

Andrzej KASPRZAK, Kazimierz CEBULEWSKI, Jerzy STÓS

Institut für Spanabhebende Formung, Kraków, Polen

FORMALE BESCHREIBUNG TECHNOLOGISCHER MERKMALE VON SPANVORRICHTUNGEN FÜR IHRE AUTOMATISCHE AUSWAHL

Kurzfassung. Vorgestellt wird in diesem Beitrag eine Beschreibung solcher technologischer Merkmale von Spanvorrichtungen, welche für eine automatische Auswahl der Vorrichtungen wesentlich sind. Besondere Aufmerksamkeit wurde einer Beschreibung des Technologischen Schemas der Basierung (TSB) gewidmet. Es wurde eine formale Definition des TSB angegeben. Eine Klassifizierung der Basisflächen wurde vorgenommen und die Relation der Hauptbasis hinsichtlich der Werkzeugmaschine sowie die Relationen zwischen den Basen des Werkstückes formuliert. Ein Verfahren zur Kodierung der Basen, der Relationen und des TSB wurde vorgebracht. Es folgen einige Beispiele der Beschreibung von TSB.

1. Einführung

Der steigende Wettbewerb zwingt die Produzenten zum systematischen Nachsuchen nach Verfahren zur Kostensenkung und Abkürzung der Durchlaufzeiten. Eine Möglichkeit dazu gibt ein Abkürzen der technologischen Vorbereitungszeit, die unter anderen eine Auswahl oder einen Entwurf und Fertigung von Spanvorrichtungen umfasst, welche zur Ausführung der geplanten Arbeitsgänge auf NC-Werkzeugmaschinen untentbehrlich sind. Am schnellsten kann dieses Problem durch Zuwahl einer Spanvorrichtung aus den im Betrieb sich befindenden speziellen, universalen oder Gruppenvorrichtungen gelöst werden. Bei einer grossen Anzahl solcher Vorrichtungen im Betrieb ist eine Rechnerunterstützung dieses Prozesses zweckmässig. Es taucht dabei das Problem einer Beschreibung der Spanvorrichtungen auf, wie sie für Organisation einer Datenbank nötig ist. In der Literatur werden verschiedene Beschreibungsverfahren angegeben - von sehr komplizierten Beschreibungen der Struktur von Spanvorrichtungen [1] bis sehr vereinfachten. Ein Beispiel für einfache Beschreibung kann das Verfahren einer Zuordnung des Teilecodes oder Teilegruppencodes zu diesen Spanvorrichtungen sein, in welchen die Teile gespannt werden.

Es soll betont werden, dass sowohl sehr komplizierte wie auch übermässig vereinfachte Beschreibungen wenig nützlich sind. Die ersten wegen des grossen Arbeitsaufwandes zur

Beschreibung einer Vorrichtung (es können tausende von Vorrichtungen im Betrieb aufkommen) und die zweiten wegen ihrer ungenügenden Genauigkeit.

Hinsichtlich darauf wird von den Autoren eine Beschreibung vorgeschlagen, welche auf ausgewählten technologischen Merkmalen basiert und ein Kompromiss zwischen den komplizierten und vereinfachten Beschreibungen darstellt.

Zu den ausgewählten technologischen Merkmalen wurde angerechnet:

- 1) Schema einer Anordnung der Werkstückbasen,
- 2) konstruktions-technologische Werkstückcode,
- 3) Kode des Arbeitsganges, bei welchem die Spannvorrichtung ausgenützt wird,
- 4) Kode der Werkzeugmaschine, auf welcher die Spannvorrichtung eingesetzt werden kann.

Der Zusammenhang dieser erwähnten Merkmale mit der Vorrichtung ist offensichtlich, obwohl sie die Vorrichtung unmittelbar nicht charakterisieren. In weiteren Erwägungen werden sie daher als technologische Merkmale der Vorrichtung benannt. Unter den erwähnten Merkmalen ist am wichtigsten das Technologische Schema der Basierung des Werkstückes, weiter im kürzen als TSB bezeichnet. Weitere Überlegungen werden darum schon nur des TSB gewidmet. Die übrigen Merkmale sind eindeutig von selbst.

2. Beschreibung des TSB

Allgemein gesagt werden durch TSB des Werkstückes die technologischen Basen des Werkstückes, die Relationen zwischen diesen Basen und die Relationen der Lage der Hauptbasis hinsichtlich der Tischfläche der Werkzeugmaschine und der Spindelachse verstanden.

Förmlich wird TSB als eine Liste von folgender Gestalt definiert:

$$\overline{TSB}(j) = (\overline{HB}(j), \overline{A}(j), \overline{B}(j), \overline{HB1}(j), \overline{C}(j), \overline{HB2}(j), \overline{D}(j)) \quad (1)$$

wo bedeutet:

- \overline{TSB} - Technologisches Schema der Basierung,
- j - Spannindex,
- $\overline{HB}(j)$ - Kode der Hauptbasis,
- $\overline{A}(j)$ - Kode der Lage der Hauptbasis hinsichtlich der Tischfläche,
- $\overline{B}(j)$ - Kode der Lage der Hauptbasis hinsichtlich der Spindelachse,
- $\overline{HB1}(j)$ - Kode der ersten Hilfsbasis,
- $\overline{C}(j)$ - Kode der Lage der ersten Hilfsbasis hinsichtlich der Hauptbasis,
- $\overline{HB2}(j)$ - Kode der zweiten Hilfsbasis,
- $\overline{D}(j)$ - Kode der Lage der zweiten Hilfsbasis hinsichtlich der Hauptbasis.

Das TSB wie oben definiert wird, neben den Kodern anderer Merkmale, ein Bestandteil der Kode jeder Spannvorrichtung bilden, welche von der Datenbank erfasst wurde. Der Technologe, welcher

den gegebenen Arbeitsgang plant, formuliert $TSB(j)$ ($j = 1, \dots, n$) und das Rechnerprogramm wird (oder nicht) eine Spannvorrichtung auswählen, deren Kode der vorgegebenen $TSB(j)$ enthält.

In weiterer Folge werden zur Vereinfachung die Abkürzungen HB, HB1 und HB2 benutzt - anstatt der vollen Benennung Hauptbasis, erste Hilfsbasis (richtungsweisige), zweite Hilfsbasis (operierende).

Aus der Gestalt der Liste [1] folgt unmittelbar die Kodierungsnotwendigkeit des TSB. Zu diesem Zweck wurde eine Klassifizierung der Basen vorgenommen und die Relationen der HB hinsichtlich der Tischfläche sowie der Spindelachse und die Relationen der HB1 und HB2 hinsichtlich der HB definiert. Die Ergebnisse sind auf den Bildern 1, 2, 3 in Gestalt von Graphen oder genauer gesagt - Bäumen vorgestellt, dessen Blätter mit Kodeziffern bezeichnet sind. Diese Kodens dienen zur Beschreibung von TSB. Das Kodierungsverfahren ist sehr einfach und beruht auf einer Durchschau des Baumes von der Wurzel, über die Verzweigungen bis zu den Blättern.

Eine Durchschau des Baumes nach Bild 1 ermöglicht eine Kodierung von HB, HB1 und HB2. Ein ähnliches Vorgehen beim Durchschauen der Bäume nach Bild 2 und 3 führt zur Kodierung der erwähnten Lagerrelationen der Basen.

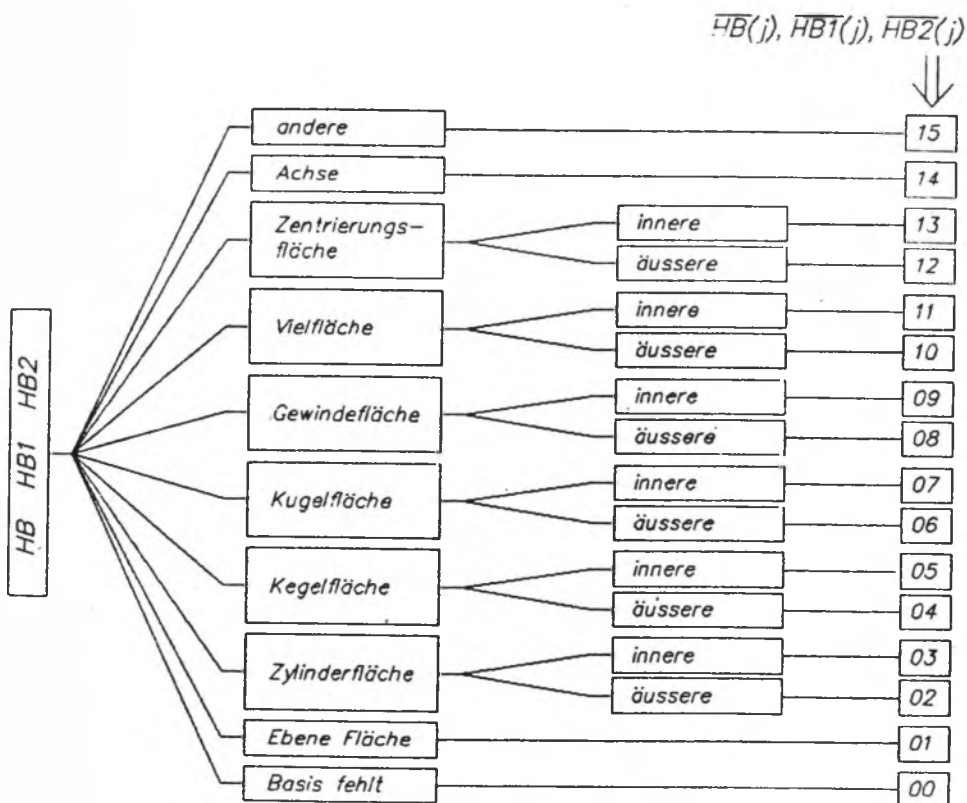


Bild 1. Klassen der Basisflächen

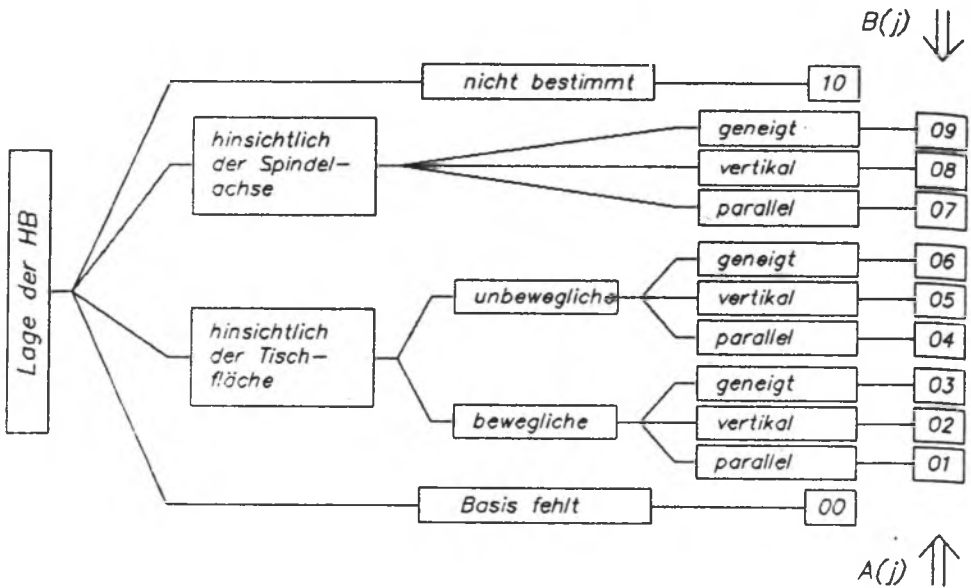


Bild 2. Relationen der Lage von *HB* hinsichtlich der Tischfläche und der Spindelachse

Einer genaueren Bestimmung erfordern die Begriffe "in der HB-Zone", "ausser HB", "am Rande der HB" (Bild 3). Es wird hier der Begriff der konvexen Überdeckung von HB ausgenutzt, welche als eine Punktmenge im kartesischen, dreidimensionalen Raum R^3 verstanden wird. Die konvexe Überdeckung der HB wurde mit dem Symbol HB' bezeichnet und die konkave durch $\text{int}(HB')$. Es soll betont werden, dass der Begriff der konvexen Überdeckung leicht intuitiv vorstellbar ist für solche Basen wie auf Bild 1 dargestellt wurde. Das hat einen wesentlichen Einfluss auf den Komfort der Kodierung des TSB.

Definition 1

- 1) Wenn $\text{int}(HB') \cap HB1 \neq \emptyset$ oder $\text{int}(HB') \cap HB2 \neq \emptyset$ dann gilt, dass HB1 oder HB2 in der HB-Zone liegen.
- 2) Wenn $\text{int}(HB') \cap HB1 = \emptyset$ oder $\text{int}(HB') \cap HB2 = \emptyset$ dann gilt, dass HB1 oder HB2 ausser der HB liegen.
- 3) Wenn 1) und 2) nicht auftreten dann gilt, dass HB1 oder HB2 am Rande der HB liegen.

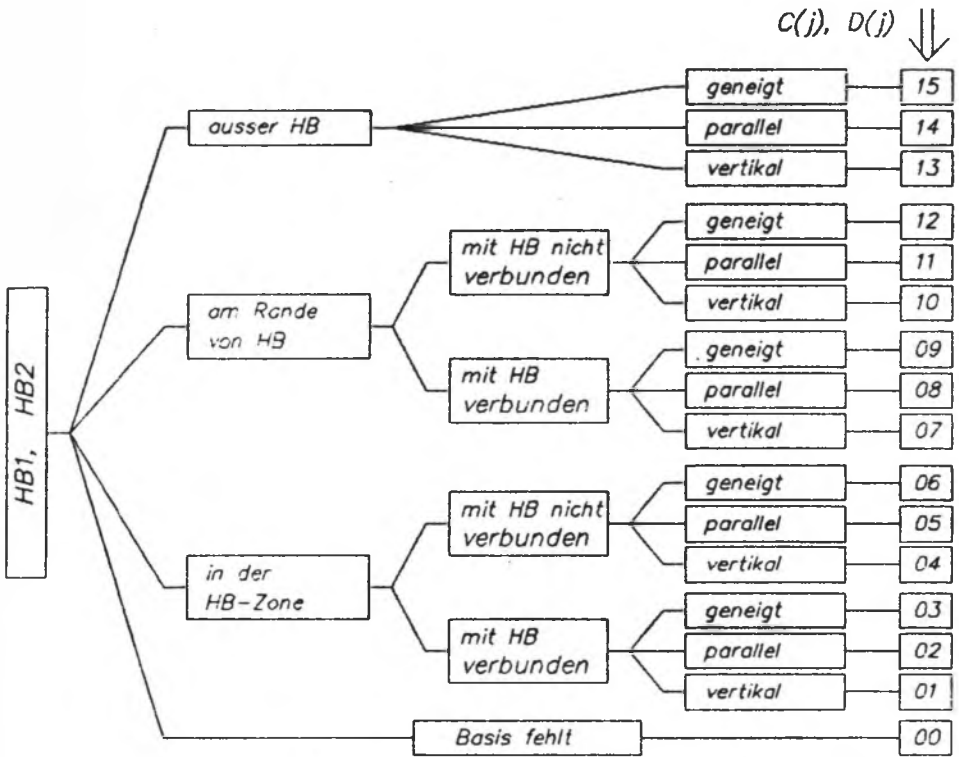


Bild 3. Relationen der Lage von HB1 oder HB2 hinsichtlich der HB

3. Beispiele einer Beschreibung des TSB

Beispiel 1

Werkstück wie auf Bild 4 (HB - die Fläche 1, HB1 - die Fläche 2, HB2 - die innere Zylinderfläche 3). Arbeitsgang: Ausbohren und Planen. Werkzeugmaschine: Bohr- und Fräsmaschine, vertikal. Die HB ist unbeweglich, parallel zur Tischfläche und vertikal zur Spindelachse. Die HB1 liegt ausser der HB, vertikal zur HB. Die HB2 liegt in der HB-Zone, ist mit der HB verbunden und die Achse der HB2 ist senkrecht zur HB. Bei Berücksichtigung des Obriegen und der Bilder 1, 2, 3 - wird kodiert:

$$TSB(1) = (01, 04, 08, 01, 13, 03, 01)$$

(2)

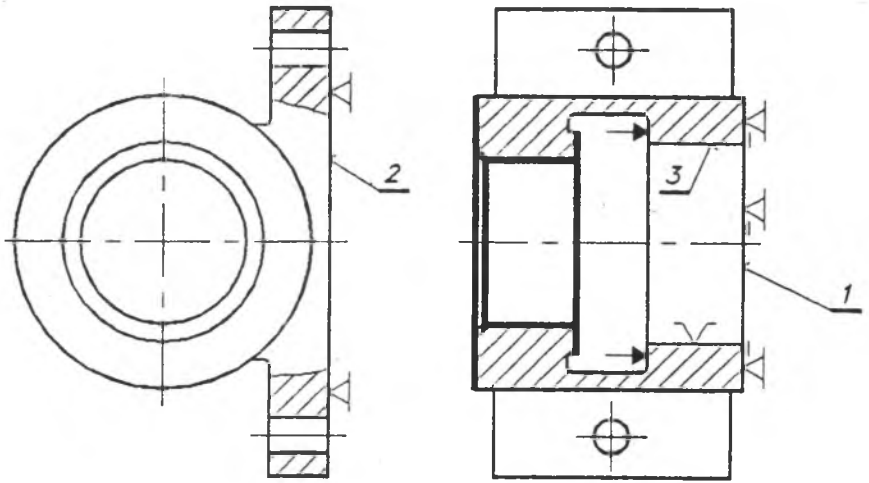


Bild 4. Beispiel zum Arbeitsgang Planen und Ausbohren

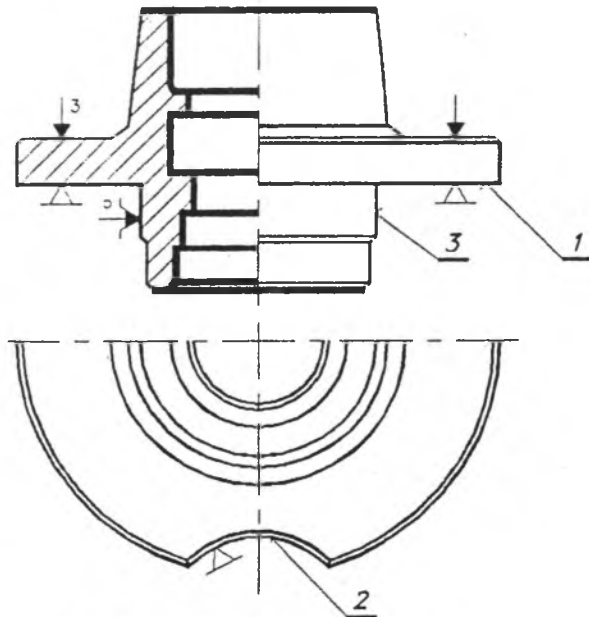


Bild 5. Beispiel zum Arbeitsgang Ausbohren

Beispiel 2

Werkstück wie auf Bild 5 (HB - die Fläche 1, HB1 - die äussere Zylinderfläche 3, HB2 - ein

Ausschnitt der Zylinderfläche 2). Arbeitsgang: Ausbohren auf einer Bohr- und Fräsmaschine. Die HB ist unbeweglich vertikal zur Tischfläche und parallel zur Spindelachse. Die HB1 liegt in der HB-Zone und ist mit der HB verbunden. Die Achse der HB1 ist vertikal zur HB. Die HB2 liegt auch in der HB-Zone, ist mit HB verbunden und liegt senkrecht zu HB. Bei Berücksichtigung des Obriegen und der Bilder 1, 2, 3 - wird kodiert:

$$TSB(1) = (01, 02, 07, 02, 01, 15, 01) \quad (3)$$

4. Folgerungen und Bemerkungen

Die vorgestellte Beschreibung von technologischen Merkmalen wurde für eine Datenbank über Spannvorrichtungen ausgearbeitet. Die technologischen Merkmale und insbesondere das TSB sind wichtige Attribute, welche die Eisensatzmöglichkeiten der Spannvorrichtungen charakterisieren. Bei der Arbeitsgangplanung wird vom Technologe die Einstellung, die Positionen und die Basen des Werkstückes sowie der Werkzeugmaschinentyp festgelegt. Der Technologe kann also mit Hilfe der Graphen im Bild 1, 2, 3 leicht die TSB kodieren.

Der Arbeitsgang, der Werkzeugmaschinentyp und der TSB-Kode bilden die Eingangsdaten zu einem Programm für die Auswahl von Spannvorrichtungen, welche die genannten Merkmale aufweisen. Wenn das Programm in der Datenbank eine Spannvorrichtungen mit den vorgegebenen Merkmalen aufsucht, dann kann angenommen werden, dass diese für die Erfüllung des geplanten Arbeitsganges tauglich sein wird. Die entgültige Verifikation unternimmt der Technologe. Es ist selbstverständlich, dass nach einer Berücksichtigung der Baumerkmale der Spannvorrichtungen, die Datenbank effektiver ausgenützt sein könnte, besonders wenn in der Datenbank die Aufzeichnungen der Spannvorrichtungen aufbewahrt werden.

Literatur

- [1] Nee, A.Y.C., Senthil Kumar, A., Prombanpong, S., Puah, K.Y.: A Feature-Based Classification Scheme for Fixtures, *Annals of the CIRP*, Vol. 1, No. 1, 1992, pp. 189-192.
- [2] Rong, Y.K., Zhu, J., Li, S.: Fixturing Feature Analysis for Computer-Aided Fixture Design, *Manufact. Sc. and Eng. ASME, PED*, Vol. 64, 1993, pp. 267-271.
- [3] Trappey, A.J.C., Su, Ch.S., Huang, S.H.: Methodology for Location and Orientation of Modular Fixtures, *Manufact. Sc. and Eng. ASME, PED*, Vol. 64, 1993, pp. 333-342.
- [4] Samek, A., Kwatara, M., Gawlik, E., Ząber, Z.: Procedury doboru i projektowania oprzyrządowania narzędziowego, *Spraw. CPBP*, 04-04-04, 1989, etap III.

Gutachter: Jan Kosmol