

AMANIS - Fertigungsinformationen für die Konstruktion

Prengemann, U.; Schmitt, R.

Seit November 1992 ist das IMW Koordinator des Forschungsprojekts AMANIS (Advanced Manufacturing Information System for the Designer). Dieses Projekt wird von der Europäischen Gemeinschaft im Rahmen des Brite-EuRam II Programms bis 1995 gefördert. Im folgenden werden das Projekt und die Ergebnisse des ersten Jahres vorgestellt.

1. Ausgangspunkt und Ziel von AMANIS

AMANIS wird einen Ansatz für die Sammlung, Aufbereitung und Bereitstellung von Fertigungsinformationen entwickeln. Der Ausgangspunkt für dieses Projekt sind zwei Informationsinseln, die es zu verbinden gilt:

Zum einen besteht in der Konstruktion ein riesiger Informationsbedarf. Die Mehrzahl der Entscheidungen im Konstruktionsprozeß beeinflussen die spätere Fertigung und müssen daher deren Fähigkeiten berücksichtigen. Der Informationsbedarf wird heute jedoch nur teilweise befriedigt; meist durch betriebs-spezifisch erarbeitete Richtlinien oder durch Erfahrungen, die in längerer Konstruktionspraxis gewon-

nen wurden.

Demgegenüber steht ein Informationsangebot in einer Vielzahl von von Informationssystemen, die heute in der Fertigung eingesetzt werden (z.B. PPS-Systeme oder Fertigungssteuerungen). In diesen Systemen ist der aktuelle Zustand der Fertigung abgebildet. Im Rahmen der Auftragsnachkalkulation und der Qualitätssicherung sind die Resultate der Fertigung und implizit auch Fertigungserfahrungen gespeichert.

Das Ziel von AMANIS ist es nun, diese beiden Pole zusammen zu bringen, d.h. die Fertigungsinformationen dem Konstrukteur zur Verfügung zu stellen. Das Vorgehen ist wie folgt strukturiert (**Bild 1**):

- Analyse der existierenden Informationsflüsse in Konstruktion, Arbeitsplanung und Fertigung,
- Aufbau eines Informationsmodells zur Abbildung der relevanten Informationen,
- Entwicklung einer Strategie zur Gewinnung der Fertigungsinformationen (Instantiierung des Modells, *Collection & Selection*),
- Darstellung des Zusammenhangs zwischen einer

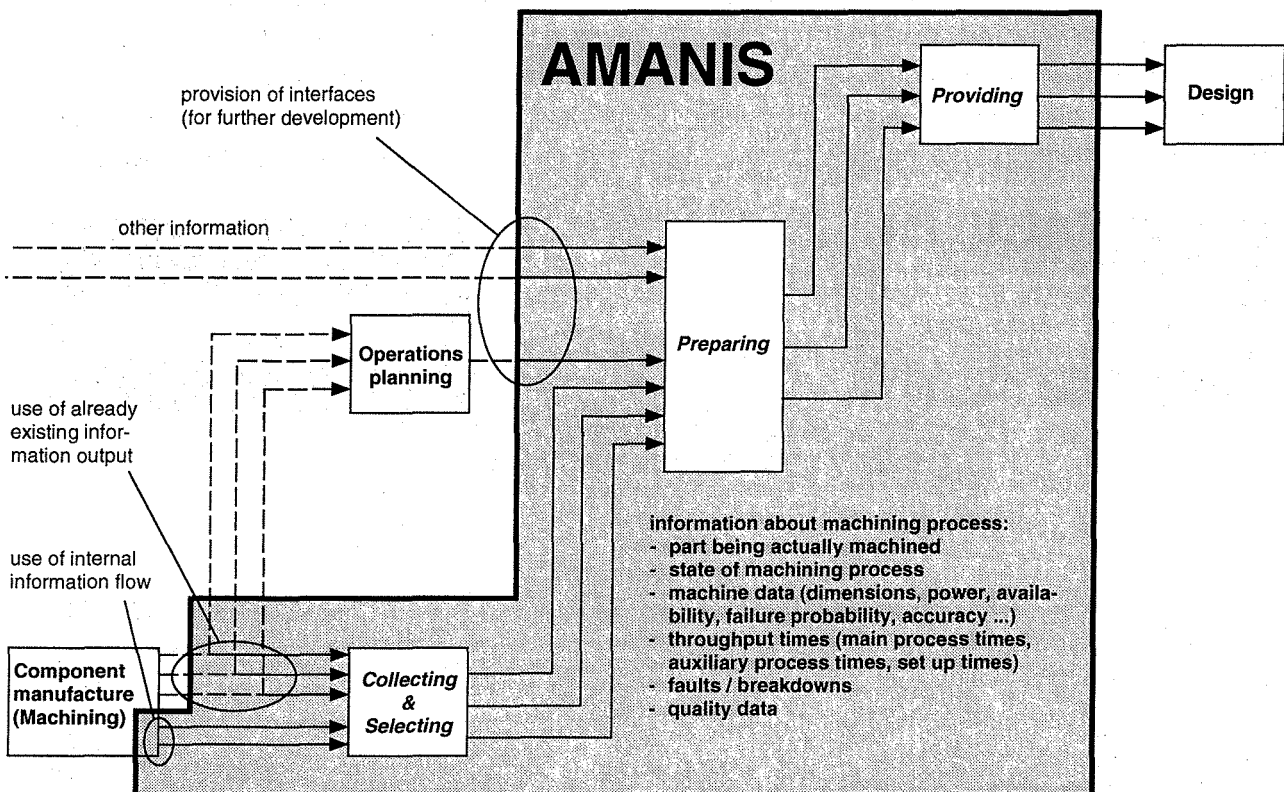


Bild 1 AMANIS Konzept

Konstruktionsabfrage und den Fertigungsinformationen (*Preparation*),

- Bereitstellung der gewonnenen Informationen für den Konstrukteur und Einbindung in den Konstruktionsprozeß (*Provision*).

AMANIS beschränkt sich vorerst auf spanabhebende Fertigungsverfahren (Drehen und Fräsen). Es liegt in der Natur von Grundlagenprojekten, daß zunächst ein allgemeiner Ansatz die Nutzbarkeit aufzeigen wird.

Neben dem IMW ist die Abteilung für Computerwissenschaften der Technischen Universität Athen (NTUA) und die School of Electrical, Electronic and Systems Engineering (ELSYM) der Universität Wales - College of Cardiff beteiligt. Forschungsschwerpunkte unserer Partner in Athen sind entscheidungsunterstützende Systeme, während ELSYM über Erfahrungen im Bereich der künstlichen Intelligenz und speziell der neuronalen Netze verfügt. Ein industriell einsetzbares Software-System wird das Ergebnis eines folgenden Industrieforschungsprojekts sein, für das noch Partner gesucht werden.

2. Fertigungsinformationen

Fertigungsinformationen sind Informationen über die Fertigung und aus der Fertigung (**Bild 2**). Informationen über die Fertigung sind Basis- und Ablaufinformationen, Informationen aus der Fertigung sind Zustandsinformationen und Resultate.

Keine Fertigungsinformationen sind Produktbeschreibungen incl. deren Funktionen und Elemente,

Arbeitspläne und Aufträge.

I. Basisinformationen

Basisinformationen beschreiben die Elemente, aus denen eine Fertigungseinrichtung aufgebaut ist. Das sind über endliche Zeiträume indifferente Informationen über Betriebsmittel (Maschinen, Werkzeuge, Transporteinrichtungen ...).

II. Strukturinformationen

Strukturinformationen beschreiben den Zusammenhang zwischen den Elementen der Fertigung. Dies beinhaltet insbesondere die Aufbau- und die Ablauforganisation einer Fertigung.

III. Zustandsinformationen

Zustandsinformationen beschreiben den Zustand einer Fertigung zu einem bestimmten Zeitpunkt. Dieser wird durch die verfügbare Kapazität, den aktuellen Zustand der Betriebsmittel, den Auftragsstand und die laufenden Prozesse beschrieben.

IV. Resultate

Als Resultate werden die beschriebenen und archivierte Fertigungserfahrungen bezeichnet. Das sind

- Informationen über realisierte Objekte wie Produkte oder Baugruppen, Einzelteile oder Features,
- Informationen über realisierte Prozesse wie z.B. für den Prozeß genutzte Maschine, verwendete technologische Parameter und Ergebnis (real-

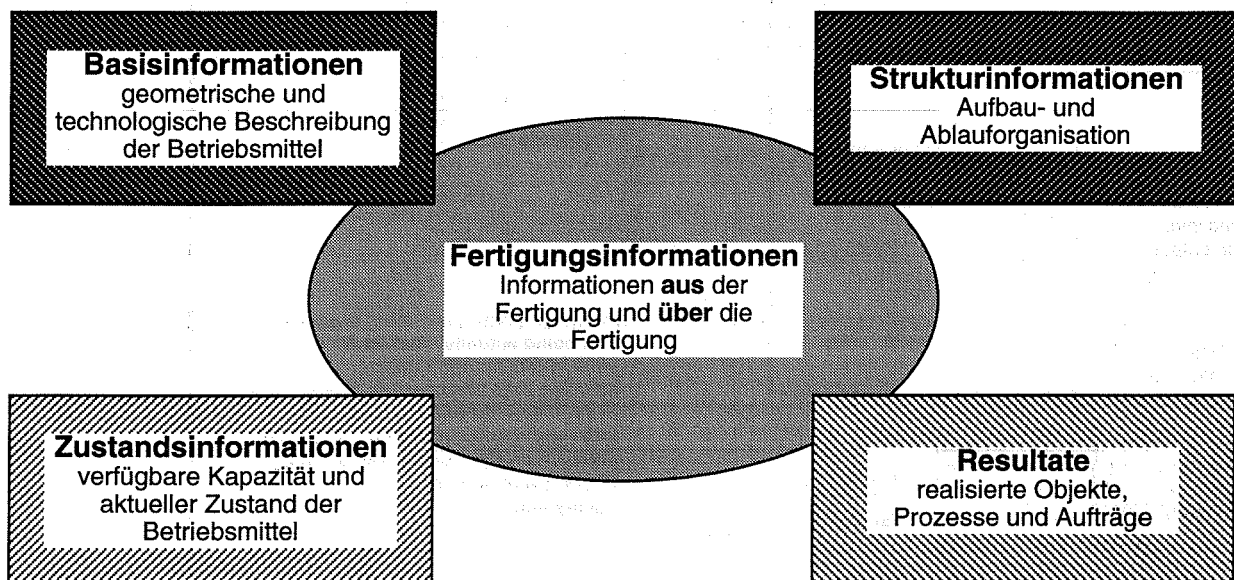


Bild 2 Fertigungsinformationen

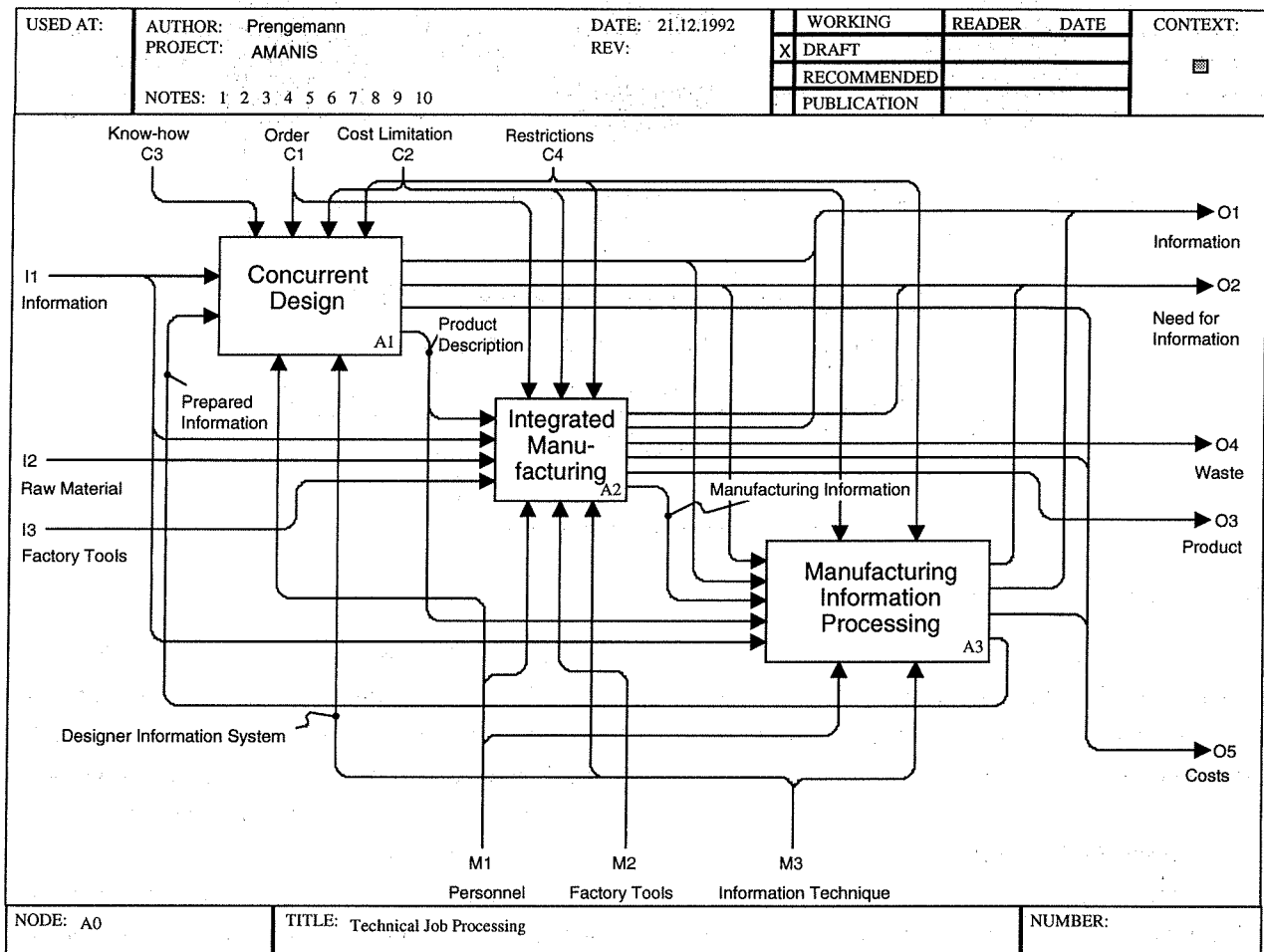


Bild 5 A0-Aktogramm der SADT-Analyse (Technical Job Processing)

4. Ergebnisse des ersten Projektjahrs

Gegenstand der Untersuchungen im ersten Projektjahr (1.11.92 bis 31.10.93) war zum einen die Analyse von Informationsflüssen in den technischen Bereichen eines Produktionsunternehmens. Zum anderen war - ausgehend von den Ergebnissen dieser Analyse - ein Informationsmodell zu entwickeln, das als Basis für die im zweiten Projektjahr anstehende Softwareentwicklung dienen soll.

Die Analyse der Informationsflüsse wurde mit Hilfe der SADT-Methode durchgeführt (SADT = Structured Analysis and Design Technique). Bild 5 zeigt das A0-Aktogramm dieser Analyse. Die integrierte technische Auftragsabwicklung (*Technical Job Processing*) läßt sich demzufolge in einen produktdefinierenden (*Concurrent Design*) und einen produktrealisierenden Abschnitt (*Integrated Manufacturing*) unterteilen. *Concurrent Design* bedeutet, daß Konstruktion und Fertigungsprozeßplanung gemeinsam auf der Basis eines integrierten Konstruktionsarbeitsplatzes stattfinden. *Integrated Ma-*

nufacturing umfaßt Aktivitäten der operationellen Ebene. Darunter fallen vorbereitende, logistische und ausführende Prozesse, die vom Materialfluß durchlaufen werden und im Zusammenhang mit der spanenden Fertigung stehen, sowie deren Kontrolle und Steuerung.

Die Informationsverarbeitung ist unter üblichen Gesichtspunkten Bestandteil der beiden vorgenannten Aktivitäten. Die Sammlung, Selektierung und Aufbereitung von Informationen aus der operationellen Ebene und deren Bereitstellung in der Konstruktion ist jedoch im Rahmen dieses Projektes von besonderem Interesse, weshalb diese Aktivitäten unter "Manufacturing Information Processing" als eigenständiger Komplex zusammengefaßt wurden.

Insgesamt umfaßt die ausgeführte Analyse 34 Aktigramme, wobei der Schwerpunkt auf einer ausführlichen Darstellung von Entwurfs- und Detaillierungsphase im Konstruktionsprozeß lag. Die Bedeutung von Fertigungsinformationen ist in diesen Abschnitten am größten, vor allem dann, wenn die Informa-

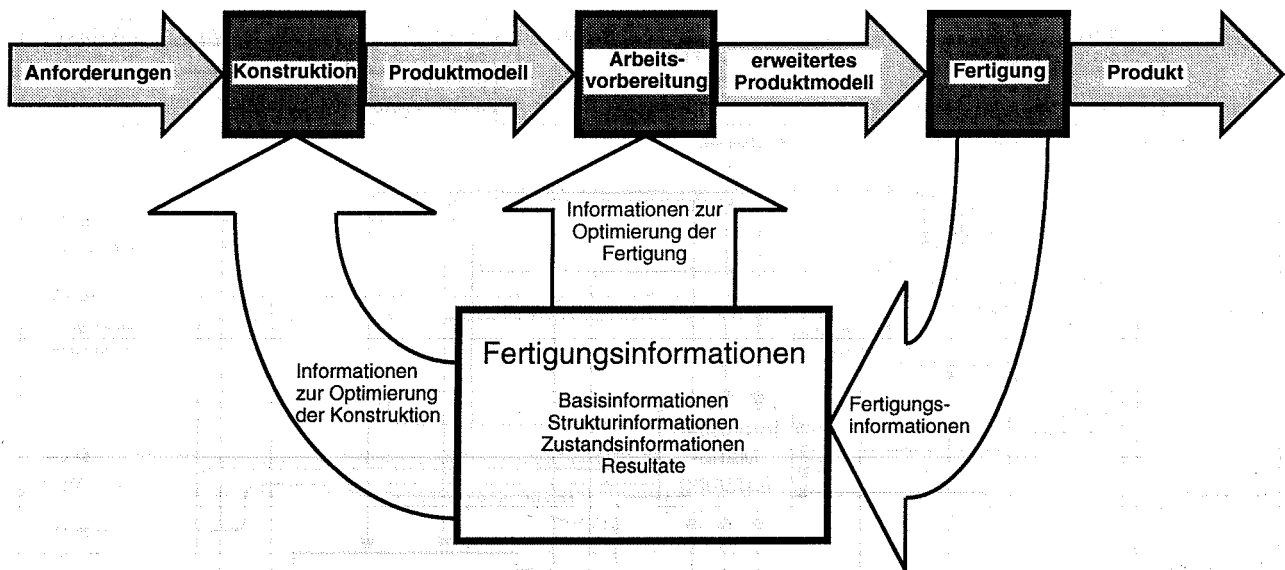


Bild 3 Fertigungsinformationen in der Prozeßkette

siertes Objekt) sowie

c) realisierte Fertigungsaufträge, eine auftragsorientierte Zusammenfassung von realisierten Produkten und deren Kosten- und Zeitinformationen.

3. Nutzungsmöglichkeiten

Fertigungsinformationen beschreiben die Fertigung und entstehen dort. Ein Teil der Informationen findet heute Verwendung in der Arbeitsvorbereitung, wo sie zur Planung, Steuerung und Optimierung der Fertigung genutzt werden.

Aufgrund der Bedeutung der Konstruktion für das spätere Produkt ist es besonders wichtig, Fertigungsinformationen schon bei der Produktfestlegung zu berücksichtigen. Dies wird heute bereits vielfach getan, obgleich es dort noch erhebliche Verbesserungsmöglichkeiten gibt.

Die Einordnung der Fertigungsinformationen in die Prozeßkette zeigt Bild 3.

Fertigungsinformationen können für qualitative, quantitative und vergleichende Aussagen genutzt werden Bild 4.

Qualitative Aussagen sind grundsätzliche Aussagen zur Herstellbarkeit (Ja / Nein - Aussagen). Das beinhaltet die geometrischen und technologischen Möglichkeiten der Herstellung, z.B. "Sind die vorhandenen Maschinen in der Lage, bestimmte Formelemente zu erzeugen?". Qualitative Aussagen beziehen sich sowohl auf Features als auch auf vollständige Einzelteile oder Produkte.

Quantitative Aussagen ergänzen die qualitativen

Aussagen. Hier werden Kosten und Zeiten zur Quantifizierung eingesetzt. So kann z.B. ermittelt werden, wieviel Kosten ein Teil verursacht oder welche Fertigungszeit benötigt wird. Quantitative Aussagen beziehen sich hauptsächlich auf vollständige Einzelteile oder Produkte.

Der Bezug zu kompletten Einzelteilen ist beim Vergleich nicht erforderlich. Dieser stellt alternative Lösungen gegenüber. Dabei können auch Elemente verglichen werden, ohne daß das vollständige Einzelteil bekannt ist.

Allgemein ist ein Vergleich durch folgende Schritte gekennzeichnet:

- Sicherstellung der Vergleichbarkeit der Objekte
 - Vergleich der Eigenschaften der Objekte
 - Darstellung der Ergebnisse
 - Bewertung und Interpretation der Ergebnisse
- Ziel der Vergleiche ist es, entweder die kostengünstigere, die schnellere oder die fertigungstechnisch sicherere Lösung zu finden.

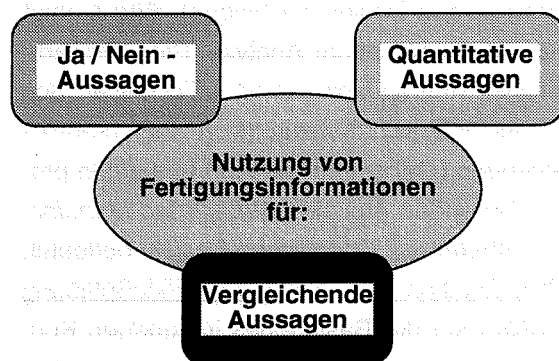


Bild 4 Nutzungsmöglichkeiten

tionsbereitstellung an *Features* geknüpft erfolgt. Für den Konstrukteur ist beispielsweise die Information "Hohe Wahrscheinlichkeit des Werkzeugbruchs" nur dann verwertbar, wenn sich diese Information auf ein spezifisches Formelement (z.B. Nut) als Bestandteil eines Werkstücks (z.B. Welle) bezieht.

Aus diesem Beispiel ist ferner erkennbar, daß sehr viele Einflüsse auf den Fertigungsprozeß berücksichtigt werden müssen, denn die Wahrscheinlichkeit des Werkzeugbruchs ist als Funktion von Geometrie, Werkstoff, technologischen Daten (Vorschub, Spindeldrehzahl, Schnitttiefe), Maschine, Werkzeug, Werkzeug-, Werkstückeinspannung u.a. zu sehen. Deshalb spielt die Prozeßplanung (CAPP = Computer Aided Process Planning) in ihrer Eigenschaft als Verbindungsglied zwischen Konstruktion und Werkstattbereich eine besondere Rolle. Um eine geeignete Grundlage für die Verarbeitung von Fertigungsinformationen zu erzeugen, muß neben dem CAD- auch das CAPP-System eine feature-orientierte Struktur aufweisen. Während diese geforderte Eigenschaft bei verschiedenen

CAD-Systemen bereits seit einiger Zeit vorhanden ist, gibt es im Bereich der CAPP-Systeme noch keine kommerzielle Software, die als ideale Grundlage für eine feature-orientierte Informationsverarbeitung bezeichnet werden könnte. Wie eine Untersuchung über den Stand der Forschung im Bereich der feature-basierten CAPP-Systeme ergab, gilt dies auch für die aktuellen theoretischen Ansätze. Es wurde deshalb unter den Projektpartnern vereinbart, einen geeigneten CAPP-Ansatzes in einem weiterführenden Projekt zu entwickeln. Dies gilt auch für die Ausarbeitung einer Strategie zur feature-basierten Maschinendatenerfassung (MDE). Bislang werden Maschinendaten von den Fertigungssteuerungen lediglich auftrags-, d.h. werkstückorientiert, erfaßt. In dieser Form sind die gesammelten Daten im Sinne von AMANIS nicht verwertbar. Wesentliche Voraussetzung für die Lösung dieses Problems ist die Schaffung einer feature-basierten Struktur im Bereich der NC-Programme. Eine praxisrelevante Bewertung der theoretischen Ergebnisse dieses Grundlagenforschungsprojektes wird durch eine von allen Projektpartnern durchge-

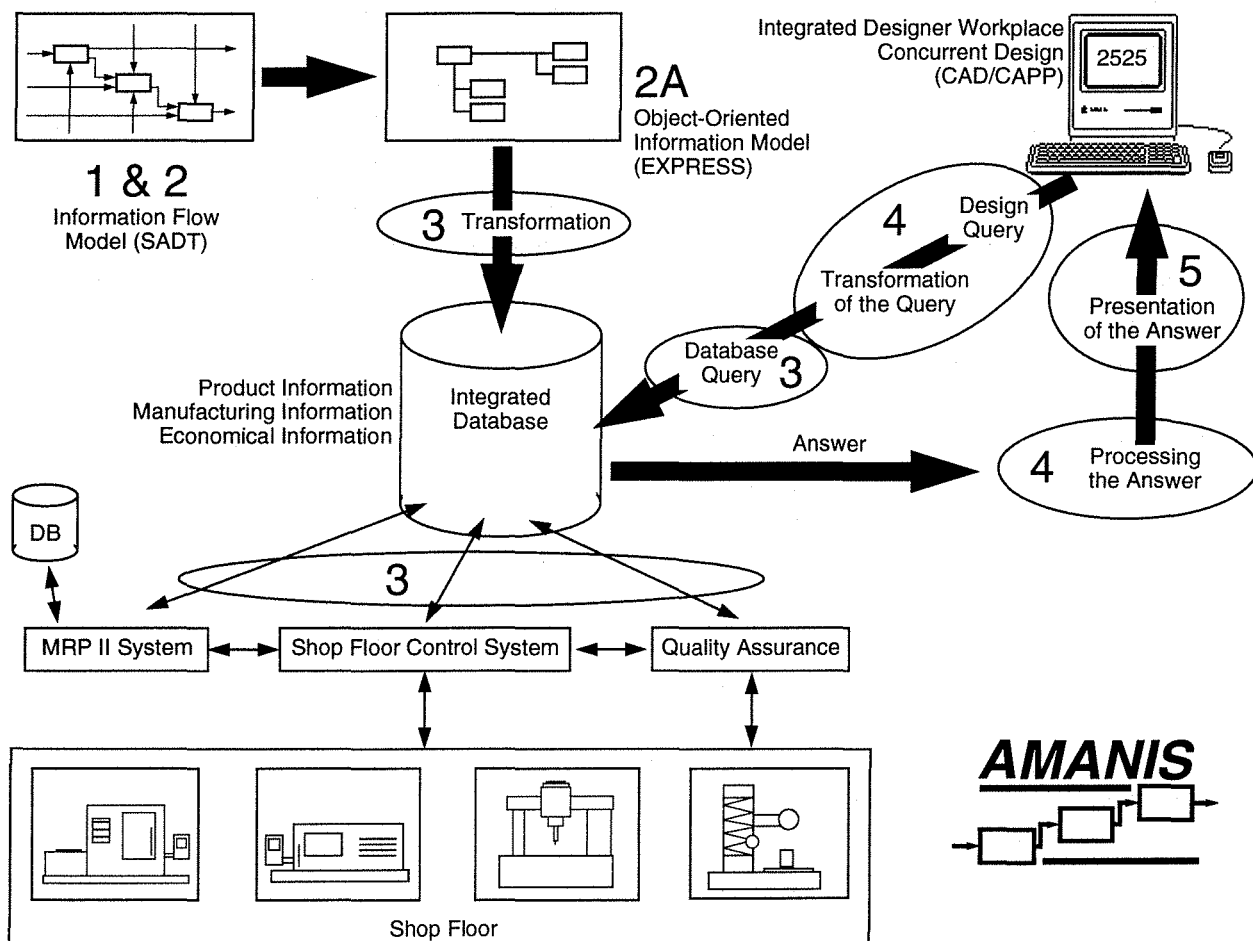


Bild 6 Aufgabenstruktur von AMANIS

führte Industriebefragung sichergestellt. Ziel dieser Umfrage war und ist die Analyse implementierter und geplanter Informationstechnologien und den damit verbundenen Informationsflüssen in verschiedenen Industrieunternehmen. Um eine ausreichende statistische Grundlage zu erarbeiten sollen insgesamt 20 Firmen befragt werden. Bislang wurden acht Betriebe in Deutschland, Großbritannien, Spanien und Griechenland befragt. Dies reicht noch nicht aus, um endgültige Aussagen treffen zu können. Allerdings zeichnet sich in den Unternehmen deutlich eine starke Tendenz und eine hohe Bereitschaft zur Einführung innovativer Informationstechnologien ab. In einigen Produktionsbetrieben sind bereits heute wesentliche Voraussetzungen für die Implementierung eines Systems, das aus AMANIS resultiert, gegeben.

Bereits während der Analyse der Informationsflüsse in Aufgabe 1 und 2 wurde erkannt, daß für die anstehende Softwareentwicklung ein objekt-orientierter Ansatz notwendig ist. Deshalb mußte eine zusätzliche Aufgabe 2A definiert werden, die ausgehend von den Ergebnissen der SADT-Analyse die Entwicklung eines objekt-orientierten Informationsmodells zum Ziel hatte. Dieses Informationmodell wurde in Anlehnung an ISO-10303 Standard for the Exchange of Product Model Data (STEP) in der Modellierungssprache EXPRESS erstellt und dient als Grundlage für eine integrierte Datenbasis (**Bild 6**).

5. Zukünftige Arbeiten

An der Ausführung der Aufgaben 1, 2 und 2A waren alle Projektpartner beteiligt. Die technische Verantwortung lag beim IMW. Auch bei der Bearbeitung der zukünftigen Aufgaben wird das IMW beteiligt sein. Hier liegt die technische Verantwortung für die Aufgaben 3, 4 und 5 bei den Projektpartnern. Ziel der Aufgabe 3 ist zum einen die Ableitung einer objekt-orientierten Datenbasis aus dem entwickelten Informationsmodell. Dazu wird u.a. die Software STEP ToolsTM verwendet. Zum anderen müssen die Schnittstellen dieser Datenbasis sowohl zum integrierten Konstruktionsarbeitsplatz als auch zur Fertigungssteuerung (*Shop Floor Control System*) und zum PPS-System (*MRP II - System = Manufacturing and Resource Planning*) definiert werden. Eine Schnittstelle zum PPS-System ist deshalb notwen-

dig, da für den Konstrukteur zur Beurteilung verschiedener Funktionsträgeralternativen auch Informationen über Zukaufteile und Lagerbestände von Interesse sind. Die Leitung der Aufgabe 3 hat ELSYM (Cardiff) übernommen. Der Lösungsansatz kommt aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz / neuronale Netzwerke. Nach einer genauen Definition der vom Konstrukteur benötigten Informationen und anhand konkreter CAD-Modelle sollen verschiedene Netzwerkarchitekturen auf deren Eignung hin überprüft werden. Nach Auswahl einer bestimmten Netzwerkarchitektur zur Sammlung der benötigten Informationen ist auch die Datenstruktur auf die von Konstruktionsseite her zugegriffen wird vorgegeben. Die Aufgaben 4 und 5 (Leitung NTU Athen) beschäftigen sich deshalb zum einen mit der datenbasis-konformen Umwandlung der Konstruktionsanfrage und zum anderen mit der Aufbereitung sowie der Bereitstellung der Informationen. In einer abschließenden Aufgabe 6 soll der entwickelte Systemprototyp im CIM-Labor des IMW installiert, getestet und bewertet werden.

6. Zusammenfassung

Das Forschungsprojekt AMANIS konnte im ersten Projektjahr den spezifischen Bedarf an Fertigungsinformationen im Konstruktionsbereich nachweisen. Die benötigten Informationen wurden in einem Informationsmodell abgebildet.

Im laufenden Jahr wird ein Ansatz zur Sammlung dieser Informationen mit Hilfe neuronaler Netzwerke entwickelt. Damit werden im Rahmen dieses Grundlagenprojektes gute Voraussetzungen für eine zukünftige industrielle Anwendung geschaffen. Diese kann Ergebnis eines anschließenden Industrieprojektes sein.

7. Literatur

Prengemann, U.:

Fertigungsinformationen für die Konstruktion bereitstellen; ZWF 88 (1993) 7-8