

# **Rechnerunterstützte Ähnlichteilsuche bei der Angebotserarbeitung von Gußstücken**

## **Teil 2: Assistenzsystem Ähnlichteilsuche**

*Im vorliegenden Beitrag wird ein Prototyp eines rechnerunterstützten Suchsystems für Ähnlichteile vorgestellt. Voraussetzung für die Anwendung dieser Softwarelösung sind die rechentechnisch aufbereiteten Daten der Gußteilanfrage sowie eine Datenbank mit den hinterlegten Merkmalen bereits gefertigter Teile. Die Ähnlichteilsuche basiert auf dem visuellen Vergleich der Gußteile auf dem Desktop und gestattet kurzfristig, anhand einer Checkliste, die Durchführung eines Technologieabgleiches.*

### **Einleitung**

Dem Informationsmanagement kommt in der industriellen Fertigung eine wachsende Bedeutung zu. Ein Anliegen betrieblicher Rationalisierungsmaßnahmen in Gießereien besteht darin, Lösungen zum Ablegen und kurzfristigen Wiederauffinden bereits erarbeiteter Lösungen zu schaffen, um Kosten und Durchlaufzeiten bei der Angebotserarbeitung zu verringern.

Die Voraussetzung für eine erfolgreiche Ähnlichteil-/Wiederholteilsuche besteht in der Schaffung einer objektiven Klassifikation, in der sich sämtliche Gußteile eines Teilespektrums einordnen und wieder auffinden lassen. Diese Bedingungen werden von den bekannten Klassifikationssystemen in unterschiedlicher Qualität erfüllt.

In [1] wurde bereits ein Überblick über konventionelle und progressive Klassifikationsverfahren für Gußteile gegeben. Im folgenden wird eine rechentechnische Lösung, welche im Ergebnis einer Forschungsarbeit entstand, vorgestellt.

### **Ausgangssituation**

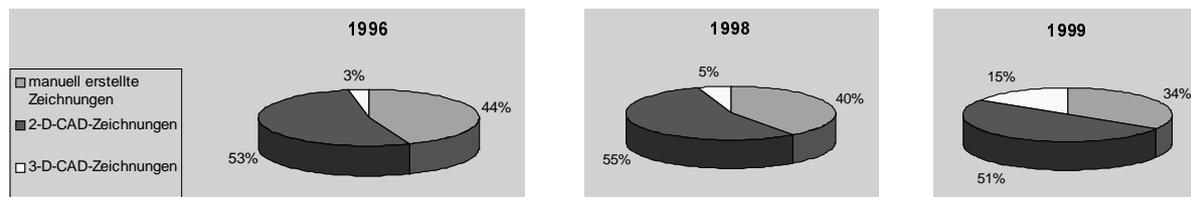
Erstrebenswert für die Durchführung eines rechnerunterstützten geometrischen Ähnlichkeitsvergleiches ist das Vorhandensein von 3-D-CAD-Daten der angefragten und bereits erstellten Gußteile. Diese können mittels des Viewers eines CAD-Systems in verschiedenen Richtungen gedreht und gezoomt werden, so daß ein Gußteil bezüg-

lich der notwendigen Technologie objektiv bewertet werden kann. Hinzu kommt die Möglichkeit, die CAD-Volumenmodelle ähnlicher Gußteile übereinanderlegen zu können, um so Schlußfolgerungen bezüglich Abweichungen bei der Kern- und Formfertigung ziehen zu können.

Vorteilhaft wäre sicherlich ein direkter Vergleich der einzelnen Features ähnlicher Bauteiles. Absehbar sind jedoch Probleme in der Hinsicht, daß bei Anwendung unterschiedlicher CAD-Systeme (in Bezug auf den Kunden und die Gießerei) beim Konvertieren von CAD-Modellen Informationen verloren gehen können, so daß die Featurestruktur nicht nachvollzogen und somit kein Vergleich durchgeführt werden kann. Aus diesem Grund wurde von dieser Methode des direkten Geometrievergleiches im Rahmen der Untersuchungen Abstand genommen.

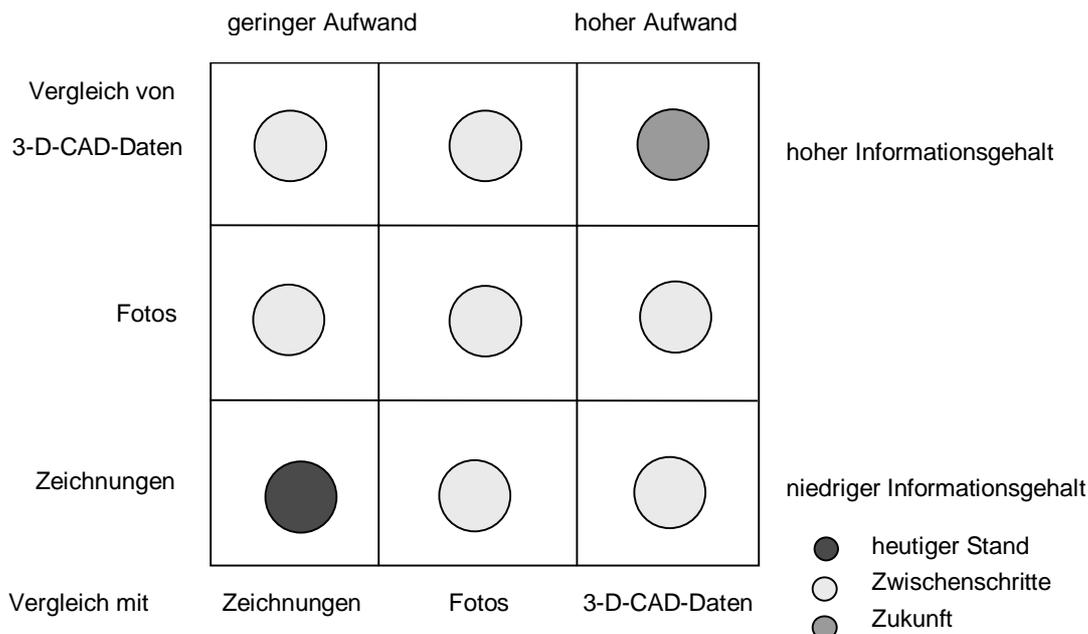
Analysen ergaben, daß die angedachte Lösung eines visuellen Geometrievergleiches den sich verändernden Informationsarten in Gießereien entgegenkommt. **Bild 1** wird verdeutlicht, daß manuell erstellte Zeichnungen, als Grundlage für die Erstellung eines Angebotes, rückläufig sind. Andererseits nimmt der Anteil an Zeichnungen, welche mittels eines CAD-Systems (2-D- oder 3-D-CAD-System) erstellt wurden sowie der Anteil an 3-D-CAD-Daten zu. So kann davon ausgegangen werden, daß der Anteil an eingehenden 3-D-CAD-Daten im Rahmen der Angebotsphase in Gießereien mit Einzel-, Klein- und Mittelserienfertigung im Jahr 1999 im Durchschnitt auf ca. 15 % gestiegen ist und weiter anwächst.

Da die rechnerunterstützte Lösung zwar zukunftsweisend, aber auch aktuelle Datenbestände in den arbeitsvorbereitenden Abteilungen von Gießereien berücksichtigen und somit bereits jetzt ihren Einsatz finden soll, ist diese so zu gestalten, daß für eine bestimmte Übergangsphase sowohl 3-D-CAD-Daten als auch alle anderen Arten von Geometrieinformationen für Ähnlichkeitsvergleiche genutzt werden können.



**Bild 1:** Anteil an 3-D-CAD Zeichnungen/Daten in Gießereien

Eine Übersicht der verschiedenen Möglichkeiten des Vergleiches von Geometrieinformationen zeigt die im **Bild 2** dargestellte Matrix.



**Bild 2:** Möglichkeiten der rechentechnischen Ablage von Geometriedaten als Basis eines Ähnlichteilvergleiches

Die Voraussetzung sind rechentechnisch aufbereitete Daten. Für Zeichnungen und Fotografien bedeutet es, daß diese beispielsweise einzuscannen sind. Bei Zeichnungen großer und komplizierter Teile mit einer Vielzahl von Schnitten kann das mit Unübersichtlichkeit und mangelhafter Lesbarkeit der Daten verbunden sein. Als zweckmäßig zur fotografischen Datendokumentation erweist sich der Einsatz einer Digitalkamera. Die damit festgehaltenen Geometriedaten können direkt in einer Datei abgelegt und weiterverarbeitet werden. Videosequenzen gefertigter Gußteile wären ebenfalls für einen Geometrievergleich denkbar.

Neben den Geometriedaten sind ebenfalls die in der Gießerei zu den einzelnen Gußteilen vorhandenen Informationen zur Technologie und Kalkulation rechentechnisch aufzubereiten. Bei vorhandenem PPS- oder Kalkulationssystem ist dies meist gegeben, vorausgesetzt die angelegten Gußteildateien werden entsprechend gepflegt und aktualisiert.

Für die Umsetzung einer rechnerunterstützten Ähnlichteilsuche besitzt die Gewährleistung eines vollständigen und stets aktualisierten Datenbestandes oberste Priorität. Nur so kann die Qualität der Angebote erhöht und die Zeitdauer zu deren Erstellung gesenkt werden.

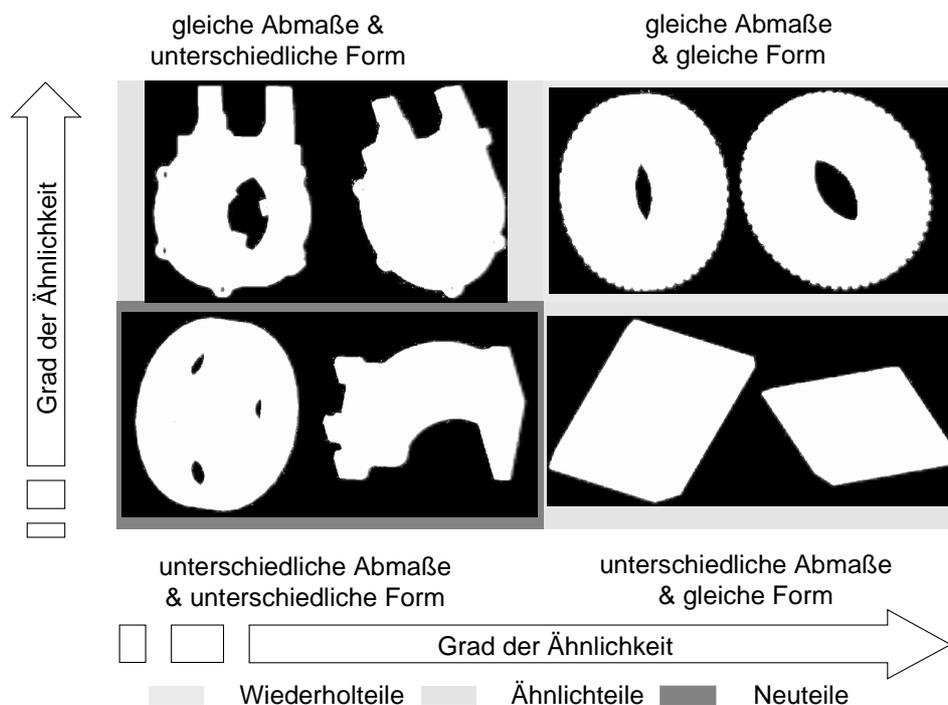
Bevor das Assistenzsystem zur Ähnlichkeitsuche konkret beschrieben wird, soll im folgenden Abschnitt zunächst auf die Klärung des Begriffes "Ähnlichkeit" eingegangen werden.

### **Definition des Begriffes "Ähnlichkeit"**

Die geometrische Ähnlichkeit von Objekten, wie zum Beispiel von Gußstücken, beinhaltet zwei Aspekte. Zum einem bezieht sie sich auf die Form eines Gußteiles, welche sowohl die Grundform als auch eventuelle Nebenform- und Erweiterungsformelemente impliziert, und zum anderen auf dessen Größe, also seine Abmessungen. In [2] ist eine Definition der Ähnlichkeit geometrischer Körper im Sinne der Mathematik enthalten.

Wiederholteile stellen einen Sonderfall der Ähnlichteile mit 100-prozentiger Übereinstimmung von Form und Größe dar.

Alle anderen Objekte können auf zwei Arten ähnlich sein, entweder besitzen sie die gleiche Form oder die gleiche Größe. Beide Varianten haben einen Ähnlichkeitsgrad von 50 Prozent. In beiden Fällen können Ableitungen für die Technologie getroffen werden. Gußteile, die weder die gleiche Form noch die gleiche Größe aufweisen, sind einander nicht ähnlich (**Bild 3**).



**Bild 3:** Ähnlichkeit von Gußstücken

### **Rechnerunterstützte Lösung zur Ähnlichkeitsuche**

Die rechnerunterstützte Suche nach ähnlichen Gußstücken basiert auf einem mehrstufigen Prozeß, in dessen Ablauf die Anzahl der zu vergleichenden Gußteile eingeschränkt wird. Ziel ist dabei, zu einem angefragten Gußstück das ähnlichste, bereits gefertigte Gußstück zu finden. Im folgenden werden die notwendigen Schritte, welche bei der Ähnlichkeitsuche einzuhalten sind, aufgeführt:

- Schritt 1:* Rechentechnische Aufbereitung der Daten des angefragten Gußstückes und Einordnung in eine bestehende Grundformklassifikation
- Schritt 2:* Auswahl ähnlicher Gußteile innerhalb einer Grundformklasse durch einen stufenweisen Vergleich der Geometrie
- Schritt 3:* Ableitung der Auswirkungen der Technologie aus den erkannten Geometriedifferenzen zwischen angefragtem und gefundenem Ähnlicheil
- Schritt 4:* Anpassung der Kalkulationsdaten anhand der Änderungen in der Technologie und Abgabe eines neuen Angebotes.

### **Klassifikationssystem**

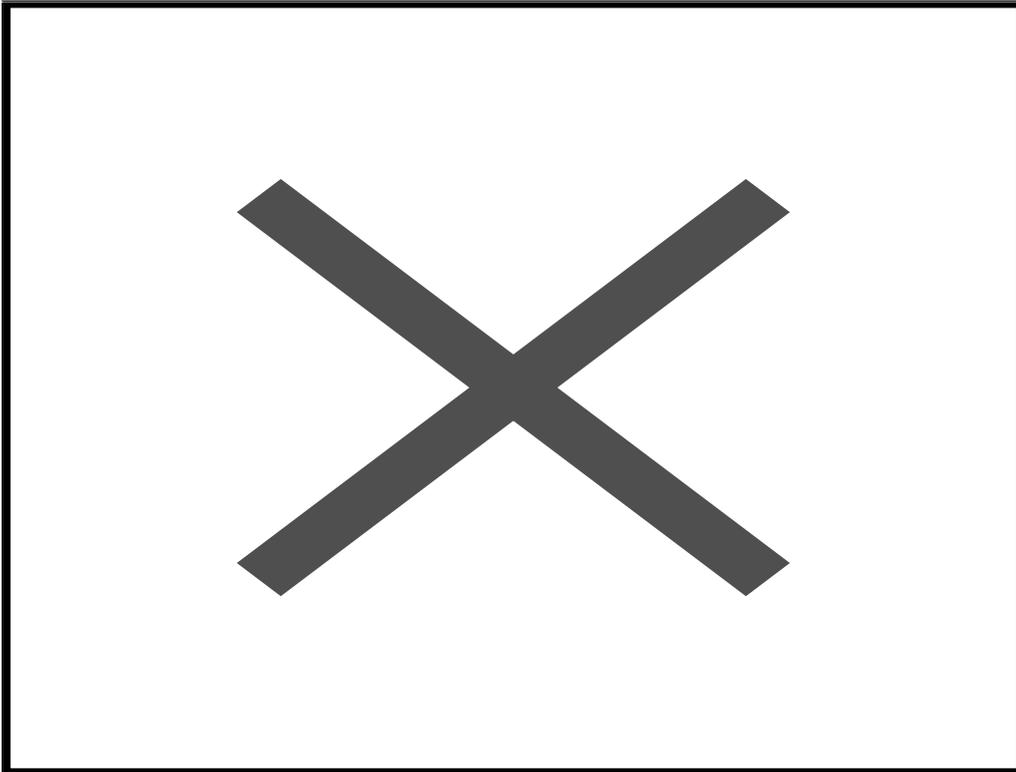
Voraussetzung für eine erfolgreiche Ähnlicheil-/Wiederholteilsuche bildet das Vorhandensein einer eindeutigen Klassifikation der Gußstückpalette. Um eine möglichst objektive und einfach zu handhabende Klassifikation aufzustellen, ist es zweckmäßig auf eine Beschreibung der Grundform und der Abmessungen der Gußstücke zurückzugreifen.

Um die Einordnung eines Gußteiles in die Klassifikation zu erleichtern, wird die Grundform anhand verschiedener Kriterien beurteilt. Geringe Abweichungen und Aussparungen bleiben bei der Beurteilung der Grundform unberücksichtigt.

Nach der geometrischen Grundform werden die Gußteile unterschieden in:

- Rotations-
- Prisma- und
- Kombinationsteile.

Beispielhaft sollen hier die Kriterien für Rotations- (**Bild 4**) und Prismateile (**Bild 5**) aufgeführt werden.



**Bild 4:** Zuordnungsschema für Rotationsteile

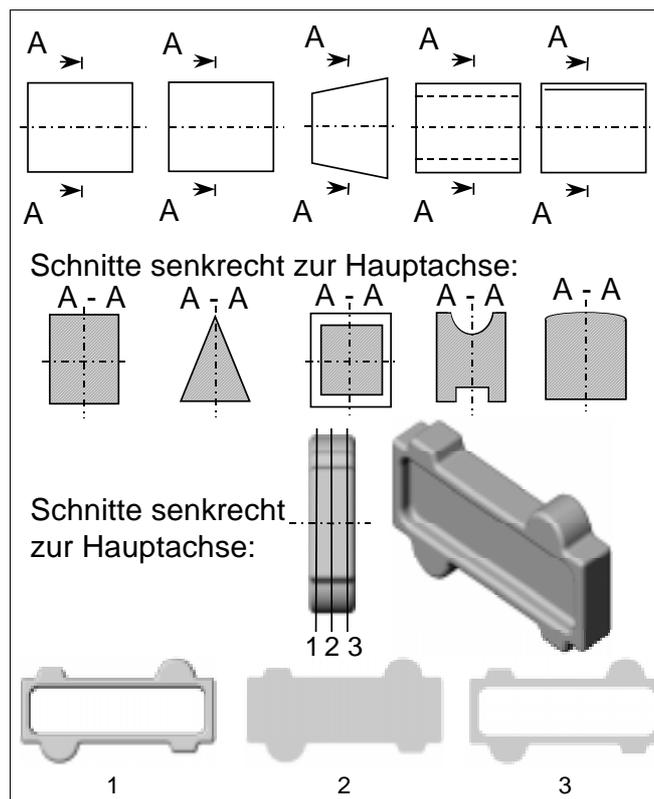
Unter *Rotationsteilen* versteht man Gußstücke, die folgenden Bedingungen genügen:

- Das Gußteil verfügt über nur eine Rotationsachse.
- Die geometrische Grundform wird durch die Rotation einer Fläche um die Rotationsachse gebildet.
- In jedem Schnitt senkrecht zur Rotationsachse ist eine Kreisfläche, Kreisringfläche oder Segmente dieser Flächen enthalten.

Prismateile hingegen weisen die folgenden Merkmale auf:

- Die geometrische Grundform kann besser mit einem Quader als mit einem Zylinder umschrieben werden.
- In den Schnittflächen entlang der x-, y- bzw. z-Achse sind immer Polyeder enthalten, die durch eine begrenzte Anzahl an Rechtecken und Dreiecken beschrieben werden können.

Diese Bedingungen gelten sowohl für die Fertigteilform als auch für die Rohteilform der Gußstücke.

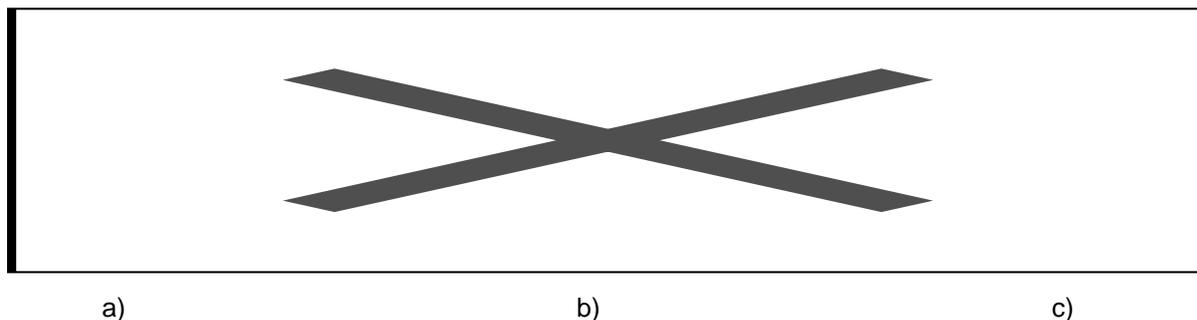


**Bild 5:** Zuordnungsschema für Prismateile

Formelemente wie Rippen, Speichen, Bohrungen und Ausnehmungen zur Gewichtsersparnis oder auch Formelemente die zur Funktionserweiterung dienen, wie Aufnahmen, Zapfen und Flansche werden bei der Einordnung der Gußteile in die Grundformklassen vernachlässigt, sofern ihre Abmessungen im Vergleich zu den Hauptabmessungen des Gußteiles wesentlich geringer sind. Ist dies nicht der Fall, sind diese Gußteile den Kombinationsteilen zuzuordnen.

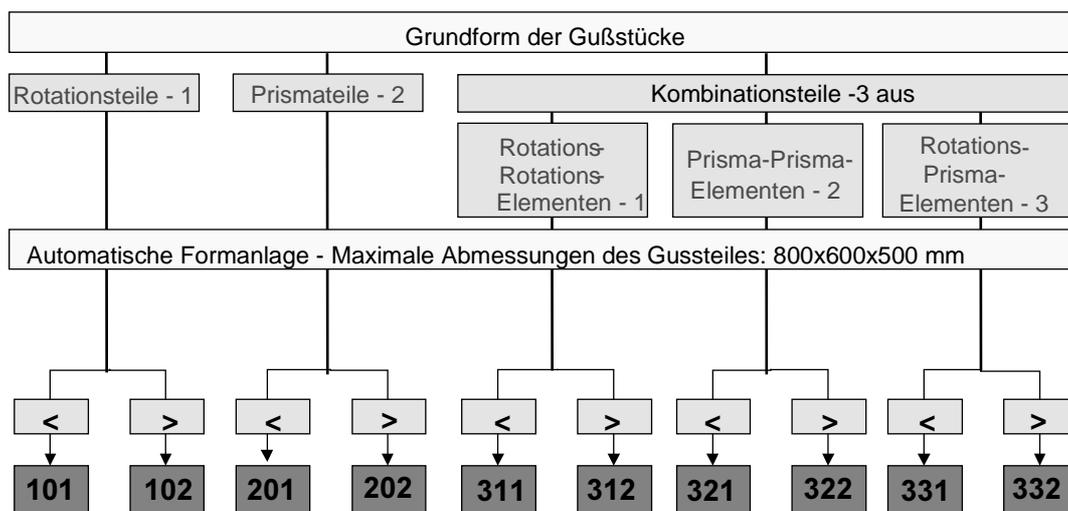
Da Gußstücke in ihrer Gestalt in der Regel sehr komplex sind, ist zu erwarten, daß sich eine Vielzahl der Gußstücke unter Kombinationsteilen einordnen lassen und somit eine Häufung in dieser Klasse auftritt. Um die Übersichtlichkeit dort zu wahren, wird eine weitere Unterteilung der Kombinationsteile vorgeschlagen.

Unter Beachtung dessen, daß die Grundform keinen direkten Einfluß auf die Technologie hat, d.h. geometrisch ähnliche Teile einer Grundformklasse können, *a b e r* müssen nicht zwingend technologisch ähnlich sein (**Bild 6**), war es notwendig, noch ein zweites Unterscheidungs-/ Klassifikationsmerkmal einzuführen.



**Bild 6:** Geometrisch ähnliche Gußteile einer Grundformklasse mit Bezug auf die Technologie bei Einsatz ein und desselben Formkastens  
 a) Schneckenrad mit Durchmesser von 200 mm  
 b) Schneckenrad mit Durchmesser von 100 mm  
 c) Schneckenrad mit Durchmesser von 400 mm

Als zweckmäßig erscheint eine Zuordnung der Gußteile in Abhängigkeit von deren Abmessungen zu in Betracht kommenden Formausrüstungen<sup>1</sup>-gemäß der Überprüfung der Realisierbarkeit [3], zugeschnitten auf die Bedingungen der jeweiligen Gießerei. Im **Bild 7** ist der Aufbau der vereinfachten Klassifikation als Bestandteil der rechnerunterstützten Ähnlichteilsuche für eine automatische Formanlage, geeignet für maximale Gußteilabmessungen von 800x600x500 mm zu sehen.



**Bild 7:** Klassifikationsschema für Gußteile, gefertigt/ zu fertigen auf einer automatischen Formanlage  
 Legende zur Verschlüsselung der Abmessungen:  
 1 – Gußteilabmessungen < 800 x 600 x 500 mm  
 2 – Gußteilabmessungen > 800 x 600 x 500 mm

Gußstücke, welche Abmessungen oberhalb der angegebenen Grenze aufweisen, können nicht auf der automatischen Formanlage hergestellt werden. Mit der Berück-

<sup>1</sup> Darunter versteht man die Formanlagen, -maschinen und -abschnitte einschließlich der zur Anwendung gelangenden Formkästen.

sichtigung des Formverfahrens bzw. der Formanlage in der Klassifikation wird der Zusammenhang zwischen der Geometrie des Gußteiles und der Technologie hergestellt.

Für die strukturierte Ablage der Gußteildaten in einer Datenbank ist die Vergabe eines 3-stelligen Schlüssels für die Einordnung zweckmäßig. Die ersten beiden Stellen beschreiben die Grundform des Gußteils, die dritte Stelle die maximalen Abmessungen. Bei der Vergabe des Ordnungsschlüssels ist besondere Sorgfalt nötig. Durch die Einordnung der Gußteile nach solchen Kriterien werden die Grundanforderung an eine objektive Klassifikation erfüllt.

Neben der Vergabe eines Codes müssen auch die anderen Gußstückdaten aus der Anfrage übernommen und rechentechnisch abgelegt werden. Die Eingabemaske für die strukturierte Ablage der Informationen zum angefragten Gußstück ist im **Bild 8** zu sehen. Die Speicherung dieser Daten erfolgt unter Nutzung einer Access-Datenbank in einer Tabelle „Gußstückanfragen“.

The screenshot shows a software window titled "Daten zur Gußstückanfrage" with a light blue background. It contains the following input fields and sections:

- Header:** "Bitte geben Sie die Daten zur Gußstückanfrage ein:"
- Request Data:**
  - IBM-Nummer der Anfrage: 4
  - Werkstoffgruppe: 123
  - Kundennummer: 322
  - Auftragsnummer: 322
- Classification:**
  - Einordnung des Gußstücks: Grundform: 10, max. Abmessungen: < 300x500x500 >, Code: 101
  - Buttons: "Schema zur Einordnung", "Bitte"
- Reference:**
  - Verweis auf die IBM Nummer: 4123322
  - Graphik-Format auswählen: Format
  - ausgewählte Datei: 4123322.gif
- Part Specifications (mm):**
  - Gußstückbezeichnung: Schneckenrad
  - Werkstoff: GGG 40.3
  - Stückzahl: 90
  - 2140
  - Länge: 400
  - Breite: 400
  - Hohe: 182
  - Durchmesser
  - Buttons: "Weiter", "Zurück"
- Requester Info:**
  - Eingangsdatum der Anfrage: Tag, Monat, Jahr: 19.01.00
  - Name, Vorname: Bearbeiter: Schulz, Armin

**Bild 8:** Eingabemaske für die Daten der Gußteilanfrage

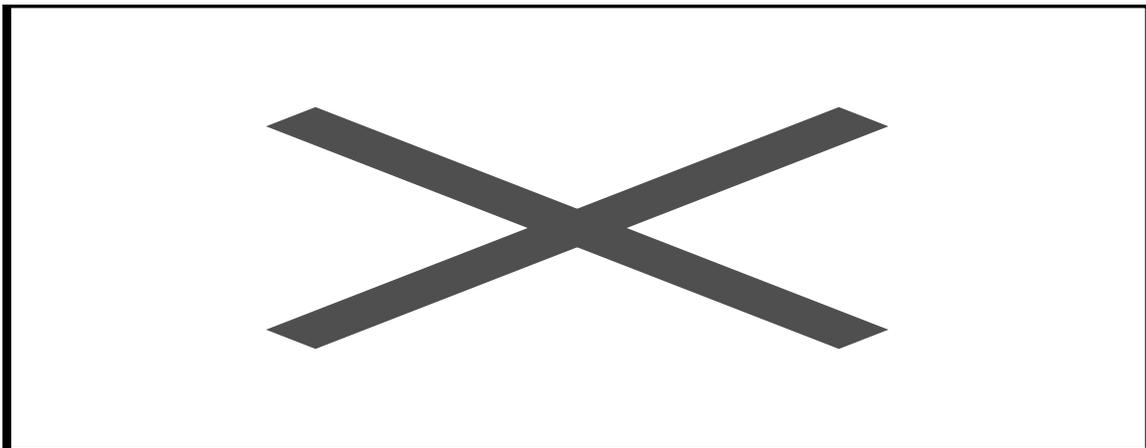
### ***Stufenweiser Geometrievergleich***

Im folgenden wird die Vorgehensweise bei der Suche nach Ähnlichteilen unter Anwendung des Assistenzsystems näher beschrieben. Voraussetzungen für die Reali-

sierung eines solchen Suchsystems aus hardwaretechnischer Sicht ist ein leistungsfähiger PC. Als Software gelangten im Rahmen der Untersuchungen das CAD-System SolidWorks99, die Datenbanksoftware MS Access und das Betriebssystem Windows NT zum Einsatz.

Um einen Vergleich von Daten verschiedener Gußteile überhaupt erst zu ermöglichen, ist es notwendig, die Datenbasis sowohl für die bereits gefertigten, als auch für die angefragten Gußteile in gleicher Weise zu strukturieren. Im Falle der Auftragserteilung können die Daten der Gußstückanfrage automatisch in die Datenbasis der bereits gefertigten Gußstücke übernommen werden.

**Bild 9** veranschaulicht den rechnerinternen Vergleich zwischen der Gußteilanfrage und den Gußteilen jener Gruppe, in der sich das Gußteil entsprechend der Grundformklassifikation einordnet.



**Bild 9:** Rechnerinterner Vergleich der Gußteilanfrage mit den abgelegten Gußteildaten

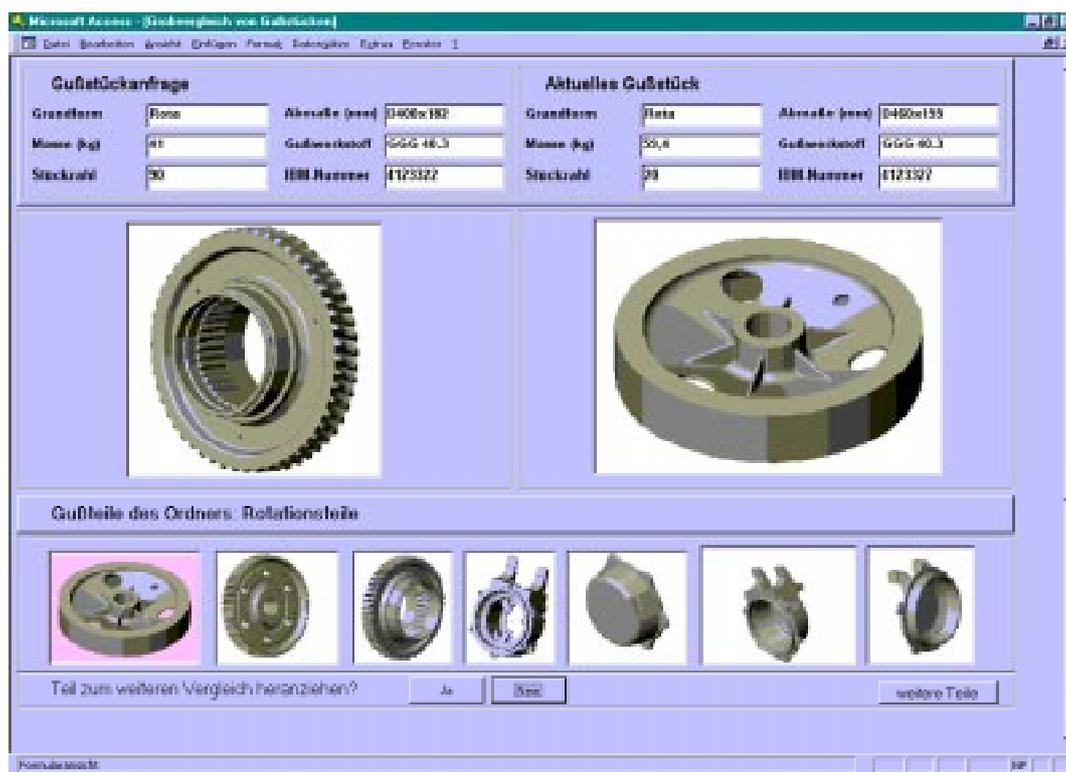
Zu den Daten die für jedes Gußteil aufbereitet und gespeichert werden, gehören Verweise auf Geometrie- und Technologieinformationen, in Form von Bilddateien, CAD-Daten, Text-Informationen und Checklisten, wobei diese speziell für den Technologie- und Kostenabgleich entwickelt wurden.

Von diesem rechnerinternen Vergleich der Gußstückanfrage mit den bereits gefertigten Gußteilen bekommt der Arbeitsvorbereiter als Nutzer nur indirekt etwas mit. Er steuert interaktiv den stufenweise verfeinerten visuellen Vergleich der Gußstücke.

Neben den Geometrieinformationen werden dem Nutzer jedoch auch immer die relevanten Daten des angefragten Gußstücks und des aktuellen, im Vergleich befindlichen Gußstücks angezeigt.

Der *Grobvergleich* stellt die erste Stufe des Geometrievergleiches dar. Er wird zwischen dem angefragten Gußstück und den Gußstücken der Grundformgruppe, in die es eingeordnet wurde, durchgeführt. Da es sich vordergründig um einen visuellen Vergleich der Gußteilgeometrien handelt, war es zunächst erforderlich eine zweckmäßige Bildschirmaufteilung vorzunehmen (**Bild 10**).

Diese gestaltet sich so, daß auf der rechten Bildschirmhälfte die gußstückrelevanten Daten einschließlich einer bildlichen Darstellung des angefragten Gußstückes (Zeichnung, 3-D-Daten, Foto) angezeigt werden. Um den Nutzer in die Lage zu versetzen, relativ schnell ein ähnliches Teil zu finden, besitzt dieser die Möglichkeit, sich im unteren Drittel des Bildschirms alle Gußteile einer ausgewählten Grundformgruppe als Grafik-Datei anzeigen zu lassen.

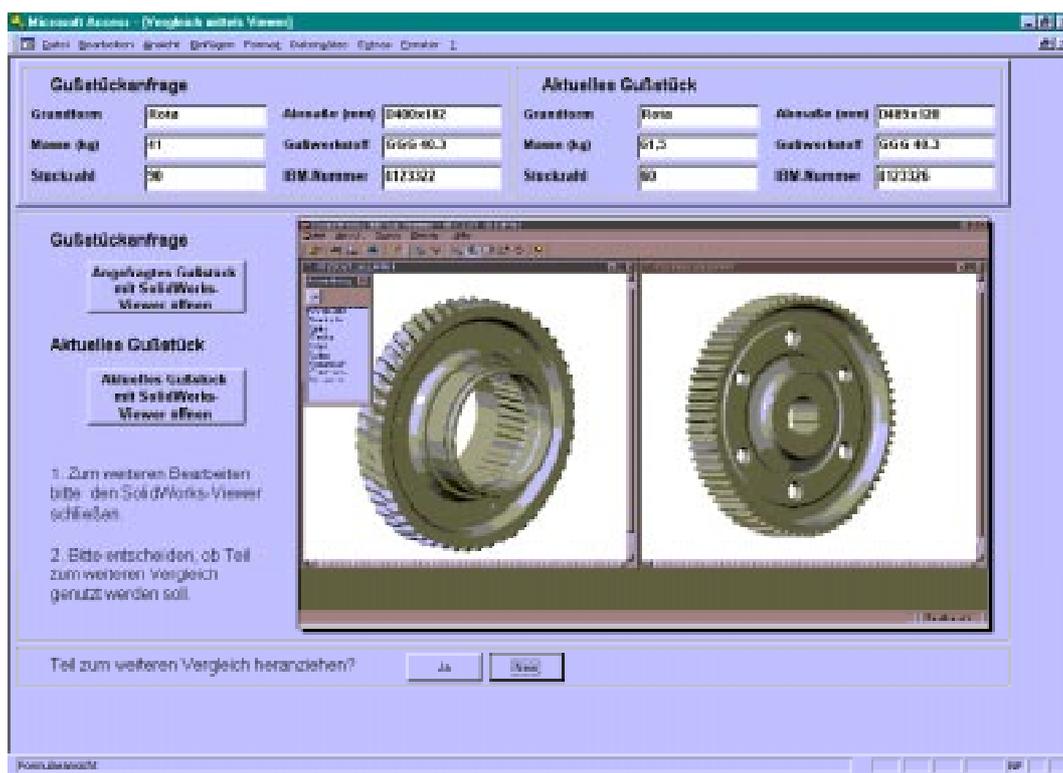


**Bild 10:** Bildschirmaufteilung zur Unterstützung der Suche nach geometrisch ähnlichen Gußteilen

Bei Selektion eines ähnlichen Gußteiles per Mausclick werden auf der linken Bildschirmhälfte, dessen Kopfdaten und die Grafikdatei dargestellt.

Basierend auf dieser Darstellung kann ein Grobvergleich des angefragten Gußteiles mit verschiedenen selektierten Gußteilen durchgeführt werden. Anhand dieses Grobvergleiches wird entschieden, ob ein Gußteil für den weiteren Ähnlichkeitsvergleich herangezogen wird oder nicht. Die ähnlichsten Gußteile, in diesem Fall das zweite und dritte Gußstück der unten dargestellten Teile, werden einem verfeinerten Vergleich, unter Nutzung des Viewers von SolidWorks, unterzogen.

Voraussetzung dafür bildet die Einbindung eines Viewers<sup>2</sup> zum Handling der 3-D-Daten des Gußteiles. Dadurch ist es möglich, die 3-D-Modelle des angefragten und hinterlegten Gußteiles zu drehen, zu zoomen und zu schneiden, was eine wesentlich qualifiziertere Einschränkung der Anzahl an Ähnlichteilen zu läßt. Durch die in der Tabelle der bereits gefertigten Gußteile gespeicherten Verweise auf die 3-D-CAD-Daten können diese durch die zur Verfügung gestellte Oberfläche, wie im **Bild 11** gezeigt, in den Viewer geladen werden.



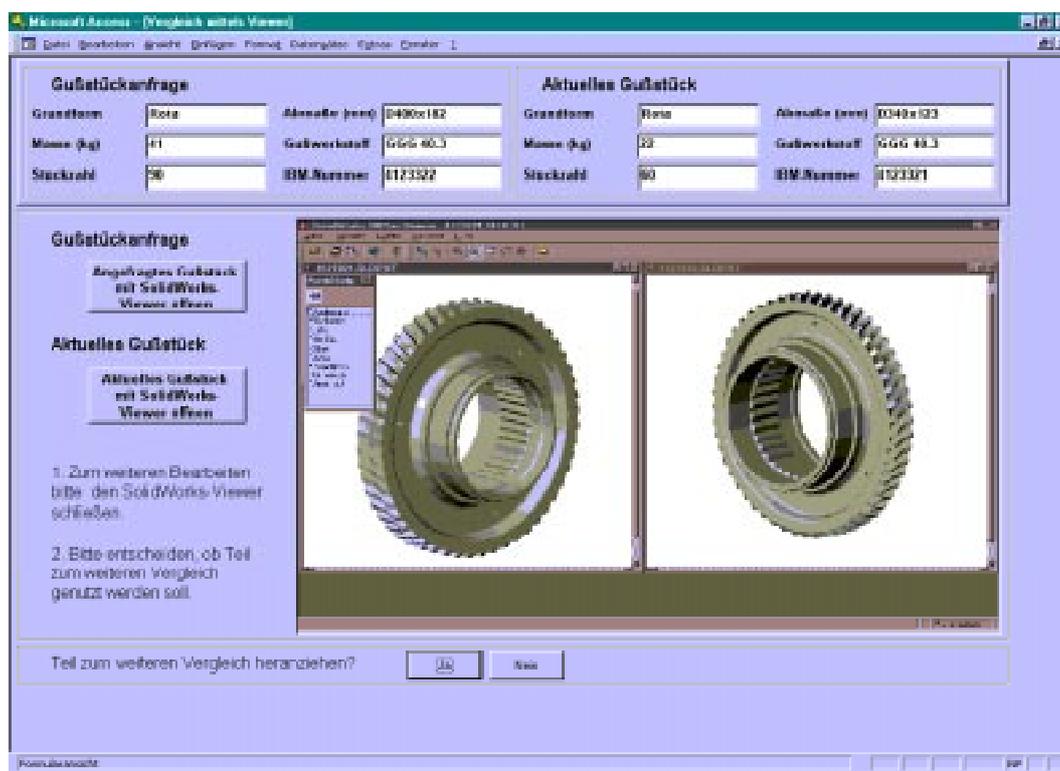
**Bild 11:** Annäherung der Geometrie des angefragten Gußteiles an ein ähnliches, bereits gefertigtes Gußteil

Das **Bild 11** enthält in Bezug auf das angefragte Teil ein ähnliches, bereits gefertigtes Zahnrad. Unterschiede bestehen jedoch in den äußeren maximalen Abmessungen und in der Art der Verzahnung und der Anzahl und Größe der Bohrungen am

<sup>2</sup> Der Volumenmodellierer SolidWorks99 bietet eine solche Funktion.

Umfang der Zahnräder. Somit würde auch dieses Teil nicht für einen weiteren Vergleich in Frage kommen.

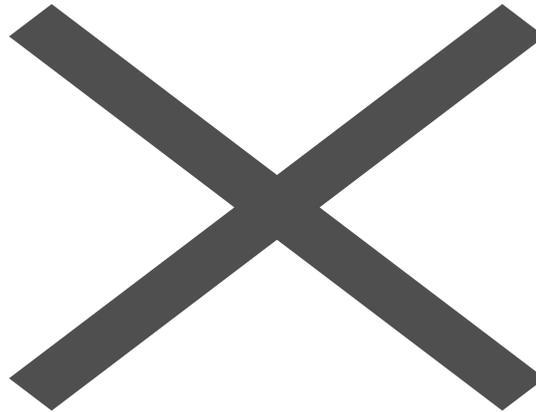
Nach dieser Entscheidung wird das nächste grobähnliche Gußstück in den Viewer geladen und dem selben Vergleich unterzogen. Das bereits gefertigte Schneckenrad, nun im rechten Abschnitt des **Bildes 12** angezeigt, weist die größte Ähnlichkeit zum angefragten Gußteil auf. Es unterscheidet sich zwar in den Hauptabmessungen, hat aber in Anzahl und Form gleiche Formelemente, die sich nur in den Abmessungen unterscheiden.



**Bild 12:** Gegenüberstellung zweier ähnlicher Gußteile

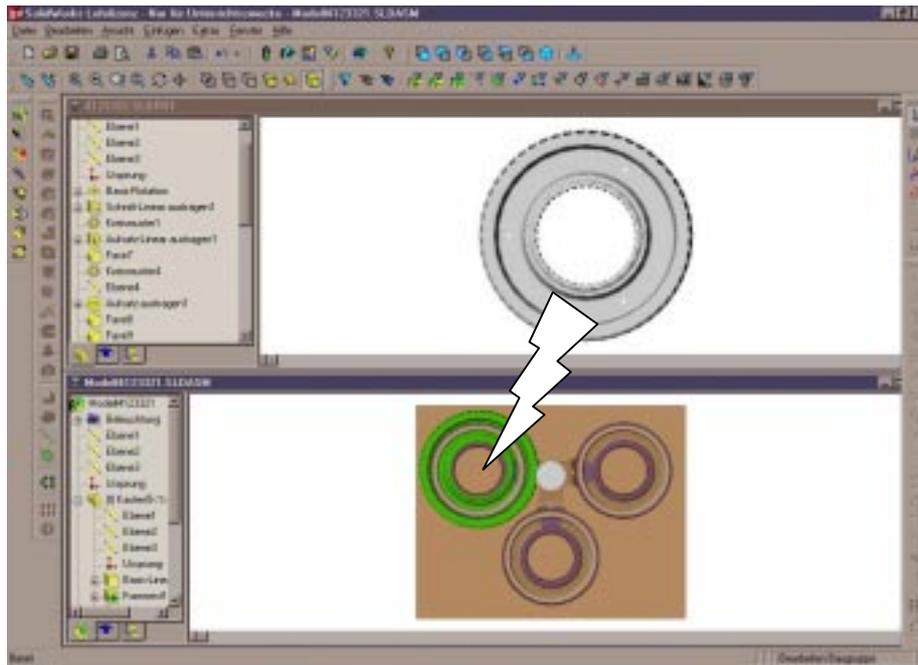
Als Ergebnis dieses Vergleiches unter Nutzung des Viewers werden diese beiden Teile einem Feinvergleich unterzogen. Für den Feinvergleich des angefragten Gußstückes mit einer minimalen Anzahl an gefundenen ähnlichen Gußteilen wird eine Funktion genutzt, die von einigen 3-D-Volumenmodellierern angeboten wird. Grundlage ist die Darstellung der zwei zu vergleichenden Gußteilen im Ensemble. Es wird der Effekt ausgenutzt, daß deckungsgleiche Flächen als Farbmischung und Unterschiede in der jeweiligen Farbe des Gußteils dargestellt werden. Dadurch ist es möglich, Unterschiede insbesondere hinsichtlich der Abmessungen sowie der Anzahl und Gestalt von Nebenformelementen deutlich herauszuarbeiten.

Das **Bild 13** zeigt das angefragte Gußteil halbtransparent, das gefundene ähnliche Gußteil ist somit im inneren zu sehen. Die beiden Gußteile haben exakt die gleiche Grundform und die gleichen Nebenformelemente. Das angefragte Teil ist lediglich um den Faktor 1,2 vergrößert.



**Bild 13:** Darstellung der Geometrie des angefragten und des dokumentierten Gußteiles im Ensemble im CAD-System SolidWorks

Bei weitestgehend geometrischer Übereinstimmung der beiden Gußteile besteht die Möglichkeit, sofern als Ensemble im CAD-System hinterlegt, verschiedene gießereitechnische Feature, wie Formkasten, Anschnitt- und Speisersystem bzw. Kernpakete des bereits gefertigten Gußteiles zu laden. Wie dies aussehen kann ist im **Bild 14** zu sehen.



**Bild 14:** Visueller Technologieabgleich

Unter Nutzung aller Möglichkeiten die ein solches Hilfsmittel, wie eine CAD-System, bietet, ist ein schrittweiser Vergleich möglich. So kann das im Bild oben dargestellte angefragte Gußteil in das unten abgebildete Einformschema des bereits gegossene Gußteils verschoben werden. Aufgrund der unterschiedlichen Hauptabmessungen der gefundenen Ähnlichteile tauchen dabei Probleme mit der Plattenbelegung, wenn der Formkasten beibehalten werden soll. Um all diese Fragen zu klären, muß die im **Bild 15** dargestellte Checkliste zum Technologieabgleich abgearbeitet werden, wobei immer wieder auf die visuelle Darstellung zurück gegriffen werden kann und sollte.

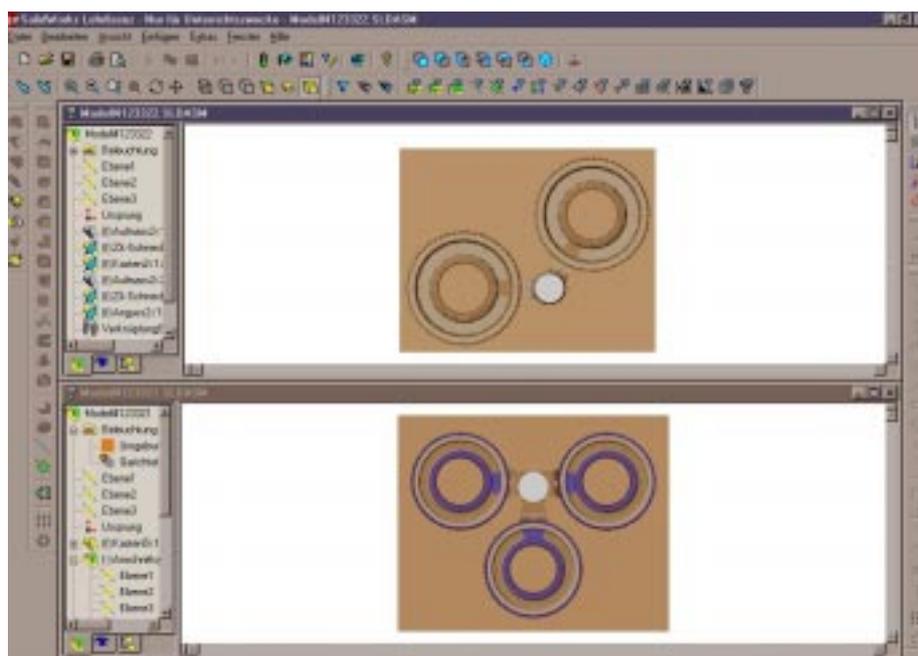
Gußteilanfrage		Ähnlichkeit	
Grundform	Rota	Grundform	Rota
Max. Maße (mm)	D400x182	Max. Maße (mm)	D340x123
Masse (kg)	41	Masse (kg)	22
IBM-Nummer	4123322	IBM-Nummer	4123321
Stückzahl	90	Stückzahl	60

Gleiche Grundform?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Gleiche Nebenformelemente?	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein
Gleiche Hauptabmessungen?	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein
Gleicher Formkasten möglich?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Gleiche Formanlage?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Gleiche Plattenbelegung?	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein
Gleiches Anschnitt- und Speisensystem?	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein
Gleiche KernelKernpakete?	<input type="checkbox"/> Ja	<input checked="" type="checkbox"/> Nein
Sind die Änderungen so realisierbar?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Neue Mengen- und Zeitenermittlung?	<input checked="" type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein

**Bild 15:** Checkliste zur Durchführung eines Technologieabgleiches

Anhand dessen kann nun eine Überprüfung und/oder Anpassung bzw. Modifizierung der Technologie erfolgen. Das Ergebnis des durch die Checkliste zweckmäßig unterstützten Technologieabgleiches ist im **Bild 16** zu sehen. In der oberen Hälfte ist nun die geänderte Technologie für das angefragte Gußteil dargestellt, während in der unteren Hälfte weiter die bereits bewährte Technologie des ähnlichen Teils angezeigt wird.



**Bild 16:** Ergebnis des Technologieabgleiches

Aus der geänderten Plattenbelegung ergibt sich ein verändertes Anschnitt- und Speisersystem. Die Kerne bzw. Kernpakete differieren aufgrund der unterschiedlichen Abmessungen der Nebenformelemente. Durch die Visualisierung der technologischen Änderungen kann gleichzeitig geprüft werden, ob diese so realisierbar sind. Auch die darauffolgende Neuberechnung der benötigten Mengen an Einsatzmaterialien wird durch den Einsatz von Volumenmodellieren vereinfacht.

### ***Zusammenfassung und Ausblick***

Mit der Einführung eines solchen Assistenzsystemes in die Arbeitsvorbereitung von Gießereien wird angestrebt, sowohl den Zeit- und Kostenaufwand für die Angebots- als auch für die Auftragsbearbeitung zu senken. Gleichzeitig ist mit der vollständigen oder teilweisen Wiederverwendung praxiserprobter Lösungen eine Erhöhung der Kalkulationsgenauigkeit von Angeboten verbunden. Dies ist von besonderer Bedeutung, da es sich bei der Erstellung von Angeboten um eine kostenlose Leistung der Gießereien handelt.

Um einen effizienten Vergleich der Gußteilgeometrien zu ermöglichen, ist verständlicherweise der Einsatz von 3-D-Gußteildaten von Vorteil. Der Grad der Nutzung solcher Daten variiert von Gießerei zu Gießerei. Bei Zulieferern des Automobilbaus liegt er Untersuchungen zufolge bei ca. 80%, bei Kundengießereien differiert er zwischen 5 - 15%. Inwiefern sich eine nachträgliche Erstellung von 3-D-Daten für bereits gefertigte Gußteile lohnt, ist eine Ermessensfrage.

In jedem Fall sollten folgende Aspekte in Betracht gezogen werden:

- Die 3-D-Darstellung des Gußteils bietet im Gegensatz zur Zeichnung den Vorteil, daß diese anschaulicher und somit greifbarer ist.
- Die Darstellung mehrerer Gußstücke in einem Ensemble mittels eines Volumenmodellierers dient der Veranschaulichung von Geometrieunterschieden.
- Die Hinterlegung der Technologie der bereits gefertigten Gußteile in Form von Features (z.B. Plattenbelegung) vereinfacht die Ableitung der Technologie des Ähnlichteiles durch Rückgriff auf diese Feature.
- Eine konsequente Anwendung von 3-D-CAD-Daten vereinfacht die Ermittlung von Stoffdaten und Einsatzmengen. So können zum Beispiel sowohl die Volumina des Gußteiles, des Kreislaufmaterials, als auch des Form- und Kernformstoffs relativ schnell und zuverlässig ermittelt werden.

- Die Ableitung der Kerngeometrie von dem CAD-Gußteilmodell ist eine weitere Möglichkeit zur Abschätzung und Bestimmung des Aufwandes bei der Fertigung.

Entscheidend ist, daß der Zeitaufwand für die Gewinnung und Eingabe der Anfragedaten, die anschließende Suche und der Abgleich, sowie der Aufwand für die Pflege einer solchen Lösung, nicht den Aufwand für die konventionelle Ähnlichteilsuche überschreitet.

Einen weiteren positiven Effekt, welchen die konsequente Anwendung des Suchsystems „Ähnlichteilsuche“ mit sich bringt besteht darin, daß durch die rechentechnische Aufbereitung des vorhandenen Wissens in der Arbeitsvorbereitung einer Gießerei ein Know-How-Verlust durch das Ausscheiden von Mitarbeitern vermindert bzw. vermieden wird.

### ***Danksagung***

Wir danken dem Projektträger für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung in Karlsruhe sowie dem Verein Deutscher Gießereifachleute in Düsseldorf für die Förderung und Koordinierung der Arbeiten im Forschungsvorhaben „Innovative Gießerei“ sowie unserem Partner im Verbundprojekt, der Silbitz Guss GmbH.

### ***Literatur***

- [1] Scheler, R.; Hofmann, I.; Ambos, E.; Pfisterer, W.:  
Rechnerunterstützte Ähnlichteilsuche bei der Angebotserarbeitung für Gußstücke, Teil 1: Stand der Technik  
Gießereiforschung
- [2] Lexikon der Mathematik
- [3] Pfisterer, W.:  
Rationalisierung der Angebotserarbeitung in Gießereien  
Dissertationsschrift, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg 1999

### ***Die Autoren***

- Dipl.-Ing. Ralf Scheler: wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- Dipl.-Inf. Sylke Kröttsch: wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Technische Informationssysteme der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- Dr.-Ing. Ines Hofmann: wissenschaftlicher Assistent am Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
- Prof. Dr.-Ing. habil. Eberhard Ambos: Lehrstuhlleiter Urformtechnik am Institut für Fertigungstechnik und Qualitätssicherung der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Dr.-Ing. Wilfried Pfisterer: Geschäftsführer der Silbitz Guss GmbH in Silbitz