

## Technische Unterstützung erfahrungsgeleiteter Arbeit mit Prozeßketten in der Produktion

Rose, Helmuth; Haasis, Siegmund; Schulze, Hartmut

Veröffentlichungsversion / Published Version

Sammelwerksbeitrag / collection article

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:

SSG Sozialwissenschaften, USB Köln

### Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Rose, H., Haasis, S., & Schulze, H. (1999). Technische Unterstützung erfahrungsgeleiteter Arbeit mit Prozeßketten in der Produktion. In H. Rose, & H. Schulze (Hrsg.), *Innovation durch Kooperation: nutzerorientiertes Konzept für Interaktionssysteme in der Serienfertigung* (S. 217-227). Frankfurt am Main: Campus Verl. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-237417>

### Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer Deposit-Lizenz (Keine Weiterverbreitung - keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### Terms of use:

This document is made available under Deposit Licence (No Redistribution - no modifications). We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

**Helmuth Rose, Siegmar Haasis, Hartmut Schulze**

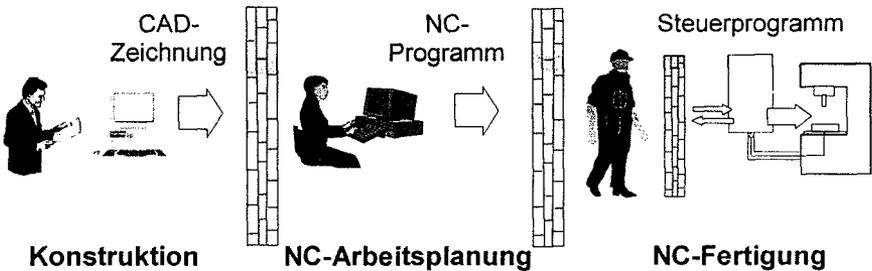
## **Technische Unterstützung erfahrungsgeleiteter Arbeit mit Prozeßketten in der Produktion**

1. Schwachstellen existierender Prozeßketten und neue Anforderungen
2. Handlungsorientierte Fertigungsinformationsmodelle
3. Aufgabennetze als Basis für erfahrungsgeleitete Arbeit mit Prozeßketten

Die gegenwärtigen Wettbewerbsbedingungen in der industriellen Produktion sind durch verkürzte Produktlebenszyklen, kürzere Marktausschöpfungszeiten und steigende Qualitätsmaßstäbe geprägt. Vorteile gewinnt der Anbieter, der seine Produktideen schnell umsetzen und hierbei auch Komponenten anderer Hersteller verwenden kann. Um diese Vorteile zu nutzen, befinden sich führende Unternehmen schon seit längerer Zeit in einem Restrukturierungsprozeß. Beispiele hierfür sind die Einführung von abteilungsübergreifenden Prozeßketten für integrierte Produktentwicklung und Produktion sowie die Einrichtung von Produktionsnetzwerken. Im Rahmen solcher unternehmensübergreifender Informationskreisläufe werden Teilaufgaben – u.a. aus Konstruktion oder Fertigung – an Zulieferer vergeben, die kostengünstiger entwickeln bzw. produzieren können. Die im Rahmen inner- und überbetrieblicher Prozeßketten entstandenen Systemlösungen stoßen jedoch bei weiterer Beschleunigung der Innovationsprozesse an Grenzen. Insbesondere bereitet der Austausch von Daten und Informationen, aber auch der Austausch von Erfahrungen der verschiedenen Beteiligten entlang von Prozeßketten Schwierigkeiten. In dem Beitrag werden Schwachstellen existierender Verfahrensketten aufgezeigt, um anschließend ein Lösungskonzept in Form eines handlungsorientierten Fertigungsinformationsmodells vorzustellen.

# 1. Schwachstellen existierender Prozeßketten und neue Anforderungen

Die bislang eingerichteten betrieblichen Prozeßketten und überbetrieblichen Produktionsnetzwerke basieren in der Regel auf einer linear-sequentiellen Aufgabenteilung. Die Produktionsbereiche Konstruktion, NC-Planung und NC-Fertigung bearbeiten dabei ihre jeweiligen Aufgaben mit spezifischen Systemen und übertragen ihre Daten über spezielle Schnittstellen. Charakteristische Schwachstellen für den Datenaustausch in Produktionsnetzwerken sind nach Ergebnissen der vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) geförderten Projekte WesUF (vgl. Rose 1996), HÜMNOS (vgl. VDW 1998) und CeA (vgl. Martin 1995) in Abbildung 1 zusammengefaßt.



- Barrieren durch:**
- Unidirektionalität
  - Informationsverlust
  - erschwerte Zusammenarbeit

**Abb. 1: Barrieren existierender Prozeßketten**

In den genannten BMBF-Projekten wurden zu den hier dargestellten Schwachstellen empirische Ergebnisse zusammengetragen. Die nebenstehende Tabelle gibt einen Überblick über die ermittelten Befunde.

Die Analyse heutiger Prozeßketten in Unternehmen im Rahmen der angesprochenen BMBF-Projekte zeigt zudem, daß eine Vielzahl unterschiedlicher EDV-Systeme mit verschiedenartigen Datenbasen entweder nur Informationsbruchstücke über verfügbare Geometrieschnittstellen austauschen oder aber gar nicht miteinander kommunizieren können. Ferner verkörpern der 2.5D- und 3D- bzw. der freiformflächenbasierte Fertigungs-

<p><b>Schwachstelle 1: Unidirektionale Informationsflüsse</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorherrschen sequentieller Informationsverarbeitung</li> <li>• Redundante Datenhaltung je Sequenz</li> </ul> <p><b>Empirische Befunde:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringe Umplanungsquote von NC-Programmen auf NC-Maschinen (ca. 5 %)</li> <li>• Aufwendige Postprozessoranpassung</li> <li>• Unzureichende Rückdokumentation von Änderungen aus der Werkstatt</li> <li>• Häufig redundante Verwaltung der NC-Programme</li> </ul>
<p><b>Schwachstelle 2: Informationsverluste</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsverluste durch Datenschnittstellen zwischen Abteilungen</li> <li>• Hoher Aufwand beim Nachvollzug reduzierter Information</li> </ul> <p><b>Empirische Befunde:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringe Übernahme von CAD-Geometriedaten: 68 % der Zeichnungen auf CAD Basis, aber nur 10 % werden zur NC-Programmierung übernommen</li> <li>• Hoher Aufwand durch Nachmodellierung der Geometrie in der NC-Programmierung</li> <li>• Informationsverlust bei Überführung der Bearbeitungsstrategie in Verfahrenwege und Maschinenfunktionen</li> <li>• Hoher Einfahraufwand durch geringe Transparenz der NC-Programme</li> </ul>
<p><b>Schwachstelle 3: Mangelnder Erfahrungsaustausch</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringer prozeßkettenübergreifender Erfahrungstransfer</li> <li>• Erschwerte Zusammenarbeit entlang der CAD/CAP/NC-Verfahrenskette</li> </ul> <p><b>Empirische Befunde:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstattmitarbeiter beuteilten die Absprache mit der Konstruktion als erschwert</li> <li>• Werkstattmitarbeiter schätzten den Bedarf an Absprachen mit Konstruktion, NC-Planung und Lager als mittel bis hoch ein</li> <li>• Gegenseitiger Austausch zwischen NC-Programmierung und Fertigung ist durch unterschiedliche Programmiersysteme behindert</li> </ul>

### Schwachstellen von Prozeßketten

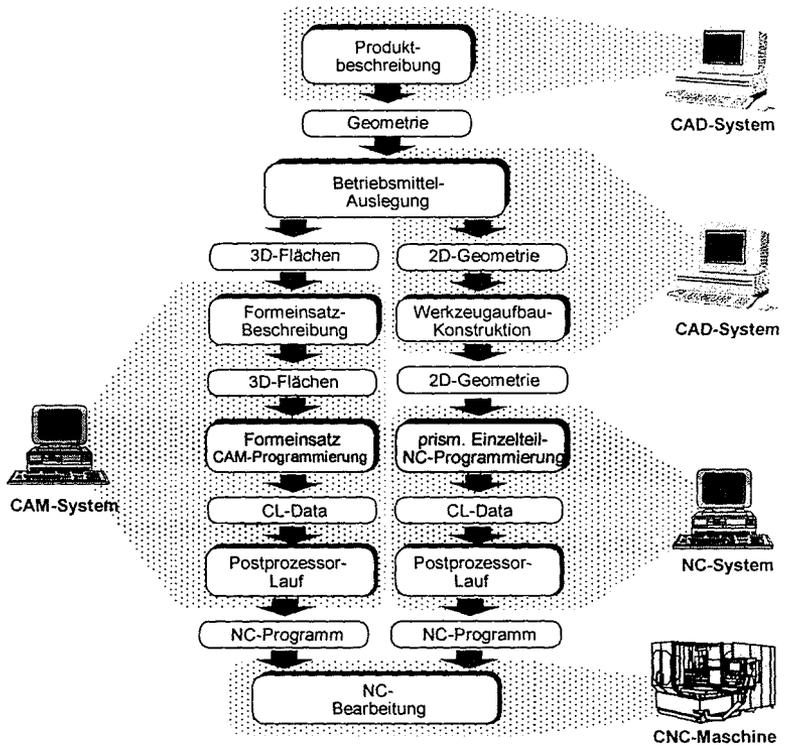
strang zwei vollständig getrennte und autarke Teilprozeßketten, wie es in Abbildung 2 veranschaulicht ist (vgl. Haasis 1997).

Infolge der beschriebenen autarken Prozeßketten entstehen Reibungsverluste; insgesamt ist ein hoher – und häufig ungeplanter – Abstimmungsaufwand zu verzeichnen. Dies wurde z.B. in teilnehmenden Beobachtungen im Form- und Gießwerkzeugbau offenbar. Zu Fertigungsverzögerungen kam es häufig dann, wenn ein Facharbeiter bei der Bearbeitung eines komplexen, aus integrierten 2D- und 3D-Geometrien bestehenden Werkstücks feststellte, daß die beiden NC-Programme von unterschiedlichen Bezugspunkten ausgingen.

Die bisher entwickelten CAx-Systeme – wie CAD-Systeme, Arbeitsplanungssysteme oder NC-Programmiersysteme – sowie deren additive Kombination sind nach Auffassung der Autoren nicht in der Lage, die genannten Schwachstellen von Prozeßketten – Unidirektionalität, Informationsverlust und mangelnder Erfahrungsaustausch – abzubauen. Um diese Defizite zu überwinden, müssen andere als bisher übliche technische Voraussetzungen geschaffen werden. Dabei ist die Überwindung dieser Schwachstellen keineswegs ein ausschließlich informationstechnisches Problem, wie verschiedene mittlerweile aufgegebenen CIM-Lösungen belegen. Sollen Fachkräfte mit unterschiedlicher Ausbildung und verschiedenen Aufgabenschwerpunkten ihre Erfahrungen austauschen können, um z.B. Prozesse zu optimieren und zu koordinieren, kommt es darauf an, daß sie sich beim Austausch von Informationen in einem Bezugssystem mit gemeinsam geteilten Objekt- und Sprachkonventionen aufeinander beziehen und es ihnen gleichzeitig gelingt, ihre je eigene Sicht auf informationstechnisch modellierte Ereignisse einzubringen. Es gilt also, Lösungen zu entwickeln, die nicht nur informationstechnischen Anforderungen, sondern auch den Ansprüchen verteilter Arbeit entlang von Prozeßketten genügen.

## **2. Handlungsorientierte Fertigungsinformationsmodelle**

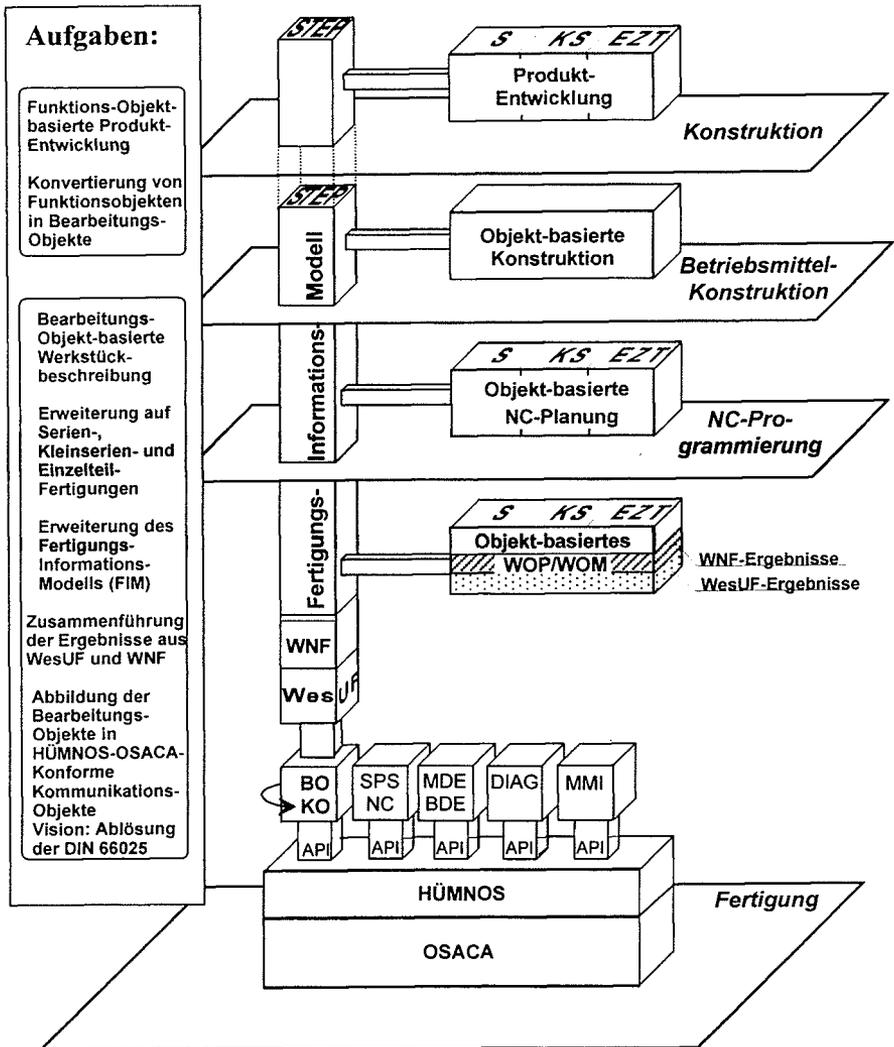
Eine adäquate informationstechnische Lösung zur Überwindung der Defizite herkömmlicher Prozeßketten liegt in der Entwicklung von übergreifenden und durchgängigen objektbasierten Informationsmodellen, die einen bidirektionalen Informationsfluß gewährleisten können (s. auch den



**Abb. 2: Getrennte und autarke Prozeßketten**

Beitrag von Schulz und Glockner in diesem Band, S. 157 ff.). Dies wird möglich, wenn die verwendeten Objekte (z.B. Funktions-, Geometrie-, Bearbeitungs- und Prüfobjekte) miteinander kombinierbar und die damit gekoppelten Methoden an verschiedenen Arbeitsplätzen für verschiedene Aufgabenstellungen anwendbar sind. Um verteilte Arbeit entlang Prozeßketten technisch angemessen unterstützen zu können, sind aus Sicht der Industrie die folgenden Voraussetzungen zu schaffen:

- Entwicklung und Installation eines einheitlichen Fertigungsinformationsmodells entlang Prozeßketten zur Gewährleistung eines durchgängigen und bidirektionalen Datenaustauschs;
- Modellierung von Bearbeitungsvorgängen anhand wirklichkeitsnaher Objekte und zugeordneter Merkmale zur Schaffung modularer und erweiterbarer Systeme;



**Abb. 3: Eine mögliche CAD/CAP/NC-Prozesskette**

- Entwicklung und Einführung handlungsorientierter Interaktionssysteme zur Vereinheitlichung der Benutzerstrukturen in Einzelteil-, Kleinserien- und Serienfertigung;
- Gestaltung konfigurierbarer Applikationen zur aufgabenspezifischen Anpassung des Benutzungsmodells und Funktionsumfangs von Softwarebausteinen.

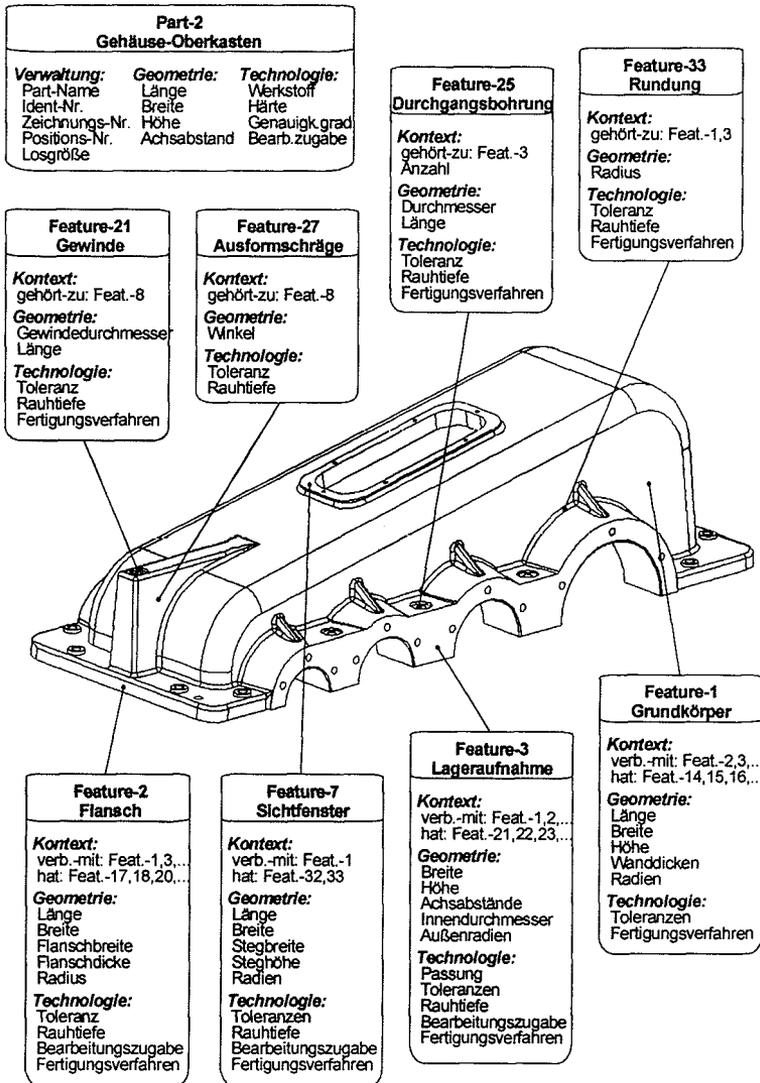
Eine Umsetzung dieser Voraussetzungen und Anforderungen in Form der Basisstruktur einer zukünftigen CAD/CAP/NC-Prozesskette ist aufgrund von WNF-Ergebnissen (vgl. Kruppe 1996) sowie OSACA-Ergebnissen (vgl. Idas-Osaca 1997) versucht worden und in Abbildung 3 dargestellt.

Unter dem Aspekt interpersoneller Verständigung kommt es bei der Gestaltung und Modellierung von Prozessketten darauf an, die spezifische Handlungsorientierung der Mitarbeiter eines Aufgabenbereichs zu unterstützen und damit Möglichkeiten zu sichern, Erfahrungen machen und anzuwenden zu können – denn hier liegen typische Schwachstellen von CIM-Lösungen (zum Thema berufliche Erfahrung vgl. u.a. Schulze, Witt 1997).

Die Unterstützung unterschiedlicher Handlungsorientierung und Erfahrungshintergründe durch ein übergreifendes Informationsmodell ist dabei alles andere als trivial, wie ein kurzer Blick auf die Handlungsvollzüge und Denkformen in Konstruktion, NC-Planung und Fertigung veranschaulichen soll. *Konstrukteure* denken und handeln entsprechend ihren Aufgaben und Zuständigkeiten vor allem in Funktionseinheiten. Das in Abbildung 4 dargestellte Feature zeigt eine mögliche Form funktionsbezogener Einheiten (vgl. Haasis 1997).

Die Vorgehensweise von NC-Planern orientiert sich stärker an geometrischen Bearbeitungseinheiten und Fertigungstoleranzen. Die im Projekt WesUF entwickelten Bearbeitungsobjekte sind nach ersten Analysen gut geeignet, diese Form des Denkens und Handelns zu unterstützen. Ein Beispiel für ein solches geometrisches Bearbeitungsobjekt zeigt Abbildung 5.

Fachkräfte aus der Fertigung wiederum richten ihr Denken und Handeln entsprechend ihren Bearbeitungsaufgaben stärker an werkzeug- und NC-Verfahrweg-bezogenen Einheiten aus. Dies sollen exemplarisch die Planungen von Fachkräften bezüglich der NC-Verfahrwege einer spanabhe-



**Abb. 4: Funktionsobjekt-orientierte Beschreibung eines Gehäuseoberteils**

benden Bearbeitung anhand eines Beispielteils verdeutlichen. Wie in den Abbildungen 6 und 7 veranschaulicht, spielt in ihrer Planung und Ausführung eine Verschränkung von zu bearbeitender Fläche mit adäquaten Werkzeugen eine zentrale Rolle (vgl. Schulze 1996). Ein wesentliches –

fertigungsökonomisches – Zielkriterium besteht in der Abnahme von möglichst viel Zerspanungsvolumen pro Bearbeitungsgang bzw. pro Werkzeug. Oder wie es die Fachkräfte in Interviews ausdrückten: „Was kann ich mit dem Werkzeug noch mitmachen?“

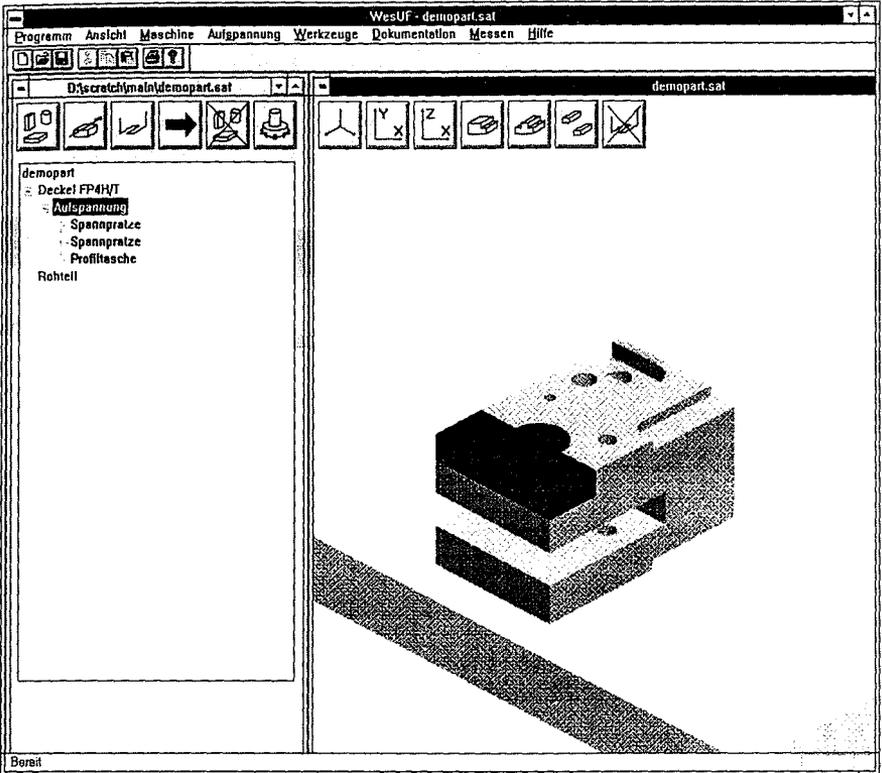
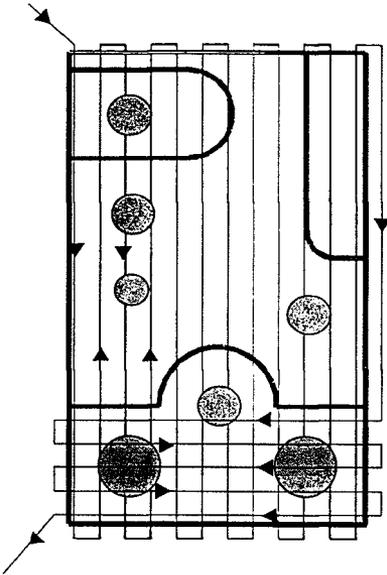


Abb. 5: Exemplarische NC-Planung auf Basis von Bearbeitungsobjekten

### 3. Aufgabennetze als Basis für erfahrungsgelitete Arbeit mit Prozeßketten

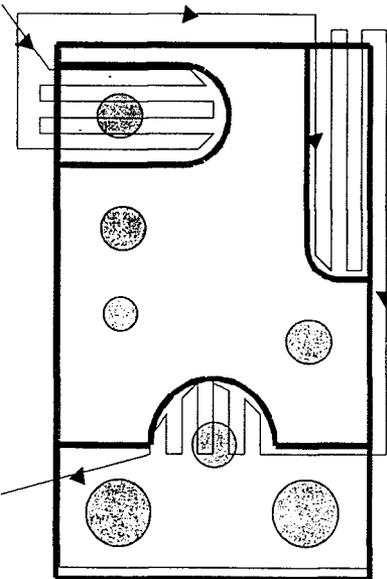
Die Umsetzung der hier aufgezeigten Perspektive zur Überwindung der bisherigen Schwachstellen von Prozeßketten durch ein handlungsorien-



### Handlungsschritt 1:

Mit Messerkopf Planfläche walzen und Absatz gleich mitbearbeiten (bis auf den Bogen)

**Abb. 6: Schritt 1 einer werkzeugbezogenen Planung**



### Handlungsschritt 2:

Mit Schaftfräser in einem Arbeitsgang Nut, Absatz, Halbkreis schlichten

**Abb. 7: Schritt 2 einer werkzeugbezogenen Planung**

tiertes Fertigungsinformationsmodell erlaubt es, sowohl innerbetrieblich Aufgabennetze einzurichten als auch überbetriebliche Vernetzungen zu schaffen. Damit kann ein schneller Informationsfluß zwischen Arbeitsplätzen zur Bewältigung der je Produktionsbereich verschiedenen Aufgaben ermöglicht werden. Aufgrund eines einheitlichen Fertigungsinformationsmodells kann weiterhin auf gemeinsame Bezugsobjekte als Grundlage der gegenseitigen Verständigung zugegriffen werden, um kollektive Erfahrungsbildung und kollektiven Erfahrungstransfer zu sichern. Erst wenn verschiedene Sichten auf die Bezugsobjekte zugelassen werden, können die Berücksichtigung aufgabenspezifischer, differenzierter Herangehensweisen je Arbeitsplatz und damit die individuelle Bildung, Anwendung und auch Weitergabe von Erfahrung ermöglicht werden.

### Vom BMBF geförderte und erwähnte Projekte

<b>HÜMNOS</b>	Entwicklung herstellerübergreifender Module für den nutzerorientierten Einsatz offener Steuerungsarchitekturen
<b>WNF</b>	Werkstattgerechte Nutzerunterstützung bei der Freiformflächenbearbeitung
<b>WesUF</b>	Handlungsorientierte Lösungen für Werkzeugmaschinensteuerungen zur Unterstützung erfahrungsgeliteter und gruppenfähiger Facharbeit
<b>CeA</b>	Computergestützte erfahrungsgelitete Arbeit mit Werkzeugmaschinen
<b>OSACA</b>	Open System Architecture for Controls within Automation Systems