruieren", S. 82-90, Schnaittach, 16.-17. Oktober, 1997

Dr.-Ing. habil. Piotr Gendarz, Prof. P.O.
Lehrstuhl für Automatisierung und Integrierte Fertigungssysteme
Schlesische Technische Universität
ul. Konarskiego 18a, 44-100 Gliwice, Polen
Tel: xx48-3237-1278
Fax: xx48-3237-1624
gendarz@polsl.gliwice.pl
URL: <http://www.polsl.pl>

