

**Nachdruck der Seminarvorträge (aktualisiert):**

**1. Vorgehensweise zur Datenermittlung für die  
Vorkalkulation von Spritzgießwerkzeugen**

**2. EDV-gestützte Systeme zur Vorkalkulation von  
Spritzgießwerkzeugen**

vorgetragen auf dem Seminar  
**"Sichere Kalkulationsmethoden für  
Kunststoff-Spritzgießwerkzeuge",  
Deutsches Industrie-Forum, Hannover, Oktober 1997**

(aktualisiert im Februar 1998)

## Vorgehensweise zur Datenermittlung für die Vorkalkulation von Spritzgießwerkzeugen Dipl.-Ing. Reinhold Berlin

### Inhalt

<b>Einleitung</b> .....	<b>2</b>
<b>1.0 Kalkulation nach Kostenstellen: Aufbau einer Struktur</b> .....	<b>4</b>
1.1 Definition von Werkzeugtypen .....	4
1.2 Mappendefinition .....	5
1.3 Definition von Arbeitsschritten / Kostenstelle .....	5
1.4 Definition von Kostenstellen .....	5
1.5 Materiallisten- und kosten .....	6
1.6 Bankfertigung .....	6
1.7 Musterung, Formteilmontage und Transport .....	6
1.8 Zusatzkosten für Durchlaufzeitverkürzung .....	7
1.9 Schritte der Arbeitsvorbereitung und Konstruktion .....	7
Zusammenfassung .....	7
<b>2.0 Ermittlung von Fertigungszeiten für eine empirische Datenbasis</b> .....	<b>8</b>
<b>3. Ähnlichkeitsbetrachtungen von Formteilgeometrien bzw. Konturen als Grundlage zur Kalkulation von Spritzgießwerkzeugen</b> .....	<b>10</b>
3.1. Einleitung in die Kalkulation auf Basis von Ähnlichkeitsbetrachtungen .....	10
3.2 Begriff der Ähnlichkeit .....	11
3.3 Beschreibungssystem .....	12
3.4 Ablauf der Kalkulation .....	15
3.5 Anwendungsbeispiel .....	18
3.6 Schlußbetrachtung .....	19
Literatur .....	21

## Einleitung

Im folgenden Beitrag sollen drei Ansätze zur Vorkalkulation von Spritzgießwerkzeugen vorgestellt werden. Hierbei stehen überwiegend die z.T. notwendigen firmenspezifischen Anpassungen, d.h. die Konfiguration der Module im Vordergrund der Betrachtung.

Einer dieser Ansätze erlaubt auch, da er kostenstellenbezogen ist, eine direkt zuzuordnende Nachkalkulation.

Alle Ansätze haben Vor- und Nachteile im praktischen Einsatz. So können bspw. direkt nach der Installation erste Kalkulationen mit einem auf empirisch ermittelten Zusammenhängen basierenden Verfahren durchgeführt werden. Andererseits ist mit diesem Verfahren aber nur eine unzureichende Nachkalkulation möglich. Es kann nur bei öfter vorkommenden Abweichungen versucht werden, die Datenbasis der empirisch hinterlegten Zusammenhänge partiell zu erneuern.

Ansätze, die kostenstellenbezogen sind, müssen hingegen zunächst bzgl. der Struktur und dem gewünschten Detaillierungsgrad firmenspezifisch angepaßt werden. Danach sind sie nur dann erfolgreich einsatzfähig, wenn eine ausreichende Datenbasis von Ist- bzw. Nachkalkulationen hinterlegt ist.

Ein dritter Ansatz, der versucht Werkzeugkosten aufgrund von Ähnlichkeiten zu beschreiben, benötigt ebenfalls eine ausreichende Anzahl von hinterlegten Nachkalkulationen. Hierbei ist es notwendig, die firmen- und produktspezifischen, kostenrelevanten Einflußfaktoren in Beschreibungssystemen zusammenzufassen und eine entsprechend strukturierte Datenbasis zu hinterlegen.

Betrachtet man eine große Zahl von Formenbaubetrieben, so ist für den erfolgreichen Einsatz der letzten beiden Ansätze zunächst einmal notwendig, eine ausreichende Anzahl von Kostenstellen zu definieren und diese auch diszipliniert zu gebrauchen. Öfter findet man Verwischungen vor, wenn bspw. Kosten eines fremden Vorgangs aus Bequemlichkeit einer anderen Kostenstelle zugordnet werden oder wenn Zeiten verschoben werden um das betreffende Werkzeug nicht zu hoch zu belasten.

Die insgesamt selten vorzufindene Transparenz, d.h. eine ausreichende Anzahl von Werkzeugen aus verschiedenen Produktgruppen und Größenordnungen, bei denen die Zeiten für die einzelnen Funktionsgruppen ausreichend genau erfaßt wurden führte bei unseren Entwicklungen der vergangenen drei Jahre dazu, daß die Module zur Werkzeugkalkulation sehr viel langsamer entwickelt werden konnten als bspw. das Modul zur Formteilkalkulation.

Jeder Formenbaubetrieb erwartet vom Markt ein einfach und besonders schnell zu bedienendes Programm, ist aber selbst in Verbundprojekten /13/ nicht in der Lage diese notwendigen Daten zu liefern. Einige Firmen, die bereit waren, Daten zu liefern,

konnten bspw. nur Formteile und die dazugehörigen Einkaufspreise liefern. Der eigene Werkzeugbau konnte keine Daten liefern. Andere Firmen konnten Stunden der einzelnen eingesetzten Bearbeitungsverfahren wie Erodieren, Schleifen .. bereitstellen. Diese Daten konnten jedoch nicht auf die einzelnen Funktionsbereiche wie Kontur, Gestell, Temperierung .. aufgeteilt werden.

Damit konnten die zur Verfügung gestellten Daten zunächst nur der Erarbeitung eines Ansatzes zur Kostenkalkulation aufgrund von Ähnlichkeiten dienen.

Das Modul, das Vorkalkulationen aufgrund von empirisch hinterlegten Daten durchführt, ist dringend auf ausreichende Istdaten angewiesen, um bspw. Komponenten zu vereinfachen oder neue Zusammenhänge, wie das Hochgeschwindigkeitsfräsen berücksichtigen zu können.

Das Modul zur reinen kostenstellenbezogenen Kalkulation sollte hingegen in einer Struktur ausgeliefert werden, die die Einstellung eines beliebigen Detaillierungsgrades erlaubt. Hierbei sind eigentlich keine Istdaten zur Entwicklung notwendig.

Geplant ist seitens der ISK ab Mitte Dezember mit einer Firma, die seit Jahren aufgrund empirischer Zusammenhänge kalkuliert, das erste Modul bis etwa zum Ende des ersten Quartals 98 fertigzustellen.

Das 2. Modul zur Kostenstellenkalkulation ist weitgehend fertiggestellt und sollte ebenfalls im 1. Quartal mit interessierten Firmen getestet und bzgl. möglicher weiterer Wünsche angepaßt werden. Hierzu wird Anfang November eine Projektskizze an interessierte Firmen versandt.

Das Modul zur Kalkulation aufgrund von Ähnlichkeiten wird erst später weiterentwickelt. Elemente hieraus können jedoch sinnvoll schon das 2. Modul zur Kostenstellenkalkulation ergänzen.

## 1.0 Kalkulation nach Kostenstellen: Aufbau einer Struktur

Als erstes der drei in der Einleitung erwähnten Module soll die Vorkalkulation nach Kostenstellen vorgestellt werden. Hierbei handelt es sich um eine klare Gliederung und eine Struktur, die ebenso in der betrieblichen Unterteilung vorzufinden ist.

### 1.1 Definition von Werkzeugtypen

Die verschiedenen Werkzeuge werden zunächst in Gruppen zusammengefaßt:

- Spritzgießwerkzeuge
  - SGW-1P: Prototypenwerkzeug, 1 Platte
  - SGW-2P: Prototypenwerkzeug, 2 Platten
  - SGW-3S: Standardwerkzeug
  - SGW-4S: Werkzeug mit Nebentrennfläche Düsenseite
  - SGW-5S: Werkzeug mit Nebentrennfläche Schließseite
  - SGW-6S: Werkzeug mit Nebentrennfläche DS + SS
- Etagen-Spritzgießwerkzeuge
  - E-SGW-1S: Etagenwerkzeug, Standardausführung
  - E-SGW-2S: Etagenwerkzeug, Sonderausführung
- Presswerkzeuge, GMT
  - PW-GMT-1P: Preßwerkzeug, Prototypenwerkzeug, 1 Platte
  - PW-GMT-2P: Preßwerkzeug, Prototypenwerkzeug, 2 Platten
  - PW-GMT-3S: Preßwerkzeug, Standardwerkzeug
  - PW-GMT-4S: Preßwerkzeug, beidseitiges Auswerfersystem
- Presswerkzeuge, SMC
  - PW-SMC-1P: Preßwerkzeug, Prototypenwerkzeug, 1 Platte
  - PW-SMC-2P: Preßwerkzeug, Prototypenwerkzeug, 2 Platten
  - PW-SMC-3S: Preßwerkzeug, Standardwerkzeug
  - PW-SMC-4S: Preßwerkzeug, beidseitiges Auswerfersystem
- Druckgießwerkzeuge
  - DGW-1S: Druckgießwerkzeug, Standardwerkzeug

Dies ist eine beispielhafte Einteilung, die beliebig verändert werden kann. Die Daten werden strukturiert in eine Datenbanktabelle integriert.

Werkzeugtyp	Gruppe	Pictogramm	M1	M2	M3	M4	M5
Prototypwerkzeug (in Stammform)	1	sgw_1p	0	0	0	0	0
Prototypwerkzeug	1	sgw_2p	1	1	1	1	1
Standardwerkzeug	1	sgw_3s	1	1	1	1	1
Werkzeug mit Nebentrennflächen DS	1	sgw_4s	1	1	1	1	1
Werkzeug mit Nebentrennfläche FS	1	sgw_5s	1	1	1	1	1

Bild 1.1 Definition der Werkzeugtypen in MS-ACCESS 2.0

### 1.2 Mappendefinition

Je nach Komplexität eines Werkzeuges sind die notwendigen Arbeitsschritte/Kostenstelle und die benötigten Materialien in verschiedenen Mappen untergebracht. Die unterschiedlichen Mappen (z.Zt. 26, davon 8 verschiedene) werden in einer weiteren Tabelle bzgl. Bezeichnung und einigen optionalen Kennzahlen definiert.

Jedes definierte Werkzeug erhält in 26 'Ja/Nein'-Feldern die Kennzeichnung, ob der jeweilige Mappentyp Bestandteil des Werkzeuges ist (Bild 1.1 M1-M26). Die einzelnen

Nr	Mappenbezeichnung	KZ1	KZ2	KZ3
20	Zwischenplatte Fahr	20	0	0
21	KtF - Kleinteilefertigung	21	7	0
22	BF - Bankfertigung	22	0	0
23	KT - Kaufteile	23	0	0
24	M/F/T - Musterung / Formteillfertigung / Transport	24	0	0
25	Mehraufwand Durchlaufzeitverkürzung	25	0	0
26	K/AV - Konstruktion/AV	26	0	0

Bild 1.2 Definition der einzelnen Mappentypen in MS-ACCESS 2.0

Mappen haben Kennzeichenfelder, um Arbeitsschritte und Funktionselemente, die in weiteren Tabellen (z.B. Bild 1.3) definiert sind, zuzuordnen. Dadurch findet bei späterem Aufruf der Tabelle im Hauptprogramm eine automatische Selektion statt, so daß bspw. aus 900 vordefinierten Tätigkeiten nur 30 für die aktuelle Mappe auswählbar sind.

### 1.3 Definition von Arbeitsschritten / Kostenstelle

#### 1.4 Definition von Kostenstellen

KZ	Funktionselemente	Bemerkung	AGR
50	Aufnahme für Zentrierscheibe	Fräsen, Spindeln	48/01
7	Spannschlitz	Fräsen	48/01
1	Spannut	Fräsen	48/01
71	Test3		

Bild 1.3 Definition der einzelnen Funktionselemente in MS-ACCESS 2.0

In einer weiteren Grunddatentabelle sind alle vorhandenen Kostenstellen (hier als AGR=Arbeitsgruppen bezeichnet), enthalten. Auch hier ist ein Kennzeichenfeld integriert, das die Zuordnung der einzelnen, kostenbezogenen Summen in der Ergebniszusammenstellung ermöglicht.

Ebenso sind bestimmte fiktive Kostenstellen definiert, um optional die diversen Fremdleistungen auch einzeln mit den jeweiligen Bezeichnungen in der Ergebniszusammenstellung listen zu können.

AGR	Arbeitsgruppe	Vollkosten	KZ
33/01	Elektroabteilung	DM 65,00	1
41/01	Urmmodellbau	DM 80,00	1
41/02	Fertigungshilfsmittelbau	DM 80,00	1
41/03	Schablonenbau	DM 82,00	1
45/02	Drahterodieren	DM 85,00	1
45/03	Senkerodieren	DM 100,00	1
46/01	Fräsen	DM 85,00	1
48/01	Lehrenbohrwerk	DM 100,00	1
51/01	Meßzentrum FAG	DM 150,00	1
70/01	Bankfertigung	DM 85,00	1
91/89	Konstruktion, manuell	DM 90,00	2
92/89	CAD-Konstruktion	DM 150,00	2
93/99	CAD-Elektrokonstr.	DM 110,00	2
F100	NC-Fräsen inkl. Programm	DM 0,00	4
F101	Senk-Erodieren	DM 0,00	4
F102	Draht-Erodieren	DM 0,00	4
F103	Durchhärten / Anlassen	DM 0,00	4
F104	Flammhärten	DM 0,00	4

Bild 1.4 Definition der einzelnen Kostenstellen

wz\_seminar\_1.p65

### 1.5 Materiallisten- und kosten

Hierfür stehen z.Zt. drei Tabellen zur Verfügung. Die erste enthält die einzelnen Werkstoffe und die Kosten in DM/kg.

Materialbezeichnung	M DM/kg
1.1730	DM 4,60
1.2312	DM 4,80
1.2343	DM 5,00
1.2738	DM 5,20
1.2764	DM 5,40
1.2767	DM 5,60

Bild 1.5 Werkstofftabellen

Normalien, Zukaufteile und Kleinteile enthält u.a. die nachfolgende Tabelle:

Benennung	DIN	Sach Nr / Abmessung	Lieferant	Stueckkosten	Schlüssel
Auswerferstift		16x200	Hasco	34,10 DM	
Auswerferstift		25x200	Hasco	78,50 DM	
Auswerferstift		25x400	Hasco	134,00 DM	
Auswerferstift		16x400	Hasco	56,00 DM	
Auswerferstift		25x630	Hasco	211,00 DM	
Hydraulikschlauch	DIN 7979			0,00 DM	
Innensechskantschraube	DIN 912	M10x50	F&S	0,40 DM	12141
Innensechskantschraube	DIN 912	M10x100	F&S	0,90 DM	
Innensechskantschraube	DIN 912	M10x200	F&S	7,00 DM	
Innensechskantschraube	DIN 912	M10x300	F&S	20,00 DM	
Innensechskantschraube	DIN 912	M24x50	F&S	4,00 DM	
Innensechskantschraube	DIN 912	M24x100	F&S	6,50 DM	

Bild 1.6 Tabellen für Kaufteile und Kleinteile

### 1.6 Bankfertigung

Arbeitsumfang	AGR
Elektrodenanfertigung	70/01
Gesenkoberfläche herstellen	70/01
Stempeloberfläche herstellen	70/01
Rippen polieren	70/01
Dichtflächen tuschieren und Wanddicken prü	70/01
Einsätze einpassen	70/01
Schrägschieber einpassen und montieren	70/01
Auswerfer montieren und abstimmen	70/01
Säulenführung montieren	70/01

Bild 1.7 Definition der Arbeitsschritte bei der Bankfertigung

### 1.7 Musterung, Formteilmontage und Transport

Hierfür wird es zukünftig auch separate Definitions-Tabellen geben, die bspw. nachfolgende Strukturierung haben können:

#### Musterung

- Bezeichnung
- Kostenstelle
- SK [DM/h]

#### Fertigung

- Bezeichnung
- Kostenstelle
- SK [DM/h]

#### Transport

Keine Definition, Eingabe direkt in der aktuellen Kalkulation !

## 1.8 Zusatzkosten für Durchlaufzeitverkürzung:

Eine weitere zukünftige Tabelle (z.Zt. fest vorgegeben) ermöglicht die Vordefinition der Zusatzkosten bei eiligen Aufträgen. Dies können bspw. sein:

Konstruktion:

- Einschichtige Arbeitsweise 9 Std.
- Zweischichtige Arbeitsweise a 7 Std.
- Samstagsarbeit 6 Std.
- Samstagsarbeit 10 Std.

Fertigung:

- Zweischichtige Arbeitsweise a 10 Std. (3+3)
- Dreischichtige Arbeitsweise (4 Tage/Woche)
- Samstagsarbeit 6 Std.
- Samstagsarbeit 10 Std.
- Sonntagsarbeit (Sondergenehmigung)
- Feiertagsarbeit (in Tagen, Sondergenehmigung)

## 1.9 Schritte der Arbeitsvorbereitung und Konstruktion

Dies können bspw. sein:

Tätigkeit	KST
<b>Konstruktionsentwurf</b>	
• Vorlage Konstruktionsentwurf beim Kunden	591/89
• Reisekosten	591/89
• Spesen	591/89
• Übernachtung	591/89
<b>Werkzeuberechnung</b>	
• Thermisch	592/89
• Rheologisch	592/89
• Mechanisch	592/89
<b>Konstruktion</b>	
• 2D-Zusammenbauzeichnung	592/89
• 3D-Teilgeometrie	592/89
• 3D-Werkzeuggeometrie	592/89
• 3D-Elektroden-Zeichnung	592/89
• 2D-Einzelteilzeichnung	592/89
<b>Elektrik-Plan</b>	
• Hydraulik-Plan	593/99
• Temperier-Plan	593/99
• Funktions-Ablauf-Plan	593/99
• Stücklistenstellung	592/89

Arbeitsvorbereitung ..

### Zusammenfassung

Wie aus den vorangegangenen Seiten deutlich wird, läßt sich das Programm nahezu beliebig an die gewünschte oder vorhandene betriebliche Struktur anpassen. Hierbei kann individuell festgelegt werden, wie detailliert der Aufwand erfolgen soll. Einige Tabellen werden einmalig mit Daten gefüllt, während es andere gibt, die ggf. täglich aktualisiert werden müssen (Materialkosten). Hierfür müssen Schnittstellen zum zentralen Materialeinkauf zur Verfügung stehen, die eine automatische Aktualisierung der Tabelleninhalte ermöglichen.

## 2.0 Ermittlung von Fertigungszeiten für eine empirische Datenbasis

Wie in der Einleitung erwähnt, handelt es sich bei einem Kalkulationsprogramm, das auf Basis von empirisch hinterlegten Zusammenhängen kalkuliert, um das einzige Programm, das sofort einsatzfähig ist und eine Kalkulation ermöglicht.

Hierbei werden überwiegend Angaben zur Beschreibung der einzelnen Funktionselemente (Kavität, Gestell, Temperierung ..) vom Programm erwartet. Diese werden in hinterlegten Tabellen und Funktionen ausgewertet und als Ergebnis erscheinen überwiegend Fertigungszeiten und vereinzelt direkte Kosten. Die Fertigungszeiten werden mit einem gemittelten Maschinenstundensatz verknüpft, so daß die Zwischensummen der einzelnen Funktionselemente daraus resultieren. Mit weiteren Zusatzkosten wie Konstruktion, AV sowie Zuschlägen für u.a. Risiko ergeben sich die Selbstkosten.

Die hinterlegte Wissensbasis entstammt u.a. aus /1, 8/, d.h. aus diversen, z.T. älteren Untersuchungen und älteren REFA-Tabellen. Notwendige Änderungen können einerseits durch neue Verfahren (u.a. Hochgeschwindigkeitsfräsen), andere firmenspezifische Bewertungen (CNC-Maschine mit paralleler Programmierung oder nur bei Stillstand) oder geänderten Materialkosten (Faktoren oder direkte Kosten) resultieren.

Aus diesem Grund ist die Wissensbasis in zwei getrennten Verzeichnissen auf der Festplatte untergebracht, die die gleichen Dateien (vom Namen und von der Struktur) enthält. Dies sind reine ASCII-Dateien, die direkt editiert werden können. Das folgende Beispiel soll dies verdeutlichen:

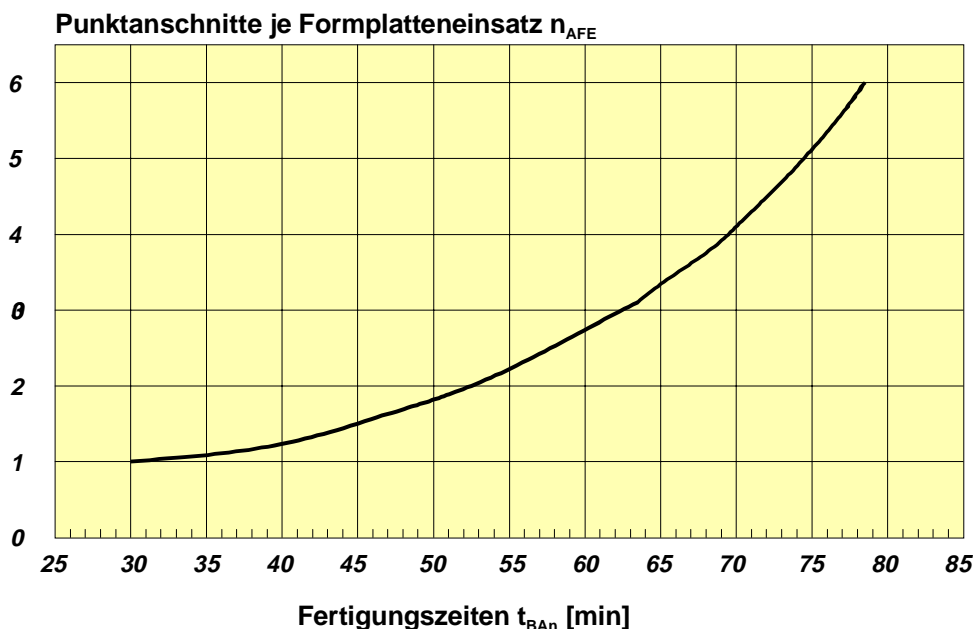


Bild 2.1 Fertigungszeit in Minuten / Anzahl der Punktanschnitte / Formplatteneinsatz /8/

Sind die eigenen Verhältnisse hiervon unterschiedlich, so kann man die vorliegenden Zeiten in einer Tabelle ändern:

Tabelle: Fertigungszeiten-Stangenanguß		
MaxKurven		1
MaxPunkte, Kurve 1		7
KurvWert, Kurve 1		1
Wert, Nr.:	Wert, X	Wert, Y
	1	30
	2	53
	3	63
	4	69
	5	74





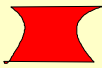
*Tabelle 2.1 Kodierung der Bearbeitungszeiten in Abhängigkeit der Anzahl von Punktanschnitten/ Formplatteneinsatz*

Andere Daten sind direkte Tabellendaten, deren Punktwerte nicht interpoliert werden, wie bspw. die Kosten von Heißkanalverteilern:

Länge l [mm]	bis 200 mm	bis 315 mm	bis 400 mm
I - Form (2 Düsen)	2250,-	2700,-	3300,-
H - Form (4 Düsen)	3100,-	4400,-	5350,-
X - Form (4 Düsen)	3200,-	4700,-	5800,-

*Tabelle 2.2*

Weitere Daten sind direkt als Zeiten (hier Stunden) hinterlegt:

<b>Konturfaktor</b> $f_{KF}$	<b>Paßkontur</b>	
<b>1 h</b>	<b>rund</b>	
<b>2 h</b>	<b>eckig</b>	
<b>3 h</b>	<b>rund, mittel</b>	
<b>4 h</b>	<b>rund, groß</b>	
<b>6 h</b>	<b>eckig, mittel</b>	
<b>8 h</b>	<b>eckig, groß</b>	
<b>10 h</b>	<b>gewölbte Kontur</b>	

*Tabelle 2.3*

Ebenso sind Tabellen hinterlegt, die sowohl Punktwerte enthalten als auch Werte, zwischen denen interpoliert werden muß:

Härtengewicht bis	GK	20 Kg	50 Kg	100 Kg	500 Kg	1000 Kg	>1000 Kg
Einsatzhärten	90.00 DM	8.00 DM	6.00 DM	5.00 DM	4.50 DM	3.50 DM	
Plasma-Nitrieren	90.00 DM		3.90 DM	3.60 DM	3.00 DM	2.60 DM	
Titan/Bor-Nitrid Impl.	100.00 DM		6.20 DM				
Härten/Glühen	40.00 DM	5.00 DM		4.80 DM	4.60 DM	4.30 DM	4.00 DM
Anlassen	40.00 DM	1.80 DM			1.60 DM	1.50 DM	1.40 DM

*Tabelle 2.4 Kosten für Härten und andere Oberflächenbehandlungen nach /8/*

### 3. Ähnlichkeitsbetrachtungen von Formteilgeometrien bzw. Konturen als Grundlage zur Kalkulation von Spritzgießwerkzeugen

#### 3.1. Einleitung in die Kalkulation auf Basis von Ähnlichkeitsbetrachtungen

Die Preiskalkulation von Spritzgießwerkzeugen ist aufgrund mangelhafter Systematisierung, sowie überschlägiger Kalkulation häufig fehlerbehaftet. Die größte Problematik bereitet die jeweilige Kalkulation der Kavität'.

Ziel der Arbeit war die Entwicklung einer geeigneten Systematik zum Ordnen von Formteilgeometrien bzw. Formkonturen auf der Basis von Ähnlichkeiten. Mit Hilfe dieser Systematik ist es dem Kalkulator möglich, die Kosten der Kavität mit ausreichender Genauigkeit und geringem Zeitaufwand zu bestimmen. Weiterhin sollte es möglich sein, dieses System in ein bereits bestehendes Kalkulationssystem auf EDV-Basis einzubinden.

In der betrieblichen Praxis wird bei der Kalkulation häufig nach dem Grundsatz verfahren, gedanklich den bestehenden Datenbestand nach bereits gefertigten ähnlichen Formteilen zu durchsuchen und deren Kostendaten einer neuen Kalkulation zugrunde zu legen.

Dieser Umstand wurde aufgegriffen und ein System erarbeitet, mit dem es möglich ist, mittels vordefinierter Parameter eine Ähnlichkeitsuche vorzunehmen, wobei ein schon vorhandener Datenbestand die Basis bildet.

Hierbei werden, ausgehend von der Kundenanfrage, geometrische Merkmale aufgenommen, mit denen übereinstimmende Formteile aus einer relationalen Datenbank gesucht werden.

Erfüllen die Übereinstimmungen die vorgegebenen Anforderungen, werden die Formteile mit den meisten Übereinstimmungen als 'ähnlichste' Formteile ausgewählt. Bei mehreren ähnlichen Formteilen ist eine weitere Suche notwendig. Dabei werden für die, aus dem ersten Suchlauf ausgewählten Formteile, gestaltbeschreibende Merkmale aufgenommen, mit denen Übereinstimmungen gesucht werden. Auch hierbei wird das Formteil mit den meisten Übereinstimmungen aus der Datenbank gewählt.

Anhand mehrerer Formteile wurde diese Vorgehensweise in zwei Beispielen umgesetzt. Die Ergebnisse zeigten eine Differenz von 3% bzw. 5% zwischen nachkalkulierten und vorkalkulierten Kosten. Die Genauigkeit, bzw. die Abweichung von dem Neuteil zu den nachkalkulierten Daten hängt zum größten Teil vom Umfang der Datenbank ab.

Ziel sollte es sein, eine Kalkulation der Kavität nach dieser Methode innerhalb von 10 - 15 Minuten durchzuführen.

### 3.2 Begriff der Ähnlichkeit /6/

Der Problempunkt beim Ansatz der Ähnlichkeitskalkulation für Spritzgießwerkzeuge bzw. Spritzgußteile ist die Charakterisierung der Ähnlichkeit dieser Produkte.

In der Literatur existiert keine eindeutige Definition des Begriffes der Ähnlichkeit für Formteile, selbst in der betrieblichen Praxis der Unternehmen wird dieser nicht einheitlich genutzt. So wird im 'Brockhaus' der Begriff 'ähnlich' als 'in wichtigen Merkmalen übereinstimmend', d.h. in einigen, aber nicht in allen Merkmalen, beschrieben /9/. In einem Lexikon wird der Begriff der Ähnlichkeit als 'Gleichheit der Form, im Allgemeinen jedoch nicht der Größe', definiert /10/. Demzufolge wird die Ähnlichkeit an entsprechend vorgegebenen Merkmalen festgemacht. Ein Merkmal bezeichnet nach DIN 5530 die Eigenschaft, die das Unterscheiden von Einheiten einer Gesamtheit ermöglicht, und zwar quantitativ (quantitatives Merkmal) oder qualitativ (qualitatives Merkmal) /11/. Produktmerkmale beschreiben also Eigenschaften eines Produktes und erlauben somit eine Abgrenzung zu anderen Produkten.

Ein Produkt sollte durch Informationen aus den Bereichen, Funktion; Geometrie; Technologie (Fertigungsverfahren und -ablauf, Werkstoff, Oberflächenbeschaffenheit) und Berechnung (mechanisches Verhalten), beschrieben werden.

Folglich können neben der geometrischen Ähnlichkeit, folgende Ähnlichkeiten mit in Betracht gezogen werden:

□ Funktionale Ähnlichkeit

Die Gestalt der Teile kann dabei vollkommen unterschiedlich sein, jedoch ist die Funktion die gleiche.

Die funktionale Ähnlichkeit wird bei der Betrachtung von Formteilen ausgeschlossen, da Spritzgußteile in der Regel multifunktional konstruiert sind. Eine eindeutige Abgrenzung läßt sich nicht immer erkennen.

□ Technologische Ähnlichkeit

Hierbei werden die verfahrenstechnischen Anforderungen (Fertigungsverfahren; Fertigungsabläufe; Fertigungsgenauigkeiten; Oberflächenqualitäten) zugrunde gelegt.

Zwischen Formkontur und verfahrenstechnischen Anforderungen läßt sich keine bedeutende Beziehung herleiten, so daß die technologische Ähnlichkeit ausgeschlossen wird.

□ Mathematische bzw. physikalische Ähnlichkeit

Ergebnisse aus Modellversuchen werden durch Bildung von dimensionslosen Kennzahlen auf die entsprechende Großausführung übertragen.

In diese Sparte werden z.B. Schwindungs- und Verzugverhalten eingeordnet. Für die Ähnlichkeitskalkulation spielen diese Berechnungen keine bedeutende Rolle.

Es zeigt sich bei Spritzgußteilen immer wieder, daß Teile sich in geometrisch ähnlicher Form wiederholen und sogenannte Teilefamilien bilden /12/.

Das wiederholte Auftreten geometrisch ähnlicher Spritzgußteile und das Ausschließen

anderer Definitionen der Ähnlichkeit, spricht dafür, die Ähnlichkeit von Spritzgußteilen über die Formteilgeometrien bzw. Formkonturen zu erfassen.

Die Entscheidung, sich schwerpunktmäßig auf die geometrische Ähnlichkeit zu konzentrieren, rechtfertigt zudem die Tatsache, daß dem Konstrukteur bzw. Kalkulator zur Angebotsbearbeitung in der Regel eine Zeichnung oder Skizze vorgelegt wird und ihm vorrangig über die Zeichnung, Geometrie- und Gestaltsdaten des zu fertigenden Formteils zur Verfügung stehen. Gegebenenfalls werden einige weitere Informationen bezüglich des Materials und der Spritzgießmaschine vom Kunden vorgegeben.

### 3.3 Beschreibungssystem

In /6/ wurde auf den im Werkzeugbau immer wieder vorkommenden kritischen Punkt der 'Strukturierung von Anfragen und Aufträgen' eingegangen.

Es hat sich gezeigt, daß viele Mitarbeiter aufwendige Verwaltungsarbeit sehr negativ empfinden. Selbst umfangreiche PPS Systeme sind häufig nicht in der Lage die Mitarbeiter zu entlasten, bzw. eine Vereinfachung zu erreichen.

Ziel sollte es sein, ein System (Leitfaden) zu entwickeln, mit dessen Hilfe es dem Kalkulator von 'Spritzgießwerkzeugen' möglich ist, die Kosten der Kavität mit ausreichender Genauigkeit und geringem Zeitaufwand zu bestimmen. Wie bereits in der Einführung erwähnt, ist dies, verbunden mit der Forderung nach einem geringem Zeitaufwand, sehr gut mittels einer vergleichenden Methode möglich.

Es wird ein alphanumerisches Beschreibungssystem eingesetzt, das auf der Ordnung der Merkmale eines Formteilspektrums, das charakterisiert werden soll und der Abgrenzung und Gruppenbildung von Individualmerkmalen dieses Formteilspektrums beruht. Die alphanumerische Beschreibung ist ein Mittel, um in sehr kompakter Form z.B.:

- technische Gebilde zu beschreiben,
- große Mengen dieser technischen Gebilde nach verschiedenen Gesichtspunkten zu analysieren,
- Gruppen mit gleichen oder ähnlichen Merkmalen zu bilden (Clusteranalyse),
- oder von den beschriebenen Merkmalen technische Prozesse zu generieren.

Die alphanumerische Beschreibung ist also eine Möglichkeit in sehr kurzer, komprimierter Form die für eine Problemstellung wesentlichen Merkmale zu beschreiben und damit einer (maschinellen) Auswertung und Verarbeitung zugänglich zu machen.

In der Praxis hat sich gezeigt, daß die Tendenz zur Spezialisierung im Werkzeugbau zunimmt. Den Werkzeugbau, der vom Joghurtbecher bis zum Stoßfänger alles baut, wird man nur noch selten finden. So kann sich schnell ein großer Datenbestand an

Nachkalkulationen zum Vergleich innerhalb einer bestimmten Produktgruppe ansammeln.

Das nachfolgende Beispiel (Tab 3.1) einer Bohrung in einem Spritzgießwerkzeug soll das Prinzip einer alphanumerischen Beschreibung verdeutlichen.

Den beschriebenen Funktionselementen wird der Bearbeitungsumfang zugeordnet und damit wird die Grundlage zur Bestimmung des Bearbeitungsaufwandes gebildet.

Beschreibungssystem für Bohrungen									
Hauptklasse 0: Bohrung									
Schl.-Nr.	Stelle 2: Ausführung	Stelle 3: Durchmesser	Stelle 4: Durchm. Senkung	Stelle 5: Tiefe	Stelle 6: Tiefe d. Senkung	Stelle 7: Gewindetiefe	Stelle 8: Lage	Stelle 9: Anz. d. Querbohr.	Stelle 10: Qualität / Gewindebez.
0	Durchgangsbohrung	----	----	----	----	----	rechtwinklig zur Grundfläche	----	DIN 7168-m
1	Sacklochbohrung	< 2mm	< 6 mm	< 20 mm	< 2mm	< 10 mm	winklig 90° - 45° zur Grundfläche	1	H7
2	Verbindungsbohrung	< 6 mm	< 10 mm	< 50 mm	< 6 mm	< 15 mm	winklig 45° - 15° zur Grundfläche	2	M4 bis M6
3	Durchgangsbohrung mit Senkung	< 10 mm	< 15 mm	< 80 mm	< 10 mm	< 20 mm	senkrecht zu einer Seitenfläche	3 bis 5	M8 bis M12
4	Sacklochbohrung mit Senkung	< 15 mm	< 20 mm	< 125 mm	< 15 mm	< 25 mm	winklig 90° - 45° zur Seitenfläche	6 bis 10	M16 bis M24
5	Verbindungsbohrung mit Senkung	< 20 mm	< 30 mm	< 180 mm	< 20 mm	< 30 mm	winklig 45° - 15° zur Seitenfläche	11 bis 20	M30 bis M36
6	Durchgangsbohrung mit Gewinde	< 30 mm	< 50 mm	< 250 mm	< 30 mm	< 40 mm		> 20	M42 bis M72
7	Sacklochbohrung mit Gewinde	< 50 mm	< 80 mm	< 360 mm	< 50 mm	> 50 mm			R 1/4"
8	Verbindungsbohrung mit Gewinde	< 80 mm	< 120 mm	< 500 mm	< 80 mm				R 3/8"
9	Durchgangsbohrung mit Senkung u.	< 120 mm	< 200 mm	< 800 mm	< 120 mm				R 1/2"
A	Sacklochbohrung mit Senkung u. Gewinde	> 120 mm	> 200 mm	< 1000 mm	< 200 mm				R 3/4"
B	Verbindungsbohrung mit Senkung u.			> 1000 mm	> 200 mm				R 1"
C	Gewinde in vorhandener Bohrung								

Tabelle 3.1: Beschreibungssystem für das Beispiel einer Bohrung /6/

Erläuterung zum vorangehenden Beispiel:

Ein Beschreibungssystem für Funktionselemente, wie es in diesem Beispiel vorliegt, besteht aus mehreren Hauptklassen (z.B.: Bohrungen, Aufnahmen usw.). Das Beispiel beschränkt sich auf die Hauptklasse 'Bohrung'.

Vorgehensweise:

An erster Stelle in der Codierung steht die Hauptklasse, in diesem Fall '0' für Bohrungen. Nachfolgend wird eine alphanumerische Codierung aufgebaut, die mittels der Schlüsselnummern die einzelnen Merkmalgruppen beschreibt. Demnach kann die alphanumerische Beschreibung einer Bohrung folgendes Ergebnis haben:

**0 B 5 5 4 3 4 2 0 4**

- 0** Hauptklasse: Bohrung
- B** Merkmal: Ausführung: Verbindungsbohrung mit Senkung und Gewinde
- 5** Merkmal: Durchmesser: < 20 mm
- 5** Merkmal: Durchmesser der Senkung: < 30 mm
- 4** Merkmal: Tiefe der Bohrung: < 125 mm
- 3** Merkmal: Tiefe der Senkung: < 10 mm

wz\_seminar\_1.p65

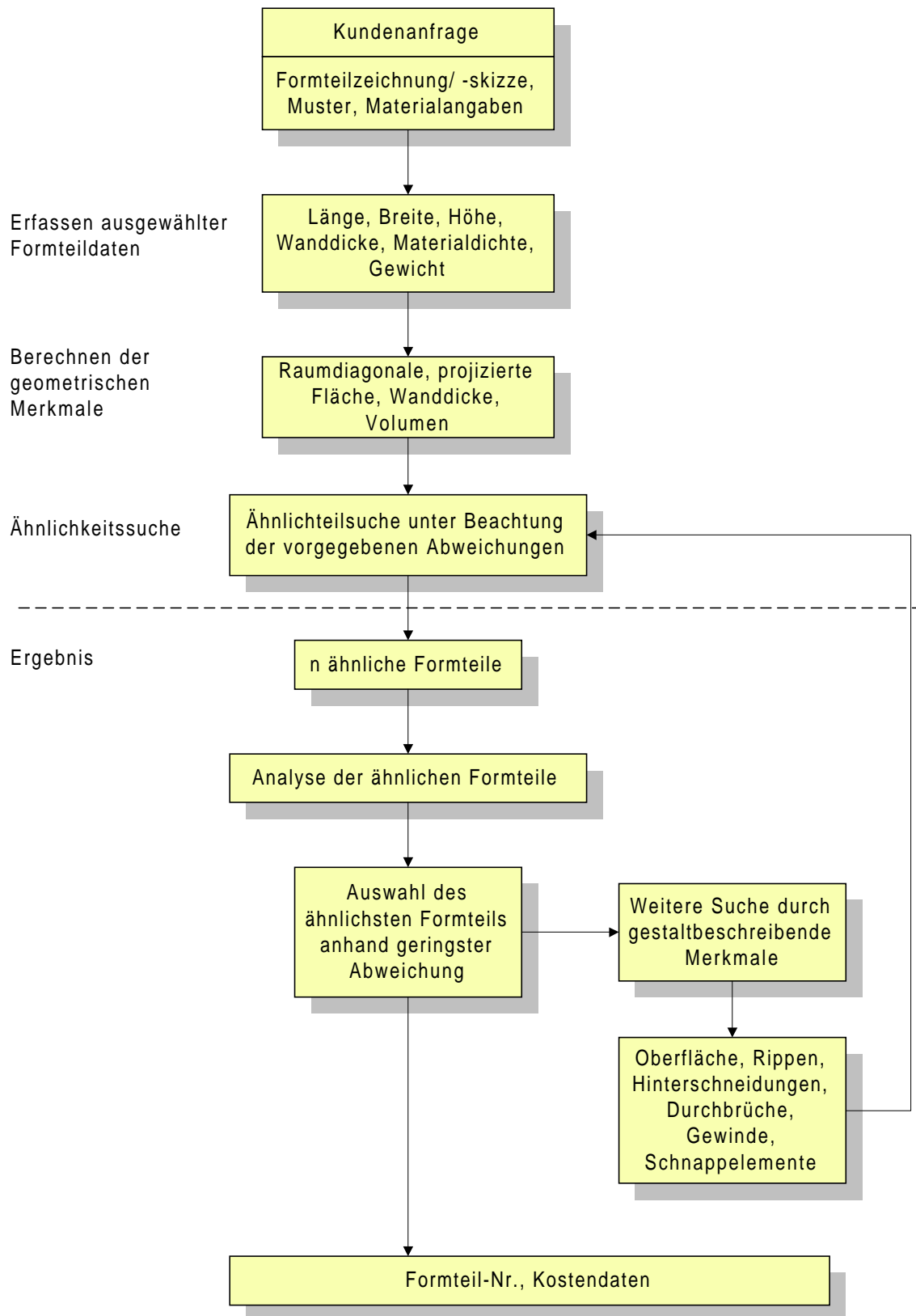
4	Merkmal:	Gewindetiefe: < 25 mm
2	Merkmal:	Lage der Bohrung: winklig 90' - 45' zur Grundfläche
0	Merkmal:	Anzahl der Querbohrungen: nicht vorhanden
4	Merkmal:	Qualität der Bohrung / Gewindebezeichnung: M16 bis M24

Dieser Code wird in einer Datenbank abgelegt, in der ebenfalls die genauen Kosten der Bohrungen (durch eine Nachkalkulation ermittelt) enthalten sind.

Bei einer Neukalkulation werden die zu kalkulierenden Bohrungen codiert und per EDV mit denen in der Datenbank vorhandenen Codes verglichen. Bei einer Übereinstimmung von beispielsweise 80 % - 100 % wird die nachkalkulierte Bohrung als Vorlage für die Vorkalkulation genommen. Dieses System muß mit der entsprechenden Auswahl an Merkmalen für die Berechnung der Kavität angepaßt werden.

### 3.4 Ablauf der Kalkulation /6/

Der in Abb. 3.1 gezeigte Kalkulationsablauf gestaltet sich, anhand der in den vorhergehenden Kapiteln entwickelten Instrumente, in groben Zügen folgendermaßen:



wz\_seminar\_1.p65

Abb. 3.1 : Suche nach einem ähnlichen Formteil

Zur Ermittlung des Stundenaufwandes (Kosten) zur Einarbeitung der Kavität für ein Kunststoffformteil, soll bei der Ähnlichkeitskalkulation in einer relationalen Datenbank nach der ähnlichsten bereits produzierten Kavität gesucht werden. Jeder in einem Formenbau gefertigten Kavität muß daher ein Satz charakteristischer Merkmale, bzw. Kennzahlen zugeordnet und in der Datenbank abgelegt werden. Über diese kann der Kalkulator gezielt auf die Kostendaten der jeweiligen Kavität zugreifen.

Ausgehend von der Kundenanfrage mit entsprechenden Skizzen, Formteilzeichnungen oder Mustern und Materialangaben werden die Formteildaten wie Länge, Breite, Höhe, repräsentative Wanddicke, Materialdichte, Gewicht, aufgenommen. Aus diesen Daten werden die geometrischen Merkmale wie Raumdiagonale, projizierte Fläche und Volumen berechnet. Die repräsentative Wanddicke wird übernommen.

Diese berechneten Daten können mit einer Abweichung, bzw. Toleranz versehen werden. Dafür bietet sich eine prozentuale Angabe an. Da eine Ähnlichkeitsuche mit Hilfe eines Rechners vorgenommen wird, ist es sinnvoll, die Toleranzen automatisch steigend mit 1% beginnend einzusetzen. Das heißt, die Toleranzwerte werden so lange erhöht, bis tatsächlich übereinstimmende Merkmale gefunden werden.

Beispielsweise: Eine Übereinstimmung des Merkmals Wanddicke (2,5 mm) wurde bei einer Abweichung von  $\pm 5\%$  gefunden.

Als Ergebnis werden 'n' ähnliche Formteile ausgegeben. Diese Formteildaten werden analysiert und mit der Anfrage verglichen. Erfüllen die Übereinstimmungen der geometrischen Merkmale, aus den Formblättern des zu kalkulierenden sowie des nachkalkulierten Formteils, die vorgegebenen Anforderungen (Abweichungen), endet der Suchlauf und die Formteile mit den meisten Übereinstimmungen werden ausgewählt. Jetzt hat der Kalkulator die Möglichkeit nach dieser groben, bzw. Schnellkalkulation den entsprechenden Vorgang aufzurufen. Eventuell notwendige Änderungen können so schnell abgeschätzt und vorgenommen werden.

Bei einem Ergebnis von mehreren ähnlichen Formteilen ist es notwendig, diese weiter einzuschränken. Mit Hilfe der gestaltbeschreibenden Merkmale wird ein weiterer Suchlauf mit den ausgegebenen Formteilen aus dem ersten Suchlauf vorgenommen. Hierzu werden die beschriebenen Merkmale wie Oberfläche, Rippen, Hinterschneidungen, Durchbrüche, Gewinde und Schnappelemente in einem alphanumerischen Beschreibungssystem erfaßt, wie in Tab. 3.2 gezeigt.

Anschließend wird anhand der Codierung eine zusätzliche Ähnlichkeitsuche durchgeführt, mit dem Ergebnis von 'n' ähnlichen Formteilen. Die weitere Verfahrensweise entspricht dem oben beschriebenen Vorgehen.

Beschreibungssystem für Kavität						
gestaltbeschreibende Merkmale						
Schl.- Nr.	Oberfläche	Rippen	Hinterschneidungen	Gewinde	Durchbrüche	Schnappelemente
		Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl
1	hochglänzende Oberfläche	0	0	0	0	0
2	matte Oberfläche	bis 2	bis 2	bis 2	bis 2	bis 2
3	erodierrauhe Oberfläche	bis 4	bis 4	bis 4	bis 4	bis 4
4	beschichtbare Oberfläche	bis 6	bis 6	bis 6	bis 6	bis 6
5	Ledernarbung	bis 8	bis 8	bis 8	bis 8	bis 8
6	Holzimitation	bis 10	bis 10	bis 10	bis 10	bis 10
7	unbehandelte Oberfläche	bis 12	bis 12	bis 12	bis 12	bis 12
8	-	bis 14	bis 14	bis 14	bis 14	bis 14
9	-	bis 16	bis 16	bis 16	bis 16	bis 16
A	-	bis 18	bis 18	bis 18	bis 18	bis 18
B	-	bis 20	bis 20	bis 20	bis 20	bis 20
C	-	bis 22	bis 22	bis 22	bis 22	bis 22
Kennzahl	<b>5 4 1 4 1 1</b>					

Tab. 3.2 : Beschreibungssystem für eine Kavität • Gestaltbeschreibende Merkmale

### 3.5 Anwendungsbeispiel

<b>Formteilbezeichnung:</b>	Aschergehäuse		
<b>Formteilnummer:</b>	305881		
<b>Typ:</b>	Innenausstattung		
<b>Hersteller / Kunde:</b>	.....		
<b>Kalkulations- / Bestellunterlagen:</b>			
Formteilzeichnung:	.....	vom:	.....
Schwindmaßzeichnung:	.....	vom:	.....
Referenzteil:	.....	vom:	.....
3D-Daten:	.....	vom:	.....
<b>Formteildaten:</b>			
Formteilmaße in mm: (LxBxH)	220 x 130 x 90		
Material:	PP+EPDM+TD24	repr. Wanddicke in mm:	2,9
Verarbeitungsverfahren:	SG	Formteilgewicht in g:	173,8
Farbe:	schwarz	Materialdichte in g/cm <sup>3</sup> :	1,1
<b>Formteilstalt:</b>			
Geometrie / Profilierung:	Halterung / Einschub für Aschenbecher		
.....			
Entformungsschragen: .....			
Verrippung:	gering	Rippendicke:	1,7 Anzahl: 3
Durchbrüche:	eckig	Anzahl:	3
Befestigungselemente:	Schraubstutzen	Anzahl:	2
Rastelemente:	Schnapphaken	Anzahl:	4
Hinterschneidungen:	Schieber	Anzahl:	2
Formteillage im WZ:	.....		
<b>Formteilloberfläche:</b>			
	Außen:		Innen:
hochglänzende Oberfl.:	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>
matte Oberfl.:	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>
erodierrauhe Oberfl.:	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>
beschichtbare Oberfl.:	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>
Narbung:	<input type="checkbox"/>	.....	<input type="checkbox"/>
unbehandelte Oberfl.:	<input checked="" type="checkbox"/>	.....	<input checked="" type="checkbox"/>
Narbung:	.....		
Narbtiefe:	...../100	teilweise narbentechnisch abgeflacht:	<input type="checkbox"/>
Narbrichtung:	beachten <input type="checkbox"/>	richtungsfrei	<input type="checkbox"/>
Narbenschluß:	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	an .....	
Narbhersteller:	.....		
Narbbereiche:	.....		
Freizonen:	keine <input type="checkbox"/> siehe Muster		<input type="checkbox"/>
Entformungsschragen: .....			
Glanzgrad:	matt <input type="checkbox"/> seidenschmatt <input type="checkbox"/> glänzend <input type="checkbox"/>		
Teil wird lackiert:	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	mit .....	
<b>Formteilkennzeichnung:</b>			
Formteilnummer:	<input checked="" type="checkbox"/>	Datumsfeld:	<input type="checkbox"/>
Firmenzeichen:	<input checked="" type="checkbox"/>	Datumsuhr:	<input checked="" type="checkbox"/>
Materialkennzeichnung:	<input checked="" type="checkbox"/>	Recycling-Zeichen:	<input type="checkbox"/>
Formteilnummerierung:	<input checked="" type="checkbox"/>	Einbauhinweis:	<input type="checkbox"/>
** alle Maße in mm			

wz\_seminar\_1.p65

### 3.6 Schlußbetrachtung

Das System bietet die Möglichkeit, in kurzer Zeit eine brauchbare Vorkalkulation abgeben zu können.

Um die Kosten eines kompletten Werkzeuges kalkulieren zu können, ist es erforderlich, dieses System in ein gesamtes Kalkulationssystem auf EDV-Basis einzubinden. Der dadurch entstandene modulare Aufbau ermöglicht eine sehr leichte Anpassung an die firmenspezifischen Gegebenheiten. Hierbei ist es sicherlich notwendig, von Fall zu Fall die Merkmale zu erweitern beziehungsweise zu verringern.

Um eine möglichst genaue Kalkulation zu erhalten, sollte der Kalkulator die Möglichkeit haben, auf einen großen hinterlegten Datenbestand zurückgreifen zu können. Eine gewisse Erfahrung des Kalkulators wird vorausgesetzt, da die Formblätter gewissenhaft und genau ausgefüllt werden müssen.

Die Toleranzen der geometrischen Merkmale werden vom Rechner automatisch schrittweise vergrößert. Kleine Toleranzen haben die Folge, daß die gesuchten Formteile einen größeren Ähnlichkeitsgrad aufweisen. Jedoch besteht die Gefahr, daß keine ähnlichen Formteile gefunden werden.

Nachdem das ähnlichste Formteil ausgewählt wurde, wird der komplette Vorgang zu diesem Formteil aufgerufen. Hier ist es möglich, evtl. aufgetretene Schwierigkeiten bei der Herstellung der Kavität einzusehen. Entspricht das ausgewählte Formteil nicht in allen Details dem angefragten Formteil, können die Kosten für geringe Abänderungen sehr leicht abgeschätzt werden.

Da die geometrischen Merkmale mit positiven und negativen Toleranzen versehen werden, kann man feststellen, welche Toleranz überwiegt. Daher ist die Annahme möglich, tendenziell anzugeben, ob die Angebotskalkulation preislich über oder unter dem nachkalkulierten ähnlichen Vorgang liegt.

Bei den Beispielen wurde festgestellt, daß die negativen Toleranzen überwiegen. Aus dem Grund lag die Überlegung nah, daß die neu zu kalkulierende Kavität preiswerter als die in der Datenbank abgelegte Nachkalkulation wird. Diese Feststellung ist jedoch nicht fundiert belegt. Hier muß eine nähere Untersuchung mit einer Vielzahl von Formteilen vorgenommen werden.

Bei mehreren gleichen Formnestern muß ein Abschlag vorgesehen werden. Dafür sollte man auf ein bewährtes System aus /1/ zurückgreifen.

Das folgende Diagramm ist ein Auszug aus /1/ und zeigt, wie sich die Formnestzahl auf die Herstellkosten der Kavitäten auswirkt.

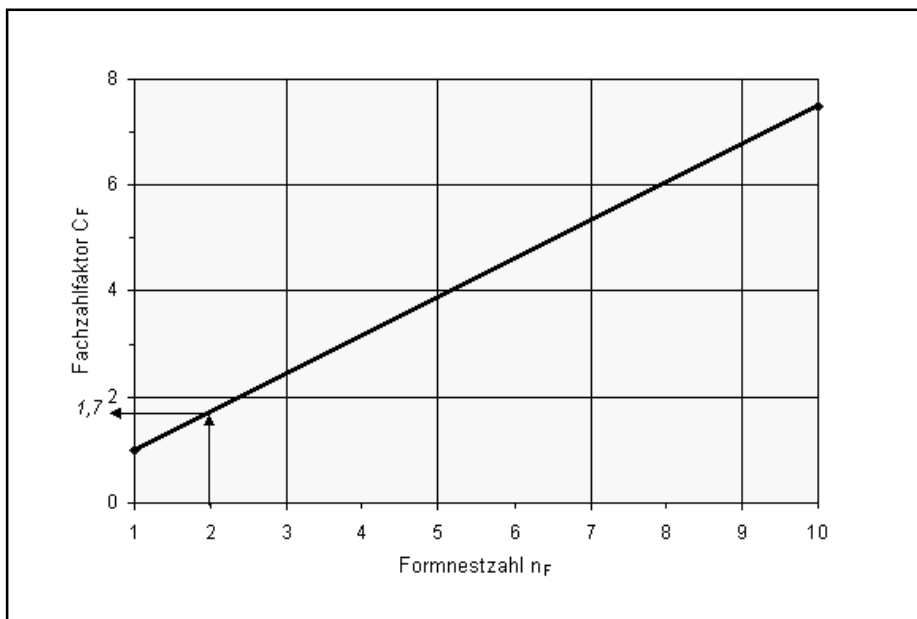


Abb. 7.1: Kostenfunktion in Abhängigkeit von der Formnestzahl /1/

Abschließend ist zu sagen, daß es von Vorteil wäre, in weiteren Arbeiten das vorgestellte System auf die folgenden Werkzeugkomplexe

- Grundaufbau
- Angußsystem
- Temperierung
- Auswerfersystem

auszubauen, da eine Kalkulation mit Hilfe dieser Systematik in kurzer Zeit und mit einer guten Genauigkeit möglich ist. Hierbei sollte versucht werden, über einen entsprechenden Faktor von der Kavität auf die Kosten des kompletten Werkzeuges zu schließen.

Kosten Kavität [DM] \* Faktor = Kosten Werkzeug [DM]

## Literatur

**1 Schlüter, H.**

"Verfahren zur Abschätzung der Werkzeugkosten bei der Konstruktion von Spritzgußteilen", Dissertation, RWTH Aachen, 1980

**2 Becker, A.**

"Systematisierung der Angebotserstellung von Spritzgießwerkzeugen",  
Diplomarbeit an der Märkischen FH, Iserlohn 1985

**3 Schneider, O.**

"Programmerstellung zur Kostenkalkulation von Spritzgießwerkzeugen",  
Diplomarbeit an der Märkischen FH, Iserlohn 1986

**4 Schmidt, E.**

"Erprobung von Rechenprogrammen zur Kalkulation von Spritzgießwerkzeugen",  
Diplomarbeit an der Märkischen FH, Iserlohn 1987

**5 Lau, Th. , Sessinghaus, D.**

"Kalkulation von Spritzgießwerkzeugen",  
Diplomarbeit an der Märkischen FH, Iserlohn 1995

**6 Rohe, P. , Weber, R.**

Ähnlichkeitsbetrachtungen von Formteilgeometrien/-konturen als Grundlage zur Kalkulation von Spritzgießwerkzeugen,  
Diplomarbeit an der Märkischen FH, Iserlohn 1996

**7 Haarmann, M.**

Schaffung der Kalkulationsgrundlage für die mechanische Standardbearbeitung an Großwerkzeugen für das Spritzgießen und Fließpressen,  
Diplomarbeit an der Märkischen FH, Iserlohn 1997

**8 Berlin, Heitel, Wilmsen**

Kalkulationsgrundlagen für Spritzgießwerkzeuge, STKT, Karlsruhe 1993

**9 N.N.**

Brockhaus Enzyklopädie, 17. Auflage, Wiesbaden, 1968

**10 N.N.**

Duden-Lexikon, 3. Auflage, Bibliographisches Institut Mannheim, Wien, Zürich, 1979

**11 N.N.**

DIN 5530 Teil 1, Begriffe für Qualitätssicherung und Statistik, Beuth Verlag, Berlin, 1978

**12 Benz, M.**

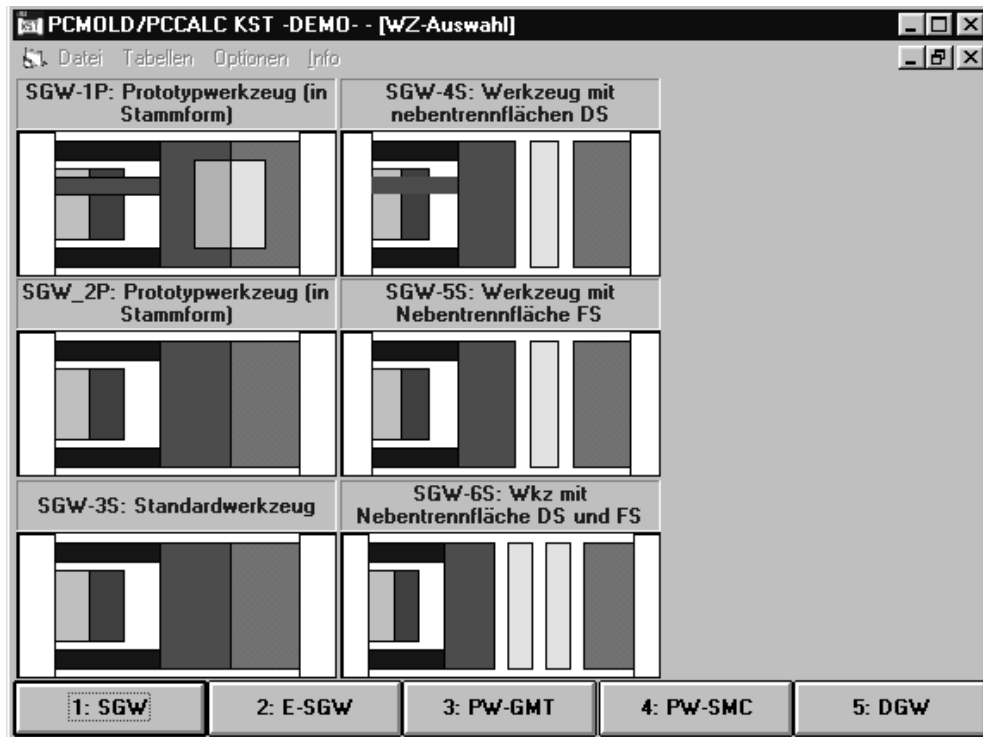
Ermittlung des konstruktiven Werkzeugaufbaus und Erfahrungen mit verschiedenen Werkzeugsystemen in der Praxis, aus 'Spritzgießwerkzeuge in der Angebotsphase', VDI - Ges. Kunststofftechnik, Düsseldorf, 1984

**13 R. Berlin**

Verbundprojekt 'Formteil- und Werkzeugkalkulation', 10/95-10/96, Interne Protokolle und Analysen, ISK GmbH, Iserlohn

## EDV-gestützte Systeme zur Vorkalkulation von Spritzgießwerkzeugen

Dipl.-Ing. Reinhold Berlin



### Inhalt

<b>Kalkulation von Spritzgießwerkzeugen (sequentiell, empirisch) .....</b>	<b>2</b>
Allgemeine Programmgrundlagen .....	3
Anpassung und Aktualisierung .....	3
Programmbedienung und Hilfeseiten .....	4
Kosten des Grundaufbaus .....	4
Kosten des Angußsystems .....	5
Vergleich zwischen Messung und Rechnung .....	6
 <b>Kalkulation von Spritzgießwerkzeugen (Kostenstellen) .....</b>	 <b>7</b>
 <b>Zusammenfassung .....</b>	 <b>13</b>
 Literatur .....	 14

## Kalkulation von Spritzgießwerkzeugen (sequentiell, empirisch)

Zielsetzung bei der Werkzeugkalkulation ist es, eine Aufteilung in einzelne, funktionsbezogene Kalkulationsgruppen vorzunehmen. In Anlehnung an /1, 2, 3, 4, 5/ wird ein Windows-Programm erstellt, das modulartig die einzelnen Gruppen (siehe Bild 1) aufnimmt.

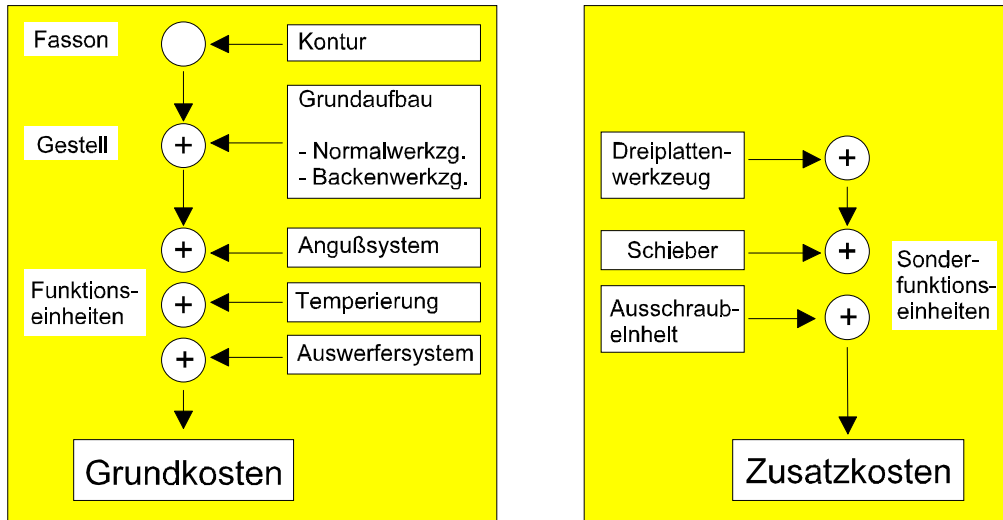


Bild 1 Funktionsbezogene Kalkulationsgruppen nach /1/

Die Kalkulation läßt sich in folgende Grund- und Unterpunkte unterteilen:

### I Formnest (Fassung)

### II Grundaufbau

- Normalwerkzeug
- Abstreifwerkzeug
- Schieberwerkzeug
- Abschneidwerkzeug
- Backenwerkzeug
- Abschraubwerkzeug
- Abreißwerkzeug
- Etagenwerkzeug
- Isolierkanalwerkzeug
- Heißkanalwerkzeug
- Sonderwerkzeuge ...

### III Grundfunktionseinheiten

- Angußsystem
- Temperierung
- Auswerfersystem ...

### IV Sonderfunktionseinheiten

- Schieber
- Ausschraubeinheit ...

Grunddaten		
	Kosten [ ]	Eingabe
Konturkosten	16441,71	Detail
Kosten des Grundaufbaus	7148,37	Detail
Kosten des Kaltkanalsystems	238,58	Detail
Kosten des Heißkanalsystems	9338,04	Detail
Kosten der Temperierung	1245,13	Detail
Kosten des Auswerfersystems	1384,80	Detail
Kosten der Konstruktion	5607,62	Detail
Zusatzfunktionen		
Zuschläge (DB, Skonto )		
<b>Gesamtkosten / Ergebnistexte</b>	<b>41404,25</b>	Detail

Bild 2 Sequentieller Kalkulationsablauf - Hauptübersichts- und Schalttafel des Moduls zur empirischen Werkzeugkalkulation

PCCALCW : WZ-Grundkosten 1

Anteil Bearbeitungsverfahren				Zeitfaktor Konturtiefe, CT-Wert			
	[Fb,K]	[a,K] Stunden	[Fb,E]	[a,E]	CT-Wert -> Formteil		
Fräsen	<input type="checkbox"/> .85		<input checked="" type="checkbox"/> .85	75	1		
Schleifen	<input checked="" type="checkbox"/> 1	15	<input type="checkbox"/> 1		CT,Kavitaet berechnen		
Drehen	<input type="checkbox"/> .4		<input checked="" type="checkbox"/> .4	20	CT-Wert -> Elektrode	1	
Handarbeit	<input checked="" type="checkbox"/> .8	5	<input checked="" type="checkbox"/> .8	5			
Erodieren	<input checked="" type="checkbox"/> 1.35	80	<input type="checkbox"/> 1.35				
Kopieren	<input type="checkbox"/> 1.18		<input type="checkbox"/> 1.18				
Drahterodieren	<input type="checkbox"/> 0		<input type="checkbox"/> 0				
88.20							

[Cb,K/E] [100% !!]	1.27	100	.76	10
<b>Formnestoberfläche, GKV-Punktetabelle, CO</b>				
Oberfläche des Formteils [cm <sup>2</sup> ]	6	3		
Oberfläche der Elektrode [cm <sup>2</sup> ]	4.8	3		

Ergebnis Formnestkosten			
MST	Elektroden	Kavität	Summe
76	2688.84	6703.26	9392.1

weiter: Ko

Bild: Zeitfaktor Konturtiefe, CT-Wert

Bild 3 Bildschirmfenster der 1. Seite "Konturkosten" mit eingeblendetem Hilfebild

## Allgemeine Programmgrundlagen

### Kosten der Fassung

Das Programm arbeitet u.a. mit statistisch bzw. empirisch ermittelten Kenngrößen für die Einarbeitung der Fassung. Hierbei sind Durchschnittsfaktoren, die die einzelnen technischen Schwierigkeitsgrade abdecken, in einer Summen- und Produktformel integriert.

Das Programm kann z.Zt. nicht Einzelkosten, wie Härten, Koordinatenschleifen bzw. Fremdarbeit erfassen. Diese müssen tabellarisch additiv zu den vorher ermittelten Kosten hinzugefügt werden.

### Anpassung und Aktualisierung

Über den gemittelten Maschinenstundensatz, der z.B. mit dem Gesamtfaktor "Formnestkosten" verknüpft ist, kann eine Aktualisierung älterer Daten vorgenommen werden. Weiterhin oder alternativ kann ein zusätzlicher Preissteigerungsfaktor die Inflationsrate berücksichtigen. Bei grundsätzlichen, technologischen Veränderungen, z.B. der einzelnen Bearbeitungsverfahren (Fräsen hin zu Hochgeschwindigkeitsfräsen, Schleifen, Drehen), können die Faktoren im Programm neu hinterlegt werden. Zusätzlich hat jeder Programmbenutzer jedoch auch ständig die Möglichkeit, die Faktoren so anzupassen, daß ein für ihn brauchbares Ergebnis hinsichtlich des Vergleiches zu dem nachkalkulierten Stundenaufwand daraus resultiert.

Alle Eingaben führen automatisch zur Neurechnung und damit zur Aktualisierung aller damit verknüpfter Größen. So kann immer die Auswirkung der Änderung, z.B. eines abstrakten Faktors auf den Preis eines Kalkulationsabschnittes, sowie auf den gesam-

ten Werkzeugpreis erkannt werden. Damit wird auch schnell deutlich, welche Faktoren genauer, d.h. mit mehr "Überlegung" einzugeben sind.

### Programmbedienung und Hilfeseiten

Sämtliche Eingabefelder sind allgemein und zusätzlich durch ein durchgängiges Beispiel in der WINDOWS-Hilfe beschrieben. Weiterhin sind vereinzelt Bildfenster vorhanden, die bestimmte Zusammenhänge zusätzlich graphisch beschreiben (siehe Bild 2).

### Weitere Teilkalkulationsabschnitte

Die nachfolgenden Seiten zeigen einen Überblick über Eingabemasken, die als Entwurf für die weiteren Eingaben dienen.

### Kosten des Grundaufbaus

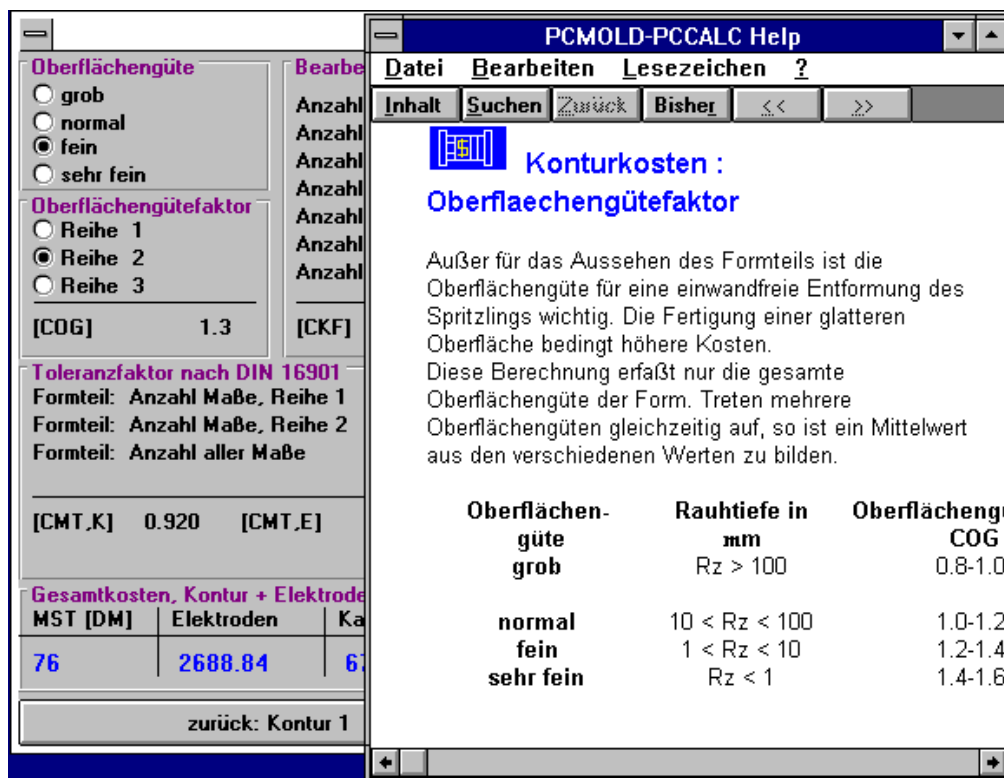


Bild 4 Bildschirmfenster der 2. Seite "Konturkosten" mit eingeblendeter Eingabehilfe

Hierbei bietet das Programm in der Endausbaustufe drei Möglichkeiten:

- Arbeit mit gemittelten Kosten verschiedener Normalienhersteller (siehe Bild 4)
- Arbeit mit Kostentabellen- und kurven eines ausgewählten Normalienherstellers
- Zugriff auf Stücklisten bzw. Bestellsysteme verschiedener Normalienhersteller (geplant)

Kosten des Grundaufbaus			
Normalienhersteller		<input type="radio"/> HASCO	<input checked="" type="radio"/> Normalien-Mittelwerte
Material / Korrekturfaktor	1.2311/1.2312	↓	1.06
Formplattenhöhe, Düsenseite [mm]	55		
Formplattenhöhe, Schließseite [mm]	46		
Formplattenkosten, DS (1.2162)+(aktuell)	461,11		488,78
Formplattenkosten, SS (1.2162)+(aktuell)	413,19		437,98
Grundaufbaukosten			
Formplattenhöhe (Mittelwert) [mm]	MW	55	
Grundaufbaukosten (80 DM/h) + (aktuell)	3252,88		3213,84
Härteverfahren	Titan/Bor-Nitrid Impl.		↓
Härtegewicht [kg]	16		
Härtekosten			199,20
	Zusatzkosten, Bezeichnung		Kosten ↑
1	Härten, Transportkosten		68,80
2	Härten, Sandstrahlen		0,00
3	Härten, Qualitätszeugnis		0,00 ↓
+ →			
	OK Grundaufbaukosten, gesamt		4408,61

Bild 5 Kosten des Grundaufbaus, (gemittelte Werte verschiedener Normalienhersteller)

### Kosten des Angußsystems

Kosten des Kaltkanalsystems				
Anguß-/Anschnittart				Minuten
Anzahl Formplatteneinsätze		2		
Stangenanguß mit Punktanschnitt		0		0,00
Schirmanguß		0		0,00
Tunnelanguß		1		30,00
Filmanguß		1	Filmbreite [mm]	22
				232,71
	Kanalbezeichnung	Angußlänge	Durchmesser	Zeit [Min]
1	Angußkanal 1	10	5,00	9,00
2	Angußkanal 2	10	5,00	9,00
3	Angußkanal 3	34	10,00	11,50
4	Angußkanal 4	0	0,00	0,00
5	Angußkanal 5	0	0,00	0,00
+ →				↓
Bearbeitungszeit [min] [Std]		292,21		4,87
	OK Kosten Kaltkanal System			370,13

Bild 6 Kosten des Angußsystems, (Kaltkanal, zur besseren Übersicht sind mehrere Möglichkeiten ausgewählt!)

**Kosten des Heißkanalsystems**

<b>Verteilertyp</b>		<b>Verschluß</b>	
<input type="radio"/> kein Block	<input type="radio"/> I-Typ, 2 Düsen	<input type="radio"/> kein Verschluß	<input checked="" type="radio"/> mechanisch
<input checked="" type="radio"/> X-Typ, 4 Düsen	<input type="radio"/> H-Typ, 4 Düsen	<input type="radio"/> pneumatisch	<input type="radio"/> hydraulisch
<input checked="" type="checkbox"/> Blockheizung ein/aus			
<b>Blocklänge</b>			
<input type="radio"/> bis 200 mm	<input checked="" type="radio"/> bis 315 mm		
<input type="radio"/> bis 400 mm			
Düsenanzahl	<b>4</b>		
Düsenlänge [mm]	<b>200</b>		
Zusatzkosten / Düse [DM]	<b>100,00</b>		
Kosten, Normalien + Bearbeitung [DM]	<b>794,03</b>		
Kosten, Block beheizt [DM]	<b>4700,00</b>		
Kosten, Verschlußdüse [DM]	<b>420,00</b>		
OK	Kosten, Heißkanalsystem [DM]	<b>15474,03</b>	

Bild 7 Kosten des Angußsystems, (Entwurf, Heißkanal)

**Vergleich zwischen Messung und Rechnung sowie Ausblick**

Der in der Arbeit /4/ aufgestellte Vergleich zwischen berechneten und kalkulierten Werkzeugkosten anhand von Beispielen aus der Industrie, sowie die Aussagen von Anwendern einer früheren DOS-Version, zeigen gute Übereinstimmungen. Die folgende Tabelle beinhaltet berechnete Werte, bei denen dem Programmanwender nur die Artikelzeichnung, die Werkzeugausführung sowie die Fachzahl bekannt war. Beim "Schieberwerkzeug IV" sind firmenseitig falsche Kosten gebucht worden.

Werkzeug	PPCALC	Istkosten	Abweichung
Normalwerkzeug I	14,129.10 DM	14,000.00 DM	0.92%
Normalwerkzeug II	9,181.03 DM	9,200.00 DM	-0.21%
Normalwerkzeug III	15,762.00 DM	16,608.00 DM	-5.09%
Dreiplattenwerkzeug	21,058.94 DM	19,000.00 DM	10.84%
Schieberwerkzeug I	31,663.84 DM	33,843.00 DM	-6.44%
Schieberwerkzeug II	42,503.04 DM	40,000.00 DM	6.26%
Schieberwerkzeug III	35,238.82 DM	35,045.00 DM	0.55%
Schieberwerkzeug IV	14,720.00 DM	35,600.00 DM	-58.65%

Bild 8 Gegenüberstellung von berechneten und tatsächlichen Kosten /4/

wz\_seminar\_2\_0.p65

## Kalkulation von Spritzgießwerkzeugen (Kostenstellen)

Ziel ist die Entwicklung eines Moduls, das Mappen- und kostenstellenbezogen einzelne Funktionselemente und Arbeitsschritte betrachtet.

Um eine bessere Übersicht zu erhalten, können zunächst verschiedene Werkzeuggruppen wie

- Spritzgießwerkzeuge
- Etagen-Spritzgießwerkzeuge
- Presswerkzeuge, GMT
- Presswerkzeuge, SMC und
- Druckgießwerkzeuge

in einer Datenbank definiert werden.

Die fünf Werkzeughauptgruppen beinhalten z.Zt. insgesamt 17 verschiedene Werkzeugtypen, die nach Wahl der Hauptgruppe graphisch angezeigt und ausgewählt werden können:

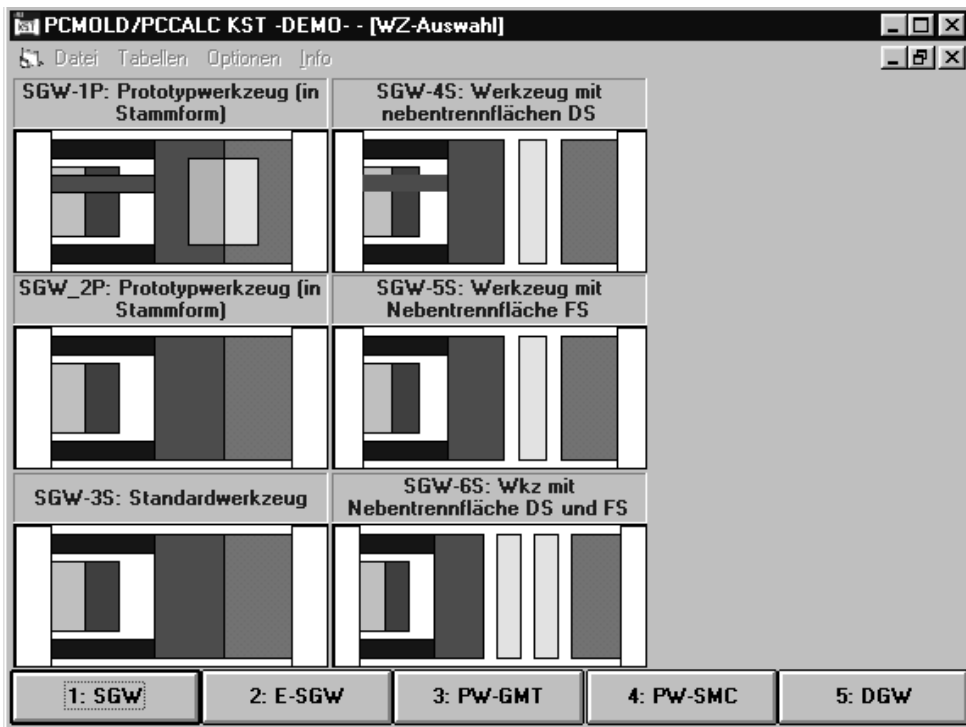


Bild 9 Werkzeugtypen der Gruppe 'Spritzgießwerkzeuge'

Eine weitere Tabelle enthält die Verknüpfung von bis zu 26 Mappen/Werkzeugtyp sowie die individuelle Bezeichnung des Werkzeugs. Selbstverständlich gibt es für alle Einstellungen beispielhafte Vorgaben, so daß nur diese ggf. vereinzelt auf Wunsch geändert werden müssen.

Zu jedem Werkzeugtyp gehört, wie erwähnt, ein Pictogramm, daß individuell erstellt bzw. verändert und in einer Tabelle mit dem jeweiligen Werkzeug über den Dateinamen verknüpft werden kann.

### Vorgehensweise bei einer Neueingabe

Nach Wahl des gewünschten Typs (in diesem Fall Standardwerkzeug) erscheint das gewählte Werkzeug als Einzelbild mit den dafür zur Verfügung stehenden Kalkulations-

mappen (Bild 9).

Alle Mappen können bezüglich ihres Beschreibungstextes, ihrer Strukturierung und ihrer Zugehörigkeit zu den einzelnen Werkzeugtypen frei in der Programmkonfiguration definiert werden.

Selbstkosten	
Kostenaufstellung	
Zurück / Verlassen	
1: Aufspannplatte Fahrseite	14: 14
2: Distanzleiste, oben + unten	15: 15
3: Distanzleiste, rechts + links	16: 16
4: Auswerfergrundplatte	17: 17
5: Auswerferhalteplatte	18: 18
6: Formplatte / Formrahmen Stempel	19: 19: Zwischenplatte Düsenseite
7: Stempeleinsatz	20: 20: Zwischenplatte Fahrseite
8: Formplatte / Formrahmen Gesenk	21: 21: KtF - Kleinteilfertigung
9: Gesenkeinsatz	22: 22: BF - Bankfertigung
10: Aufspannplatte Düsenseite	23: 23: KT - Kaufteile
11	24: 24: M/F/T-Musterung/Formteillfert./Transport
12	25: 25: Mehraufwand Durchlaufzeitverkürzung
13	26: 26: K/AV - Konstruktion/AV

Bild 10 Kalkulationsmappen, wählbar in Abhängigkeit vom Werkzeugtyp

Beispielhaft stehen zur Zeit folgende Mappen zur Verfügung:

- Aufspannplatte, Fahrseite
- Distanzleiste, oben + unten
- Distanzleiste, rechts + links
- Auswerfergrundplatte
- Auswerferhalteplatte
- Formplatte / Formrahmen Stempel
- Stempeleinsatz
- Formplatte / Formrahmen Gesenk
- Gesenkeinsatz
- Aufspannplatte Düsenseite
- Mappen 11 bis 18 z.Zt. als Reservemappen
- Zwischenplatte Düsenseite
- Zwischenplatte Fahrseite
- Kleinteilfertigung
- Bankfertigung
- Kaufteile
- Musterung / Formteillfertigung / Transport
- Mehraufwand (Kosten) für Durchlaufzeitverkürzung
- Konstruktion / AV

Nach Betätigung der gewünschten Mappenschaltfläche erscheint die ausgewählte

PCMOLD/PCCALC KST -DEMO- [FB970101.GW1] - [5: Auswerferhalteplatte]

Datei Tabellen Optionen Info

Material-Nr.  1.1730  1.2312  1.2343  1.1731  1.0037.07 ( St 37-2K )  1.0037.07 ( St 37-2K )  1.0503 ( C 45 )  1.0503.07 ( C 45 K )  anderes

Bauteilabmessungen (LxBxH) [mm] 2.350 1.400 100

Materialbez./Nr. 1.1730

Material-Kosten [DM/kg] 1,90

Gewicht [kg] 2.582,650

Material-Kosten [DM] 4.907,03

Bearbeitungs Umfang 0

Bearbeitungs-Kosten [DM] 0,00

Lieferant/Bemerkung

Gesamt-Kosten [DM] 4.907,03

Selbst-Kosten [DM] 5.088,60

	Funktionselemente	Bemerkung	AGR	SK[DM/	Z d E	h / E	Ges h	EL [DM]	FL [DM]	SK [DM]
1	Bohrung mit Senkung	Bohren, Senken	540/06	110,00	40	0,50	20,00	2.200,00	0,00	2.200,00
2	Aufnahme für Führung	Bohren, Reiben	540/06	110,00	4	3,00	12,00	1.320,00	0,00	1.320,00
3	Bohrung für Hydraulik	Bohren	540/06	110,00	16	0,19	3,04	334,40	0,00	334,40
4	Aussparung für Stütze	O-Stützen	540/34	150,00	10	0,80	8,00	1.200,00	0,00	1.200,00
5	Bohrung für Hydraulik	Bohren	540/06	110,00	12	1,00	12,00	1.320,00	0,00	1.320,00
6	Aussparung für Hydrat	Fräsen	540/34	150,00	1	12,00	12,00	1.800,00	0,00	1.800,00
7	Bohrung mit Senkung	Bohren, Senken	540/06	110,00	6	0,50	3,00	330,00	0,00	330,00
8				0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9				0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe, Funktionselemente								8.504	0	8.504
Selbstkosten 5: Auswerferhalteplatte (Material + mechanische Bearbeitung)								8.504	0	13.593

Bemerkung / Bohrung mit Senkung für Auswerferstift / Bohren, Senken

← → Alle Mappen Übersicht SK DB -F-

Bild 11 Kalkulationsmappe 'Auswerferhalteplatte'

Mappe.

Je nach Mappentyp ist die Bildschirmmaske in zwei, drei oder mehr Eingabebereiche unterteilt. Neben den Angaben zum Material (Maße, Werkstoff und Bearbeitung) sind bspw. eine Gruppe von Funktionselementen und eine Gruppe 'Arbeitsumfang' vorhanden.

Alle dafür zur Verfügung stehenden Einzelschritte können in der im Hintergrund liegenden Datenbank (MS-ACCESS 2.0) in beliebiger Anzahl definiert werden. Auf 'Knopfdruck' (Beispiel -F- für Funktionselemente) erscheint im oberen Bildfenster die eingeblendete Datenbank mit ihren, genau zu dieser Arbeitsmappe gehörenden (selektierten) Funktionselementen:

wz\_seminar\_2\_0.p65

PCMOLD/PCCALC KST -DEMO- [FB970101.GW1] - [5: Auswerferhalteplatte]

1/18

Datenbank: D:\PCMOLD\MOLDPROJEKTS\CALCV\SAMPLES\KST\_PSE.MDB: Funktionselemente 1

KZ	Funktionselemente	Bemerkung	AGR
5	Aufnahme für Führungsbuchsen	Bohren, Reiben	540/06
5	Aufnahme für Führungsbuchsen	Fräsen, Spindeln	540/34
5	Gewinde zur Befestigung des	Bohren, Gewindefräsen	540/06
5	Aussparung für Kupplungsstück	Fräsen	540/34
5	Bohrung mit Senkung für Auswerferstift	Bohren, Senken	540/06
5	Bohrung mit Senkung für Hochdruckstift	Bohren, Senken	540/06
5	Bohrung mit Senkung für Druckbolzen	Bohren, Senken	540/06
5	Aufnahme für Verdrehsicherung	Fräsen	540/34
5	Aufnahme der Gleit- und Führungselemente	Fräsen	540/34
5	Stift der Gleit- und Führungselemente Schieber	Bohren, Gewindefräsen	540/06

	Funktionselemente	Bemerkung	AGR	SK[DM/	Z d E	h / E	Ges h	EL [DM]	FL [DM]	SK [DM]
1	Bohrung mit Senkung	Bohren, Senken	540/06	110,00	40	0,50	20,00	2.200,00	0,00	2.200,00
2	Aufnahme für Führung	Bohren, Reiben	540/06	110,00	4	3,00	12,00	1.320,00	0,00	1.320,00
3	Bohrung für Hydraulik	Bohren	540/06	110,00	16	0,19	3,04	334,40	0,00	334,40
4	Aussparung für Stütze	O-Stützen	540/34	150,00	10	0,80	8,00	1.200,00	0,00	1.200,00
5	Bohrung für Hydraulik	Bohren	540/06	110,00	12	1,00	12,00	1.320,00	0,00	1.320,00
6	Aussparung für Hydrat	Fräsen	540/34	150,00	1	12,00	12,00	1.800,00	0,00	1.800,00
7	Bohrung mit Senkung	Bohren, Senken	540/06	110,00	6	0,50	3,00	330,00	0,00	330,00
8				0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9				0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe, Funktionselemente								8.504	0	8.504
Selbstkosten 5: Auswerferhalteplatte (Material + mechanische Bearbeitung)								8.504	0	13.593

Bemerkung / Bohrung mit Senkung für Auswerferstift / Bohren, Senken

← → Alle Mappen Übersicht SK DB -F-

Bild 12 Kalkulationsmappe 'Auswerferhalteplatte' mit eingeblendeter Datenbanktabelle 'Funktionselemente'

In allen Mappen sind Steuerelemente zum schnellen Sprung in andere Mappen oder in Übersichten (bspw. Selbstkosten oder Kostenaufstellung) vorhanden:



Die einzelnen Materialien können ebenso in einer Stammdatentabelle (MS-ACCESS 2.0) definiert werden, wie die einzelnen Kostenstellen bzw. Arbeitsgruppen:

Konfigurationsprogramm:

Materialbezeichnung	M DM/kg
1.1730	DM 4,60
1.2312	DM 4,80
1.2343	DM 5,00
1.2738	DM 5,20
1.2764	DM 5,40
1.2767	DM 5,60
1.7131	DM 5,80

Hauptprogramm:

Material-Nr.

1.1730       1.7131

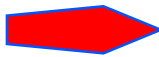
1.2312

1.2343

1.2738

1.2764

1.2767       anderes



AGR	Arbeitsgruppe	Vollkosten	KZ
260/	Elektroabteilung	DM 65,00	2
414/43	CAD-Elektrokonstruktion	DM 140,00	1
419/41	CAD-Konstruktion FB	DM 160,00	1
419/42	CAD-Workstation FB	DM 160,00	1
444/47	NC-Progr. Maschinenpark	DM 160,00	1
501/01	Urmodellbau	DM 100,00	2
510/01	Fertigungshilfsmittelbau	DM 130,00	2
520/01	Prototypenbetriebsmittelba	DM 90,00	2
540/02	Zuschnitt	DM 90,00	2
540/06	Radialbohrmaschine	DM 110,00	2
540/11	Drehmaschine	DM 90,00	2
540/12	Schleifmaschine	DM 150,00	2
540/13	Drehmaschine [CNC]	DM 100,00	2
540/16	Stoßmaschine	DM 100,00	2
540/31	Fräsmaschine Mikron	DM 100,00	2
540/32	Univ.-Fräsmaschine Huron	DM 90,00	2
540/??	Planabschleifmaschine	DM 90,00	2

Bilder 13 + 14

DB-Tabelle 'Materialkosten'. Bei Programmstart werden die eingetragenden Materialbezeichnungen und Kosten gelesen und wahlweise im Hauptprogramm als Optionsfelder (siehe Bild 14) oder als Auswahlliste in den jeweiligen Masken eingeblendet.

Bild 15

DB-Tabelle 'AGR' (=Arbeitsgruppen bzw. Kostenstellen). Die Tabelle enthält u.a. ein Kennzahlfeld, um optional für die Ergebniszusammenstellung Fremdleistungen detailliert betrachten zu können.

Bild 16

Folgende Tabellen stehen z.Zt. unter MS-ACCESS 2.0 zur Stamdateneingabe zur Verfügung:



## Ergebnisausgabe

Um jederzeit eine optimale Übersicht zu haben, ist die Ergebnisausgabe jeweils für Bildschirm und Drucker getrennt aufgebaut. Auf dem Bildschirm (Beispiel Kostenaufstellung) können alle Zwischensummen und die Endsumme incl. Zuschlägen immer vollständig eingesehen werden. Nur die einzelnen Details in den Gruppen wie Eigenleistung Konstruktion oder Eigenleistung Fertigung, sind in Scrollbereichen untergebracht. Wahlweise können nur die Arbeitsgruppen bzw. Kostenstellen eingeblendet werden, die einen Wert größer DM 0,00 haben oder alternativ alle definierten Kostenstellen.

Arbeitsgruppe	Aufwand [h]	Material	Eigenl. [DM]	Fremdl.	Selbstk.
1: Aufspannplatte Fahrseite	54,00	4.907,03	5.924,69	0,00	11.013,29
2: Distanzleiste, oben + unten	25,14	2.100,03	2.900,35	0,00	5.078,08
3: Distanzleiste, rechts + links	0,00	3.412,55	0,00	0,00	3.538,82
4: Auswerfergrundplatte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5: Auswerferhalteplatte	70,04	4.907,03	7.554,77	0,00	12.643,36
6: Formplatte / Formrahmen Stempel	0,00	33.574,44	0,00	0,00	34.016,70
7: Stempelreinsatz	119,99	0,00	12.667,30	0,00	12.667,30
8: Formplatte / Formrahmen Gesenk	0,00	36.596,15	0,00	0,00	37.950,21
9: Gesenkreinsatz	632,06	0,00	64.182,47	50.000,00	115.282,50
10: Aufspannplatte Düsenseite	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19: Zwischenplatte Düsenseite					
20: Zwischenplatte Fahrseite					
21: KIF - Kleinteilfertigung	10,00	354,27	1.043,70	100,00	1.513,28
22: BF - Bankfertigung	0,00	0,00	1.208,52	0,00	1.208,52
23: KT - Kaufteile	0,00	16.167,68	0,00	0,00	16.765,88
24: M/F/T-Musterung/Formteilfert./Tr.	0,00	0,00	0,00	0,00	2.873,00
25: Mehraufwand Durchlaufzeitverkürz.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26: K/AV - Konstruktion/AV	510,00	0,00	56.115,90	12.000,00	68.379,90
<b>Summe:</b>	<b>1.422,03</b>	<b>102.019,20</b>	<b>151.597,70</b>	<b>62.100,00</b>	<b>323.730,80</b>

Bild 17  
Ergebnismappe 'Selbstkosten', nach Mappen gelistet

AGR	AGR/Konstruktion	VK[DM]	F[St]	SK[DM]	Fremdleistung Fertigung	DM	SK[DM]
581/08	20-Zusammenbauzeichnung	105,11	458,00	47.259,50	Fremdkosten, gesamt	0,00	0,00
582/08	30-Werkzeugherstellung	146,94	68,00	8.816,43			
520/01	Prototypenbetriebsmodellbau	90,00	8,00	6.202,24			
590/06	Drahtrodieren	70,00	8,00	5.880,00			
590/07	Seilerodieren	80,00	8,00	10.572,00			
540/06	Radbohrmaschine	110,00	264,08	25.243,80			
540/12	Solmehlaschine	150,00	8,00	2.746,40			
540/24	Univ-Filass. Huase[CHC]	150,00	78,00	9.907,40			
540/24	Kleinmaschinen-Hilfsatz	104,27	254,68	37.817,95			
550/10	H/V/U-Filassmaschine	30,00	78,27	8.341,40			
550/24	Mittelmaschinenreparatur	150,00	8,00	570,00			
570/24	Bankfertigung	65,00	12,00	1.208,52			
<b>Zusammenfassung</b>							
Eigenleistung Konstruktion						56.116	
Eigenleistung Fertigung						106.778	
Fremdleistung Konstruktion						12.264	
Fremdleistung Fertigung							
Material / Kaufteile						106.340	
Zusatz-Aufwand							
Summe SK (Preisbereinigt)						282.098	
Zuschläge							
Risiko						10,00	28.210
Gewinn						2,00	5.642
Zahlungsbefreiung						3,00	8.463
Kostenschilderung 1998							
<b>Selbstkosten, incl. Zuschläg</b>							<b>324.413</b>
Fremdleistung Konstruktion							
/ NC-Programmierung						12.000,00	12.264,00

Bild 18  
Ergebnismappe 'Kostenaufstellung', nach Tätigkeiten gelistet



## Zusammenfassung

Die auf den zurückliegenden Seiten gezeigten Masken sind aufgrund der großen Anzahl der zur Verfügung stehenden Programm-Masken nur als Beispiele anzusehen. Sie sollen in erster Linie zeigen, daß die Möglichkeiten der Konfiguration eine sehr individuelle, firmenspezifische Einstellung zulassen.

Jeder Anwender kann weitgehend den Detaillierungsgrad selbst bestimmen, indem er beispielsweise Schritte zusammenfaßt oder nur bestimmte Mappen den einzelnen Werkzeugtypen zuordnet.

Im Gegensatz zu dem ersten Modul zur Werkzeugkalkulation nach einem empirischen Ansatz wird hier den Anwendern zunächst nur eine 'leere Hülle' geliefert. Die Aussagekraft bei neuen Kalkulation wächst mit der Anzahl der hinterlegten Ist- bzw. Nachkalkulationen.

Ist hier eine ausreichende Anzahl vorhanden, so kann man mit Hilfe von einmalig, individuell zusammengestellten Frageseiten (möglichst nicht mehr als vergleichsweise eine DIN-A4-Seite) gezielt die hinterlegte Kalkulation aufrufen, die am besten zur neuen Anfrage paßt. Beispiele für hinterlegte Fragen sind

- Raumdiagonale des/der Formteile
- Einzel- /Mehrfach- oder Familienwerkzeug
- Anzahl der Rippen
- Oberfläche ...

Die detaillierte, kostenstellenbezogene Betrachtungsweise eignet sich auch sehr gut für die Arbeitsvorbereitung, da alle Schritte im Programm hinterlegt und optional auf Begleitkarten ausdrückbar sind.

Der Nachteil ist jedoch zum ersten Programm-Modul ein zunächst deutlich höherer Zeitaufwand, der sich nur bei größeren Werkzeugen oder im Fall einer 'sicheren' Auftragsvergabe (bspw. für den Eigenbedarf) lohnt.

Auch ist festzustellen, daß viele Firmen den kostenstellen- und auftragsbezogenen Aufwand z.Zt. noch sehr selten transparent erfassen. Dies ist aber für die erfolgreiche Anwendung des letzten Modules sehr wichtig und sollte im eigenen Interesse auch unabhängig zunehmend mehr beachtet werden. Nur so kann man sinnvolle Vergleiche ziehen, wie kostendeckend manche politische Preise oder schnelle Vorkalkulationen wirklich am Ende sind.

## Verfügbarkeit

Beide Module sind zur Zeit noch in der Entwicklung.

Als Prototyp verfügbar ist das Modul zur Kostenstellenkalkulation. Hier ist ein kurzes Verbundprojekt (1-5 Firmen) im 1. Quartal geplant, um das Feintuning vorzunehmen zu können, bzw. um mögliche weitere Firmenwünsche zu integrieren.

Das Modul zur empirischen Kalkulation wird ab Mitte Dezember mit einer Firma weiterentwickelt, die seit Jahren nach diesem Verfahren kalkuliert und die die dringend notwendigen Daten zur Verfügung stellen kann. Eine Fertigstellung ist ebenfalls zum Ende des 1. Quartals 1998 geplant.

## Literatur

**1 Schlüter, H.**

"Verfahren zur Abschätzung der Werkzeugkosten bei der Konstruktion von Spritzgußteilen", Dissertation, RWTH Aachen, 1980

**2 Becker, A.**

"Systematisierung der Angebotserstellung von Spritzgießwerkzeugen",  
Diplomarbeit an der Märkischen FH, Iserlohn 1985

**3 Schneider, O.**

"Programmerstellung zur Kostenkalkulation von Spritzgießwerkzeugen",  
Diplomarbeit an der Märkischen FH, Iserlohn 1986

**4 Schmidt, E.**

"Erprobung von Rechenprogrammen zur Kalkulation von Spritzgießwerkzeugen",  
Diplomarbeit an der Märkischen FH, Iserlohn 1987

**5 Lau, Th. , Sessinghaus, D.**

"Kalkulation von Spritzgießwerkzeugen",  
Diplomarbeit an der Märkischen FH, Iserlohn 1995

**6 Rohe, P. , Weber, R.**

Ähnlichkeitsbetrachtungen von Formteilgeometrien/-konturen als Grundlage zur Kalkulation von Spritzgießwerkzeugen,  
Diplomarbeit an der Märkischen FH, Iserlohn 1996

**7 Haarmann, M.**

Schaffung der Kalkulationsgrundlage für die mechanische Standardbearbeitung an Großwerkzeugen für das Spritzgießen und Fließpressen,  
Diplomarbeit an der Märkischen FH, Iserlohn 1997

**8 Berlin, Heitel, Wilmsen**

Kalkulationsgrundlagen für Spritzgießwerkzeuge, STKT, Karlsruhe 1993