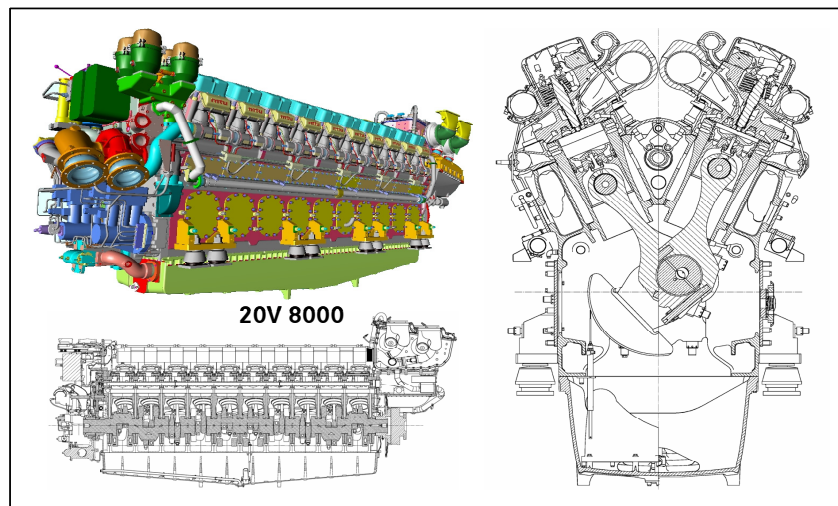




Virtuelle Produktentwicklung und –erstellung in der prozessorientierten Auftragsabwicklung der MTU Friedrichshafen

Dr.-Ing. habil. Franz Otto Vogel

Leiter Ressortcontrolling Ressort-IV-Koordination



Beitrag zur Buch-Veröffentlichung
Zur Emeritierung

von

o. Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. Hans Grabowski

Institut für Rechneranwendung
In Planung und Konstruktion (RPK)
Universität Karlsruhe (TH)

Copyright © MTU Friedrichshafen GmbH

Ralf-Stefan Lossack · Christian Klimesch [Hrsg.]

25 Jahre

Rechneranwendung in

Planung und Konstruktion

Zur Emeritierung von

o. Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. Hans Grabowski

Virtuelle Produktentwicklung und –erstellung in der prozessorientierten Auftragsabwicklung der MTU

F. O. Vogel

Vorwort

Sehr geehrter Herr Professor Grabowski, oder darf ich, wie nun seit mehr als 30 Jahren, „Lieber Hans“ sagen? Als Verfasser dieses Beitrages ist es mir eine besondere Ehre, an dem Buch zu Deiner Emeritierung mitwirken zu dürfen. Wir haben in den 70er Jahren gemeinsam die ersten Gehversuche des CAD-Einsatzes am Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen erlebt. Damals hat sich der Institutsleiter Prof. Opitz mit großem Engagement um die Beschaffung der CDC 1700 Grafikstation im Rechenzentrum der Hochschule bemüht. Die strategische Weiterentwicklung dieser Aktivitäten hast Du in Deiner Zeit als Oberingenieur bei Prof. Opitz und seit 1975 als Leiter des RPK konsequent und mit großem Erfolg vorangetrieben. Dein Wirken in der CAD-Forschung und deren Anwendung in der Industrie war immer geprägt von einem Mann, der früher selbst als Konstrukteur am Reißbrett gestanden hat und somit die Bedürfnisse des Entwicklers immer vor Augen hatte.

Ich hoffe und wünsche, dass sowohl die Wissenschaft als auch die Industrie nach Deiner Emeritierung weiterhin mit Deiner tatkräftigen Unterstützung rechnen können. Denn es gibt noch viel zu tun. Packen wir's an! Alles Gute für die Zeit nach dem RPK wünscht Dir und Deiner Familie herzlichst

Dein
Franz Otto Vogel

Einleitung

Die MTU Friedrichshafen GmbH entwickelt, fertigt und vertreibt im Firmenverbund der DaimlerChrysler AG schnelllaufende Hochleistungsdieselmotoren, komplette Antriebssysteme für Wasser- und Landfahrzeuge sowie stationäre Energieanlagen. Im letzten Jahrzehnt hat sich aufgrund der Markterfordernisse die strategische Ausrichtung des Unternehmens gravierend geändert. Mit der konsequenten Erneuerung des Erzeugnisprogramms durch die Einführung der neuen Baureihen 2000, 4000 und 8000 wurden die Grundlagen für den Neueinstieg in die kommerziellen Märkte gelegt. Die Richtigkeit dieser Strategie beweist neben der Stimmigkeit der Betriebsergebnisse des Unternehmens die Anzahl der verkauften und heute im Feld eingesetzten Motoren.

Dass diese Veränderung so erfolgreich gelingen konnte, ist vor allem auf die engagierte Zusammenarbeit der an den Prozessen beteiligten Mitarbeiter zurückzuführen. Der motivierte Mitarbeiter ist nach wie vor einer der wichtigsten Erfolgsfaktoren trotz aller Automatisierungs- und Rationalisierungsstrategien, trotz „Lean Management“, „Supply Chain“ und anderen Modestrategien.

Nicht ganz unbedeutend bei derartigen Veränderungsprozessen, wie sie die MTU durchlaufen hat, ist neben den technischen Erneuerungen in der Produktion die Gestaltung der internen und externen Prozessabläufe und vor deren Hintergrund der Aufbau einer rechnerintegrierten Auftragsabwicklung. Ziel und Inhalt dieses Beitrags ist es, den derzeitigen Stand der virtuellen Produktentwicklung und -erstellung in der prozessorientierten Auftragsabwicklung der MTU Friedrichshafen GmbH zu beschreiben. Hierbei steht weniger die inhaltliche Darstellung und Beschreibung der einzelnen Informationsverarbeitung (IV) -Tools im Vordergrund. Hierzu reicht die vorgegebene Seitenzahl bei weitem nicht aus. Detaillierte Informationen über die bei MTU eingesetzten Systeme können den angegebenen Literaturstellen und den dort aufgeführten Homepages der Systemlieferanten und -entwickler entnommen werden. Es geht in diesem Beitrag vielmehr darum, die bei MTU konsequent verfolgte Gesamtstrategie zur Integration der einzelnen Prozessschritte und deren Durchgängigkeit untereinander innerhalb des Gesamtsystems Auftragsabwicklung herauszustellen. Der Verfasser dankt an dieser Stelle allen Mitarbeitern, Kollegen und externen Spezialisten, die ihn bei der Erstellung dieses Beitrags unterstützt haben.

Die im Geschäftsführungsressort Technik in den operativen Unternehmensbereichen Entwicklung, Fertigung, Montage, Logistik, Einkauf und Qualitätswesen eingeführten Projektvorhaben zur Gestaltung der durchgängigen Prozesskette wurden unter der Verantwortung von Herrn Dr.-Ing. Gerd-Michael Wolters konzipiert und eingeführt. Die Federführung für die Gestaltung der IV-Strategie und der Einsatz der Hard- und Softwarekomponenten lag bzw. liegt bei dem Leiter des kaufmännischen Ressorts Herrn Dipl.-Kaufm. Werner Speckner und seinen Mitarbeitern.

Neuausrichtung der Produktentwicklung und des Qualitätsmanagements

Der erste Schritt zu Beginn der Prozesskette ist bei MTU wie in nahezu allen Unternehmen der Investitionsgüter-Industrie die Erstellung eines detaillierten Pflichtenhefts als Vorgabe für den Produktentwicklungsprozess. Das Pflichtenheft basiert auf dem vertrieblichen Lastenheft, in dem sich die technischen und wirtschaftlichen Anforderungen des Marktes an das Erzeugnis widerspiegeln (Bild 1).

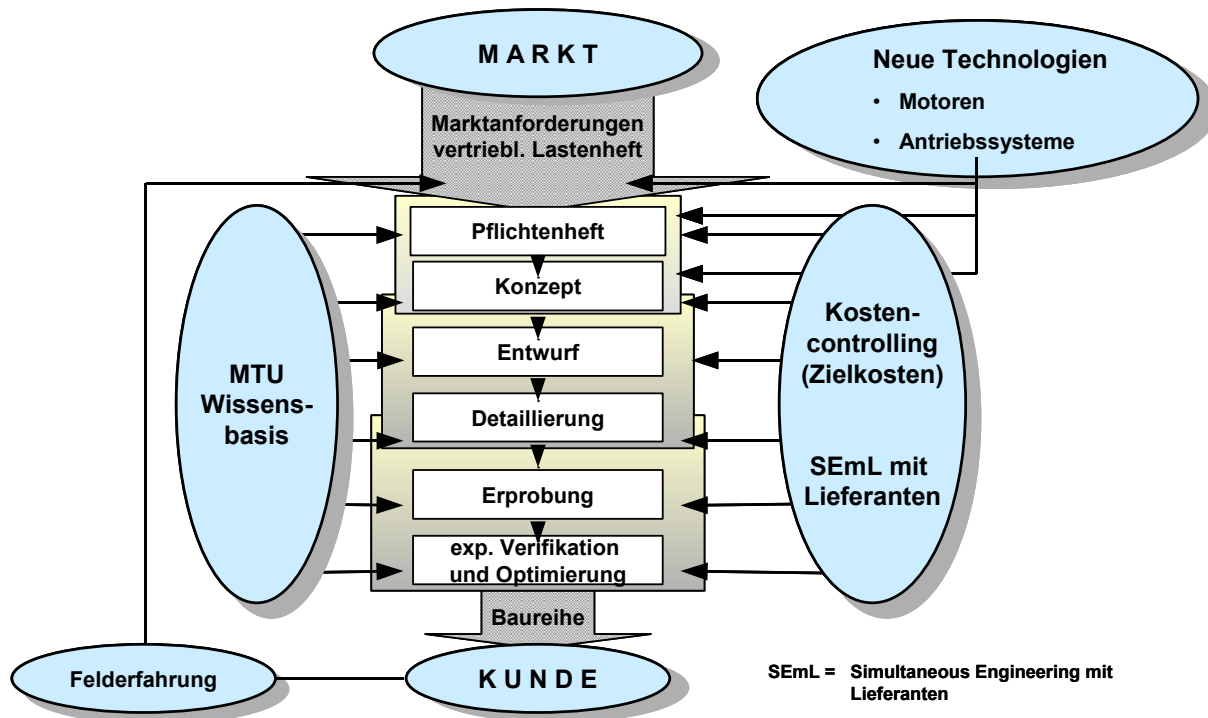


Bild 1 Produktentwicklungsprozess bei der MTU Friedrichshafen GmbH

Vertriebliches Lasten- und Pflichtenheft beinhalten zwangsläufig die beim Einsatz im Feld gemachten Erfahrungen mit neu eingeführten bzw. bereits erprobten Erzeugnissen, die iterativ aus dem engen Erfahrungsaustausch zwischen technischem Kundendienst sowie den Vertriebs- und Entwicklungsabteilungen der einzelnen Baureihen resultieren.

Aktuelle, strategisch wichtige Erkenntnisse aus neuen Technologien und weltweiten Forschungsaktivitäten liefern weitere wichtige Vorgaben für die Auslegung der MTU-Erzeugnisse.

Ein bedeutender Know-How-Lieferant für alle Folgephasen des Entwicklungsprozesses bis hin zur Serieneinführung ist die MTU-Wissensbasis, basierend auf dem exzellenten Fachwissen der Ingenieure und Systemspezialisten. Alle Aktivitäten unterliegen dem internen Kostencontrolling auf Basis der vereinbarten Zielvorgaben. Mit entscheidend für die in den letzten zehn Jahren erreichte, drastische Verkürzung der Produktentwicklungszeiten war u. a. die konsequente Einführung des Simultaneous Engineerings mit Lieferanten (SEmL) und der Einsatz der im Folgenden beschriebenen CAx-Tools.

Die Neuausrichtung der MTU-Entwicklungsstrategie Anfang der 90er Jahre hatte von Beginn an das übergeordnete Ziel, die Entwicklungskosten und konsequenterweise auch die Erzeugniskosten zu senken, um bei den veränderten Marktbedingungen wettbewerbsfähig zu bleiben. Die zweite Vorgabe für die MTU-Projektteams war die Verkürzung der Markteinführungsintervalle, um damit die Anforderungen des kommerziellen Dieselmotorenmarkts noch besser zu erfüllen (Bild 2).

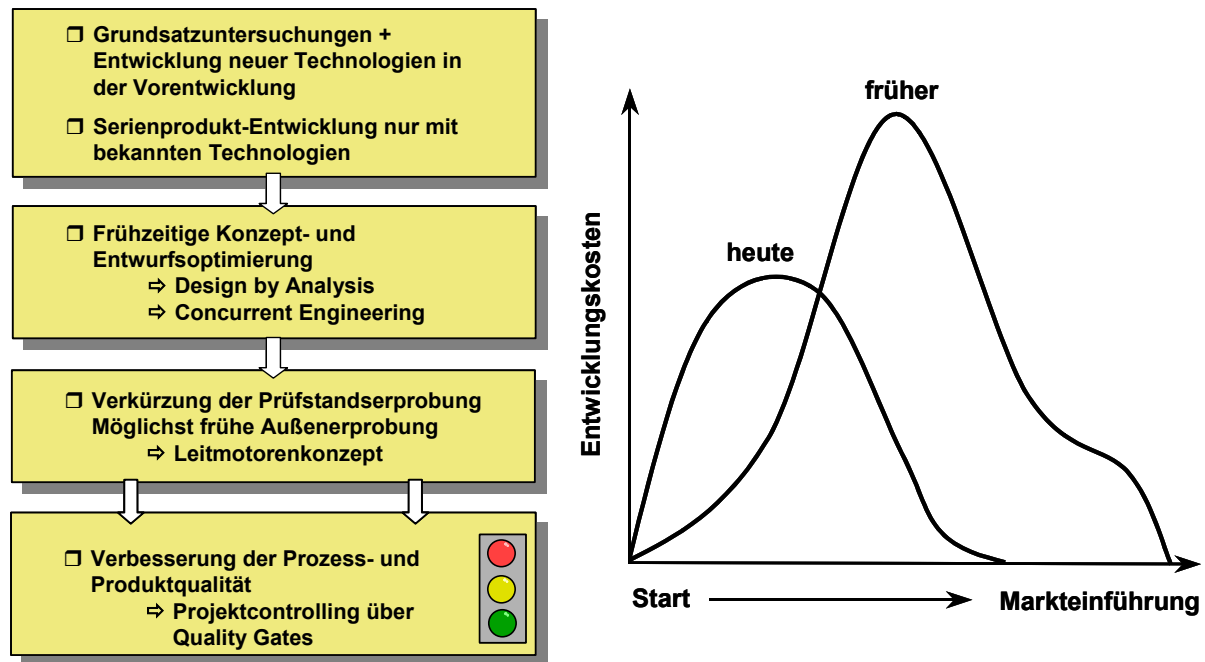


Bild 2 Entwicklungsstrategie früher und heute

Dies waren gleichzeitig die Vorgaben für das Projekt „Effizienzsteigerungsprogramm in der Entwicklung (EPE)“. Dieses Projekt wurde bis zum Jahr 1999 weitgehend umgesetzt und bildete die Grundlage für die organisatorische Umgestaltung des Entwicklungsbereichs und die Anpassung der Entwicklungsprozesse an die o.g. Anforderungen des Marktes.

Die wichtigsten vom EPE-Projektteam erarbeiteten und seit Jahren in der Entwicklung eingeführten Strategien sind im Bild 2 aufgeführt. Hervorzuheben ist hierbei neben der erfolgreichen Anwendung des Design by Analysis das konsequent praktizierte Concurrent Engineering als effektives Instrument zur Verbesserung der Prozess- und Produktqualität in Form eines integrierten Projektcontrollings über Quality Gates.

Damit war bei der MTU eine der wesentlichen Voraussetzungen zur Verbesserung des Qualitätsmanagements im geschlossenen Regelkreis des Life-Cycle-Konzepts gegeben (Bild 3).

Qualitätsmanagement, Life-Cycle-Konzept

- Life-Cycle-Betrachtung sowohl aus Kunden- als auch aus MTU-Sicht unter Berücksichtigung aller Qualitätsfelder (Liefertreue und -qualität, Betreuungsqualität, Wirtschaftlichkeit, Verfügbarkeit, Konzept- und Langzeitqualität)
- Wirtschaftlichkeitsanalysen auf Basis von Gesamtkosten einschließlich zu erwartender Folgekosten (Gewährleistung)
- Detaillierte anwendungsspezifische Zuordnung von Gewährleistungskosten
- Konsequente Nutzung der Verursacherzuordnung zur Verbesserung der Produktqualität (geschlossener Regelkreis)

Bild 3 Integriertes Qualitäts- und Kostenmanagement

Die gesamtheitliche Betrachtung sowohl aus Kunden- als auch aus MTU-Sicht unter Berücksichtigung aller Qualitätsfelder einschließlich der detaillierten Wirtschaftlichkeitsanalysen unter Einbeziehung der Gewährleistungskosten haben die Konkurrenz- und Überlebensfähigkeit des Unternehmens und damit die klare Positionierung weg vom Behördenmarkt hin zum kommerziellen Markt gesichert. Im Folgenden werden die wichtigsten bei MTU eingeführten CAx- und IV-Tools zur Unterstützung der virtuellen Produktentwicklung und -erstellung - soweit es der vorgegebene Rahmen zulässt - beschrieben und anhand von konkreten Einzelbeispielen erläutert. Damit wurden, als konsequente Weiterentwicklung der CIM- und LOGISTIK-Bausteine aus den 80er Jahren, die organisatorischen und IV-technischen Voraussetzungen für die Gestaltung der Prozesse zur virtuellen Produktentwicklung und -erstellung in der rechnerintegrierten Auftragsabwicklung der MTU geschaffen.

IV-Tools für die virtuelle Produktentwicklung und -erstellung

Die Entwicklung und Einführung der heute noch vorhandenen IV-Tools für die rechnerintegrierte Auftragsabwicklung der MTU wurde in den 80er Jahren maßgeblich bestimmt durch die Eigeninitiative des Unternehmens, Individualsoftware im eigenen Hause selbst zu gestalten, zu entwickeln und einzuführen, da die Funktionalität der am Markt erhältlichen Standardsoftwarepakete bei weitem nicht den Anforderungen der MTU genügte. In einer umfangreichen Buchveröffentlichung im Carl Hanser Verlag, München Wien hat der Verfasser dieses Beitrags zusammen mit zwei Kollegen im Jahre 1992 die Schritte der MTU auf ihrem Weg zur CIM- und -LOGISTK-orientierten Auftragsabwicklung ausführlich beschrieben /RüSV-92/ (Bild 4).

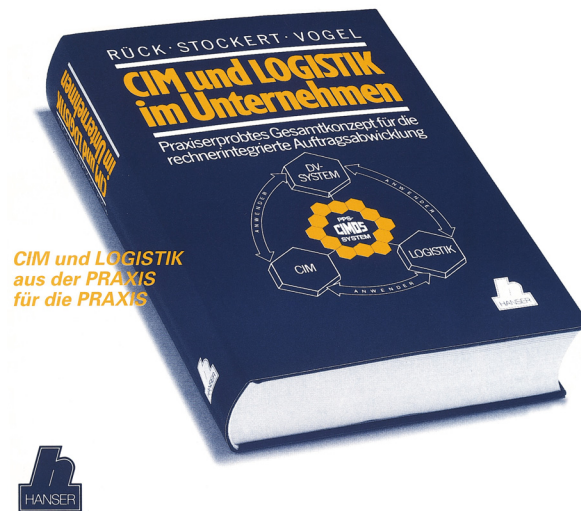


Bild 4 Buch „CIM und LOGISTIK im Unternehmen“

Das bei MTU entwickelte PPS/ERP-System CIMOS und das CAQ-System QUISS wurde im Rahmen der Aktivitäten der Softwarehäuser MTU ISG und später debis Systemhaus - in direkter Konkurrenz zu SAP/R2 - in mehreren Unternehmen der Investitionsgüterindustrie eingeführt. Die damals schon relativ ausgereifte technische Spezifikation der Software sprach eindeutig für die MTU-Lösung.

In den 90er Jahren musste aus mehreren Gründen die o.g. Einführungsstrategie der Software-Eigenentwicklung geändert und an die Belange des IV-Marktes angepasst werden. Die neue gültige Vorgabe für die MTU-Fachbereiche und die IV-Verantwortlichen lautet: „Möglichst keine Individualsoftware entwickeln, sondern marktgängige Standardprodukte auf Basis der im Haus erstellten MTU-Lastenhefte auswählen und möglichst ohne Änderungen und Anpassungen einführen.“

Entsprechend dieser Vorgabe wurden die IV-Tools zur virtuellen Produktentwicklung und -erstellung eingeführt (Bild 5).

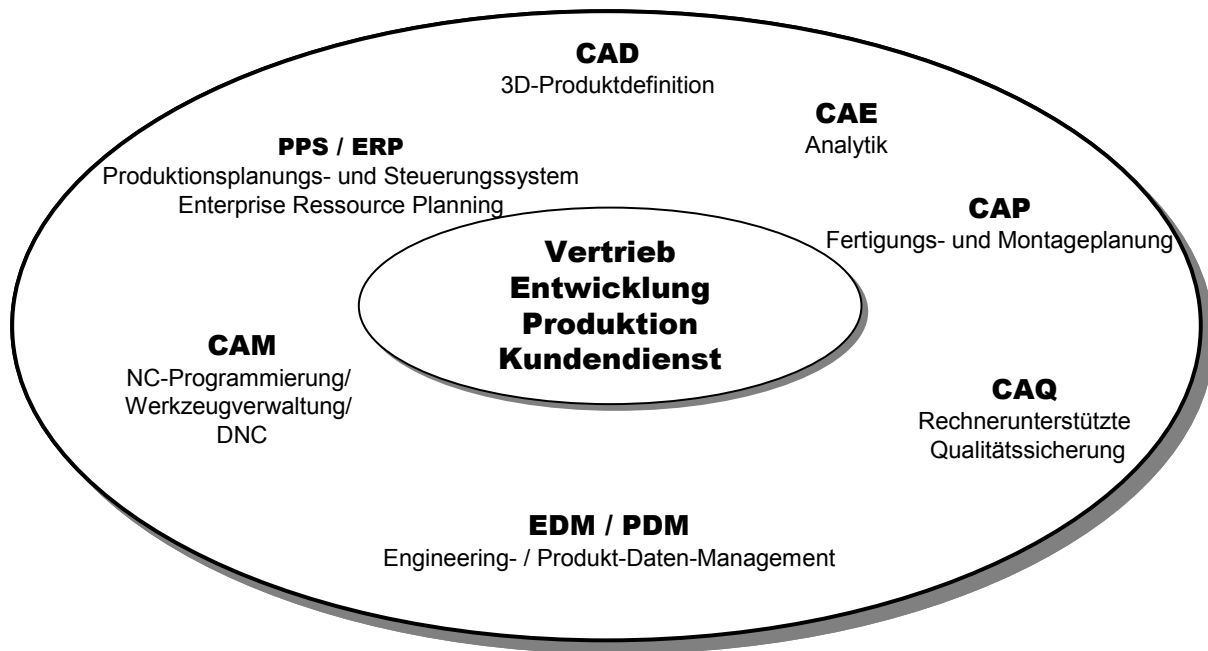


Bild 5 IV-Tools für die virtuelle Produktentwicklung und -erstellung in der durchgängigen Prozesskette

Ergänzend zu dieser strategischen Neuausrichtung des IV-Einsatzes sei an dieser Stelle das 1992 ins Leben gerufene Projekt „FABRIK 95“ genannt. Dieses Vorhaben hat in den Jahren 1992 bis 1997 die gesamte Organisation im Produktionsbereich und dessen technische Einrichtungen in Fertigung, Montage und auf den Prüfständen maßgeblich verändert /Rück-97/. Die wirtschaftliche Situation der MTU wurde durch vom hausinternen Controlling nachgewiesene Einsparungen in Höhe von mehreren 100 Mio. Euro maßgeblich gefestigt.

Um die Vielzahl von mehr als 130 Einzelprojekten der „FABRIK 95“ organisatorisch und kostenmäßig in den Griff zu bekommen, wurde unter Leitung des Verfassers mit externer Unterstützung durch J. FENDRICH, Hamburg, ein MTU-spezifisches Projektmanagement-Tool für das Projekt „FABRIK 95“ entwickelt und eingeführt /Fend-91/.

Dieser ganzheitliche Projektmanagement-Ansatz und dessen Anwendung waren in den Jahren 1994 - 1998 mit ausschlaggebend für den Erfolg des CEC-Projekts, dessen komplexe, bereichsübergreifende Struktur und Projektorganisation aus Bild 6 hervorgeht.

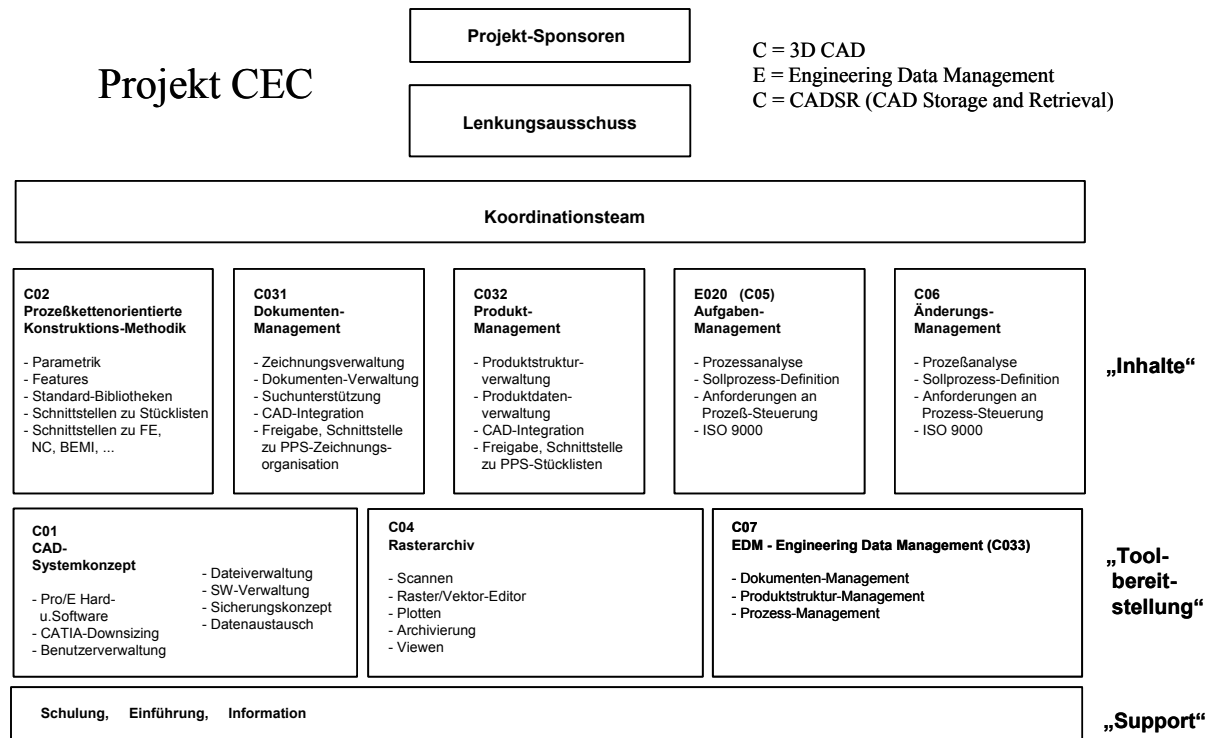


Bild 6 CEC-Projektstruktur und Projektorganisation

Der Projektname CEC resultiert aus einer Zusammenfassung der drei Einzelprojekte bzw. Systeme:

- CAD (Computer Aided Design System)
- EDM (Engineering Data Management System)
- CADSR (Computer Aided Design Storage and Retrieval System)

Projekt-Sponsoren waren die Ressortleiter für den kaufmännischen und technischen Geschäftsbereich. Der Lenkungsausschuss setzte sich zusammen aus Vertretern des oberen Führungskreises. Aufgabe des Koordinations-Teams war es, den CEC-Gesamt-Projektleiter und die Projektleiter der Einzelteams bei ihrer schwierigen Führungsaufgabe zu unterstützen. Letztlich ging es darum, quasi eine Art Kulturrevolution in nahezu allen operativen Unternehmensbereichen durchzusetzen:

- Mit Abschluss der Auswahlphase für das zukünftige strategische CAD-System Pro/E der Fa. PTC begann der beschwerliche Weg zur Ablösung der bestehenden 2D/3D-Systeme durch das integrierte 3D-CAD-Tool Pro/E. Heute befinden sich mehr als 150 Pro/E-Arbeitsplätze im Einsatz.
- Auf Basis des im Projektteam erarbeiteten EDM-Lastenhefts wurde CIM DATABASE der Fa. CONTACT Bremen als geeignetes EDM/PDM-Tool für die MTU ausgewählt und unternehmensweit eingeführt.
- Die Fa. SIEMENS lieferte als Generalunternehmen die notwendige Unterstützung bei der Auswahl und Einführung des CADSR-Systems. Damit konnte die längst

fällige Ablösung der konventionellen Mikrofilm-Verwaltung und Zeichnungsvervielfältigung umgesetzt werden.

CEC hat die IV-Anwendung und den IV-Einsatz in fast allen Unternehmensbereichen verändert, wodurch die Informationsbeschaffung und -bereitstellung heute dem neuesten Stand der Technik entspricht, wie aus der späteren Beschreibung der EDM/PPM-Tools hervorgeht.

Auch an dieser Stelle sei auf die kooperative Zusammenarbeit aller am CEC-Projekt beteiligten Personen aus den einzelnen Fachbereichen, dem IV-Bereich, dem Personalwesen und den Spezialisten der Systemhäuser verwiesen. Das unternehmerische Risiko für die hohen Investitionen in neue, damals noch nicht erprobte Softwarebausteine wurde von den Verantwortlichen in der Geschäftsleitung voll getragen. Die meisten der im Folgenden beschriebenen IV-Tools haben durch die enge partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen Anwendern und Systemlieferanten ihren Reifegrad und letztlich ihre Einsatztauglichkeit erreicht.

CAD-Tool / 3D-Modellierung

Eine der schwierigsten Aufgabenstellungen für die Systemgestalter der MTU-Projektlandschaft zur Optimierung der durchgängigen Prozesskette waren nach Meinung des Verfassers die CEC-Projektphasen Anforderungsdefinition, Auswahl und Einführung des CAD-Tools für die 3D-Modellierung (Bild 7).

Die Grundlagen für den CAD-Einsatz bei der MTU Friedrichshafen wurden Mitte der 80er Jahre mit der Entscheidung für das 3D/2D-System CATIA geschaffen. In der Zeit von 1985 bis Mitte der 90er Jahre konnte der damals schon recht früh formulierte 3D-Strategie-Ansatz aus vielerlei Gründen nicht umgesetzt werden, so dass die Mehrzahl der CAD-Anwender auch 10 Jahre später ihre Konstruktionsergebnisse in Form von 2D-Datenmodellen und -zeichnungen ablieferten /RüSV-92/.

Ende der 80er Jahre fasste Herr Prof. Grabowski anlässlich einer VDI-Vortragsveranstaltung bei MTU die Kritiken an der damaligen CAD-Systementwicklung mit dem Satz zusammen:

„Die heutigen CAD-Systeme sind immer noch CAD-Systeme mit Riemenantrieb und entsprechen bei weitem nicht den Anforderungen des Konstrukteurs.“

Vielleicht liegt in dieser Aussage auch heute noch einer der Gründe für die schleppende 3D-CAD-Integration in den Unternehmen.

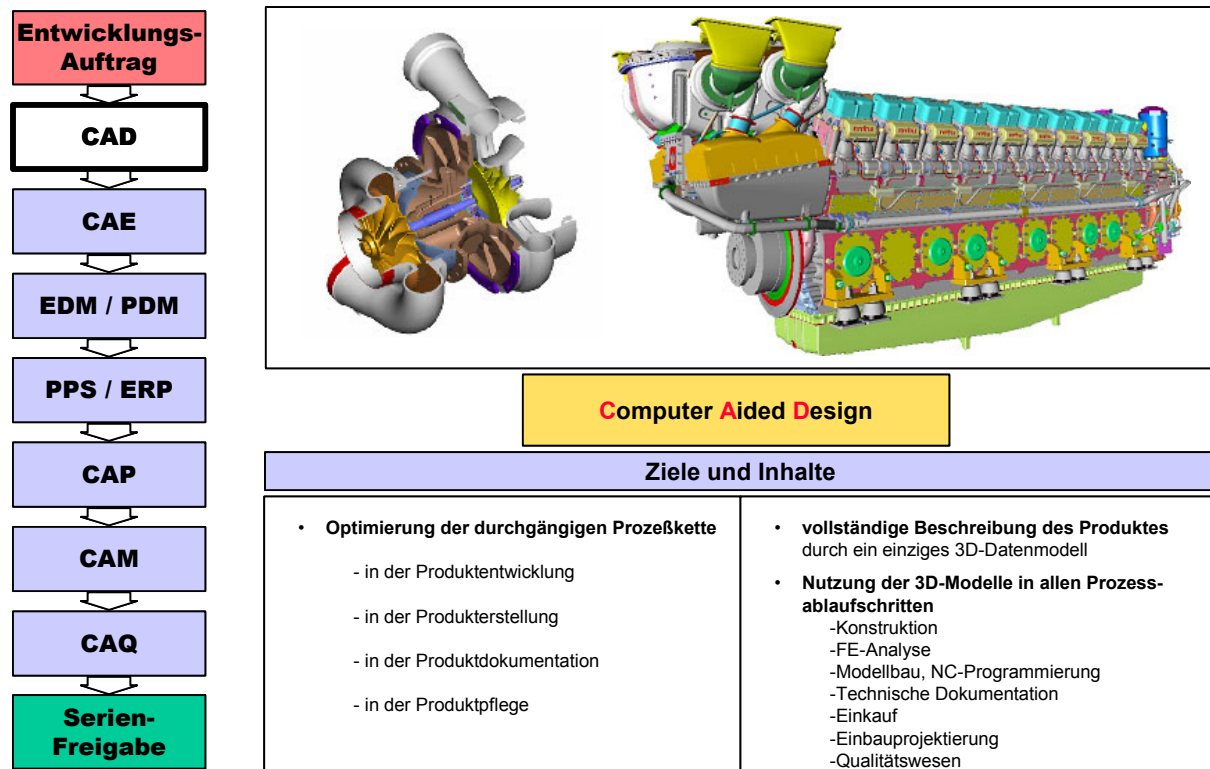


Bild 7 CAD-Tool - 3D-Modellierung

Dass sich die Einsatzmöglichkeiten der seit Mitte der 90er Jahre verfügbaren modernen CAD-Systeme weiterentwickelt haben, ist unumstritten. Dies beweisen die 3D-Anwendungsbeispiele der MTU und die zahlreichen Einsatzbeispiele in anderen Firmen (Bilder 8-10).

Das in CEC postulierte Ziel des 3D-Einsatzes bei MTU war und ist die Optimierung der durchgängigen Prozesskette in allen internen und externen Phasen der Produktentwicklung, Produktherstellung und Produktpflege auf Basis des im Pro/E erstellten 3D-Datenmodells. Eine weitere hierauf aufbauende Zielvorgabe war und ist die intensive Nutzung der 3D-Modelle in allen Folgeschritten der Prozesskette bis hin zur Einbauprojektierung und technischen Dokumentation.

Die Entscheidung für das 3D-CAD-System Pro/E fiel 1994 im CEC-Koordinationsteam auf Basis eines hausinternen Systemvergleichs. Ausschlaggebend für diese Wahl war die fachliche Beurteilung der CAD-Anwender, die auf der damals besseren Modellierungsfunktionalität des Pro/E-Tools basierte.

Die Umsetzung der zu Beginn des CEC-Projekts formulierten, bewusst hochgesteckten Ziele ist derzeit noch nicht vollständig abgeschlossen. Die grundlegenden Probleme sind jedoch weitgehend gelöst, wie die nachfolgenden Ausführungen zu den ergänzenden IV-Tools beweisen werden.

Die Gesamtentwicklungszeit für den im Bild 8 gezeigten derzeit größten MTU-Dieselmotor der Baureihe 8000, der als erstes MTU-Erzeugnis komplett bis zur letzten Schraube im 3D-Modell abgebildet ist, betrug etwas mehr als drei Jahre. Damit wurde die in Bild 2 eingangs geforderte kurze Markteinführungszeit eindeutig erreicht. Ähnliches gilt für die im Bild 9 abgebildeten Motoren der neuen Baureihen 4000 und 883,

sowie weitere Anwendungen bei der virtuellen Produktentwicklung in der Einbauprojektierung.

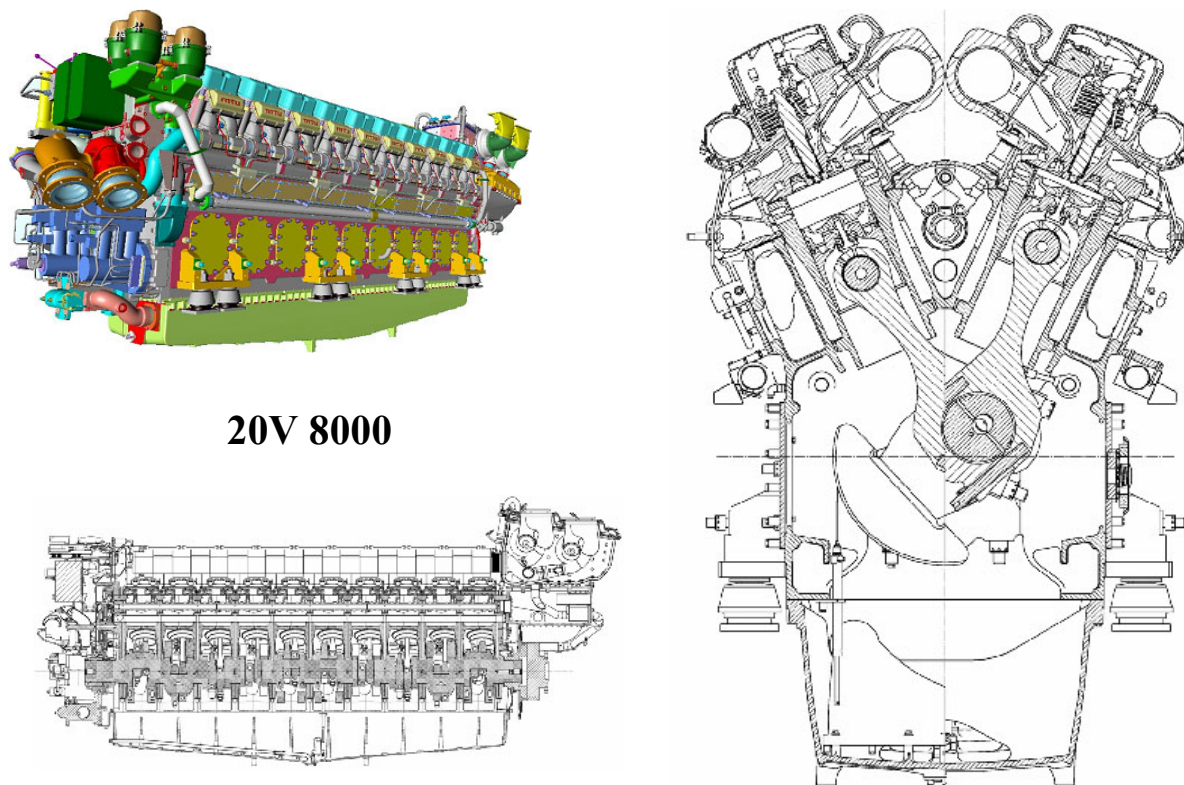


Bild 8 3D-Modell des BR 8000 und hieraus abgeleitete 2D-Schnittzeichnungen

Bild 5 vermittelt lediglich einen relativ unpersönlichen, systemspezifischen Einblick in die komplexen Inhalte des CEC-Projekts. Die Komplexität der Einführungsproblematik eines derartigen Veränderungsprozesses kann nur unzureichend in Bildern dargestellt und in Texten formuliert werden. Man muss hautnah dabei gewesen sein und miterlebt haben, mit wie viel Mühe und Engagement alle Beteiligten ihr Bestes gegeben haben. Der CAD-Koordinator des Ressorts Technik, die IV-Spezialisten der Abteilung CAx-Systeme, die IV-Verantwortlichen für die Systemhardware und -software, die CEC-Projektleiter, die für das Schulungskonzept verantwortlichen Mitarbeiter des Personalbereiches und nicht zuletzt die Mitarbeiter aus der Entwicklung und Produktion, deren Arbeitsumfeld sich beim Übergang von der 2D- auf die 3D-Strategie so gravierend verändert hat.

Der Gesamtprozess zur Einführung der 3D-Modellierung und Einführung bei MTU wurde von der Fa. TRIVIT AG, Ravensburg und von der Fa. PTC wirkungsvoll unterstützt /Inno-02/.

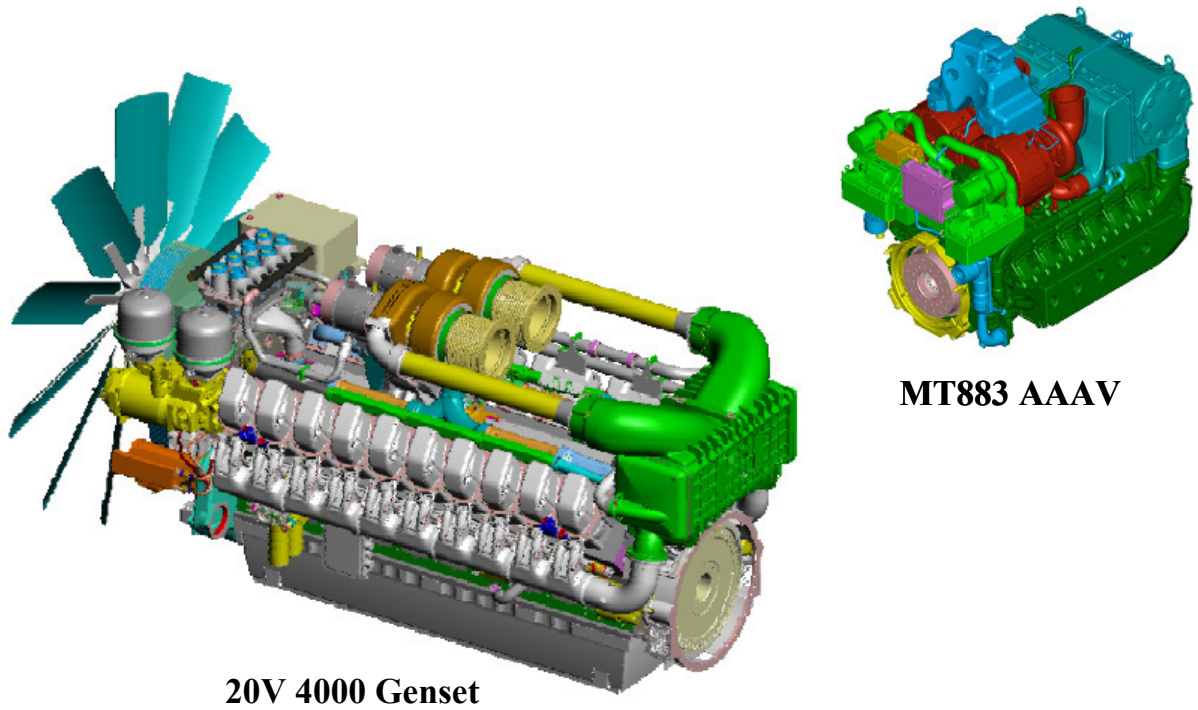


Bild 9 3D-Modelle von aktuellen Baureihen

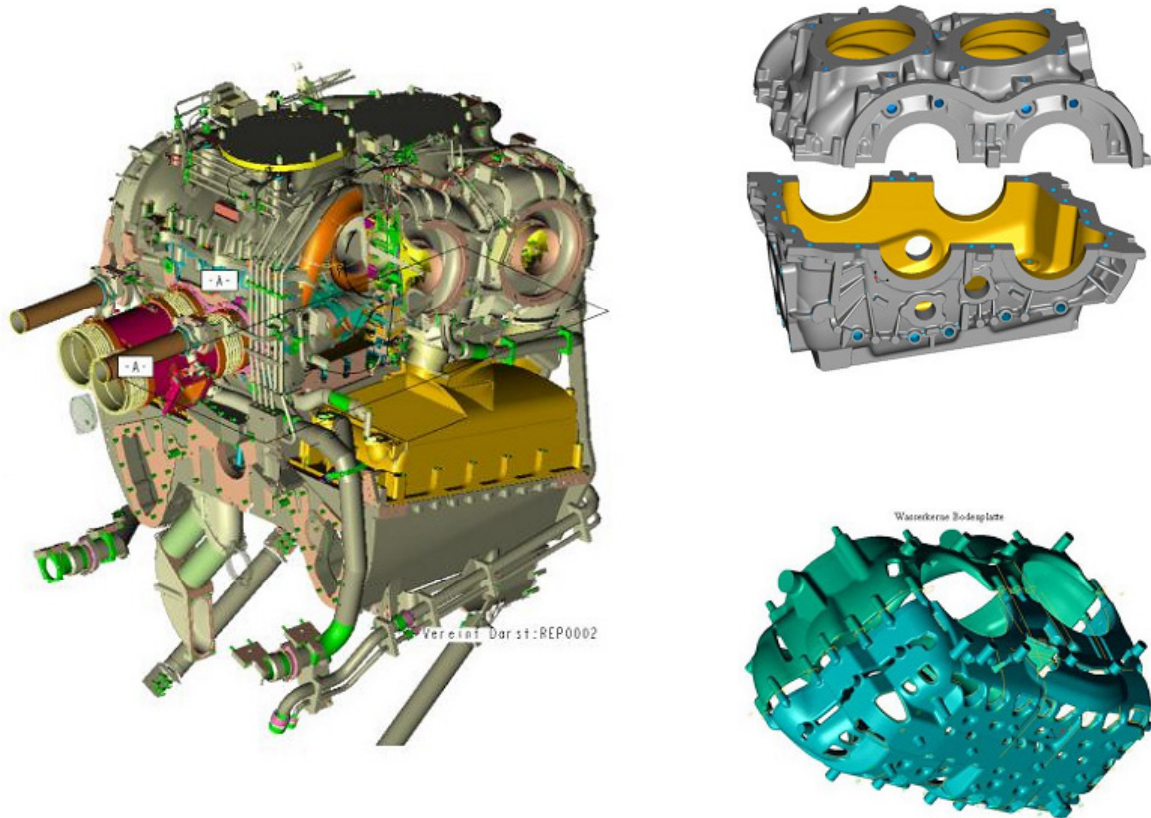


Bild 10 3D-Modelle der ATL-Gruppe für die BR 8000

Die Vorteile der bei MTU konsequent umgesetzten 3D-Einführungsstrategie auf der Basis eines 3D-Modells sind inzwischen unumstritten. Damit wurde eine der wesentlichen Grundvoraussetzungen zum Aufbau einer durchgängigen Prozesskette im Rahmen der virtuellen Produktentwicklung und -erstellung bei MTU geschaffen.

CAE-Tools / Analytik

Mit der Konzeption und Anwendung von CAE-Tools für den Einsatz leistungsfähiger Berechnungsverfahren wurde bei der MTU Friedrichshafen schon im Jahre 1975 begonnen. Damals wurde die CAE-Programmentwicklung von den Berechnungsingenieuren selbst durchgeführt. Unterstützt wurde diese Arbeit von Mathematikern und Programmieren, die überall dort halfen, wo der Ingenieur von diesen Fachleuten unterstützt werden musste /RüSV-92/.

Diese Form der CAE-Strategie gehört längst der Vergangenheit an, wie bereits in Bild 2 angedeutet wurde. Die heutige Anwendung der modernen CAE-Tools unterstützt die Entwickler schon zu Beginn des Entwicklungsprozesses bei der Konzept- und Entwurfsoptimierung.

Moderne, seit Jahren auf dem Markt erhältliche CAE-Programme verfolgen neben der Optimierung der Produkteigenschaften nach optimaler Funktion und niedrigen Kosten, u.a. die Sicherstellung der Produktqualität und die Minimierung der Entwicklungszeiten entsprechend den Vorgaben aus Bild 2.

Zur Simulation möglichst aller physikalischen Prozesse innerhalb oder im Umfeld der MTU-Produkte werden bereits in der frühen Konzept- und Entwurfsphase die Systeme

- NASTRAN für FEM-Berechnungen,
- MEDINA für Pre-/ und Postprocessing,
- PATRAN für Temperaturfeldberechnungen und
- STAR-CD für Strömungsberechnungen

konsequent und mit großem Erfolg bei der Produktgestaltung eingesetzt.

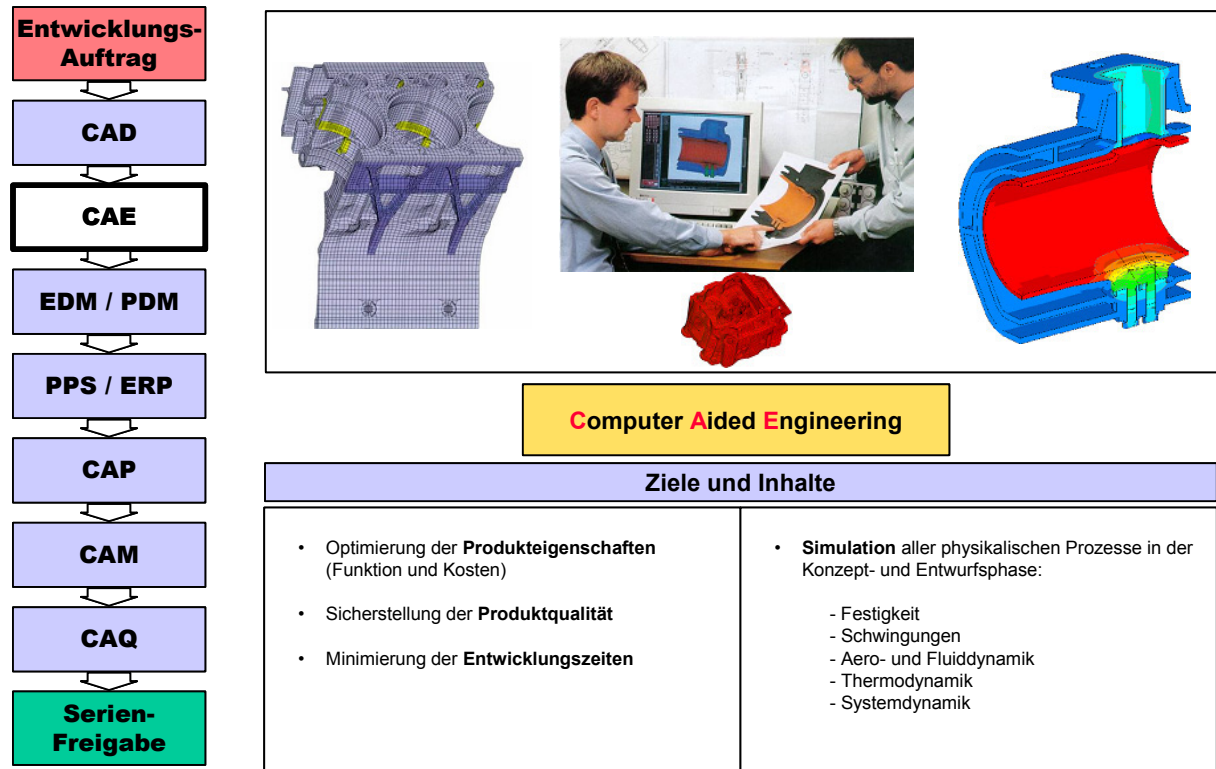


Bild 11 CAE-Tool-Analytik

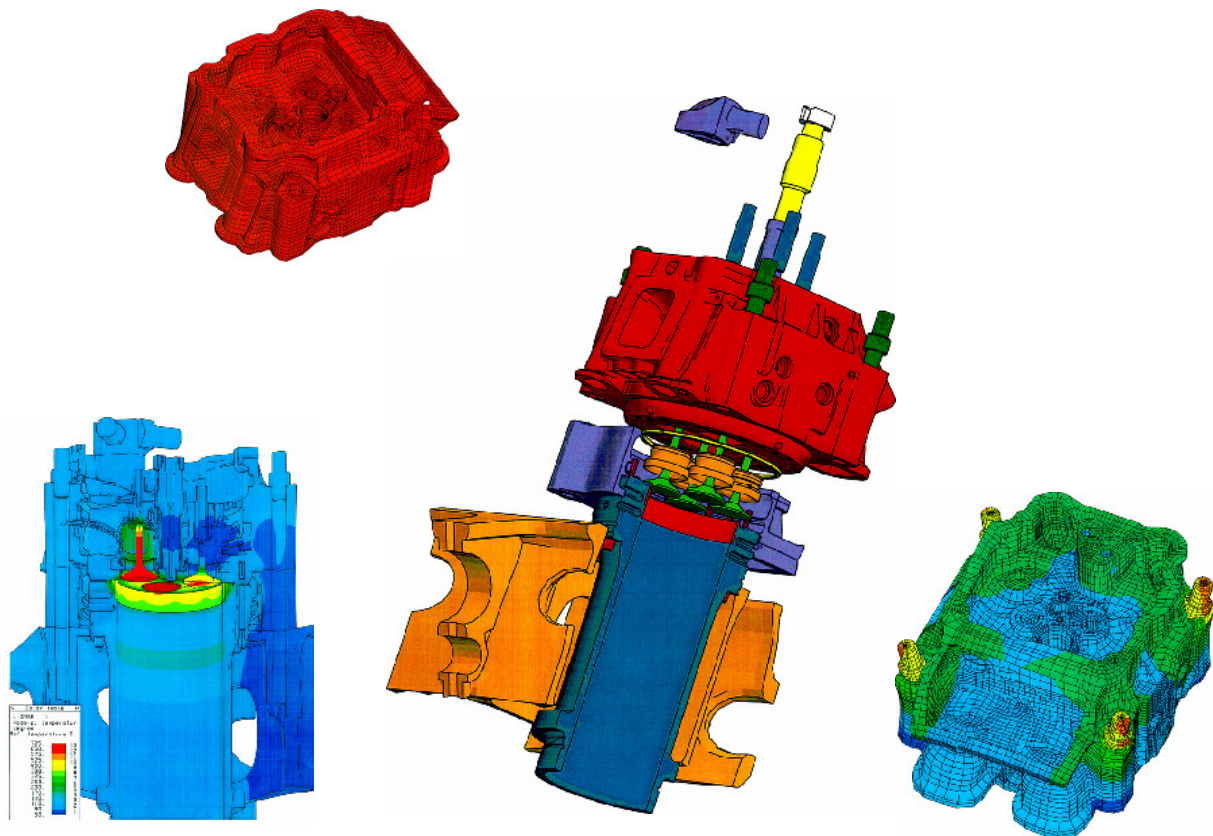


Bild 12 Anwendungsbeispiele für das CAE-Tool-Analytik

Darüber hinaus kommen verschiedene andere Berechnungssysteme für die Produktauslegung auf dem Gebiet der mechanischen Festigkeitsberechnung sowie der strömungstechnischen und thermodynamischen Berechnung zur Anwendung. Wie aus Bild 12 hervorgeht, wird dabei direkt bzw. indirekt das mit Pro/E modellierte 3D-Modell einer kompletten Baugruppe bzw. eines Einzelteils zugrunde gelegt.

EDM / PDM-Tool / CIM DATABASE

Mit dem Aufkommen leistungsfähiger, aus der Sicht des Verfassers jedoch immer noch zu wenig benutzerfreundlicher 3D-CAD-Systeme Anfang bis Mitte der 90er Jahre entstand als Folge hiervon auf dem Softwaremarkt ein regelrechter Boom an EDM/PDM-Systemen zur Speicherung und Verwaltung der CAD-Modelle sowie aller für den Entwicklungsprozess relevanten Informationen. Weitere von den Systemanbietern euphorisch verkündete EDM/PDM-Ziele und -Funktionalitäten waren neben der Verwaltung der CAD-Modelle die Unterstützung des Prozessmanagements durch Work-Flow-Tools und der Aufbau sowie die Verwaltung der im CAD entstandenen Erzeugnisstrukturen.

Bild 13 enthält die in CEC erarbeiteten Ziele und Inhalte für die Definition der Anforderungen an das PDM/EDM-System der MTU auf Basis der Systemscheidung für Pro/E.

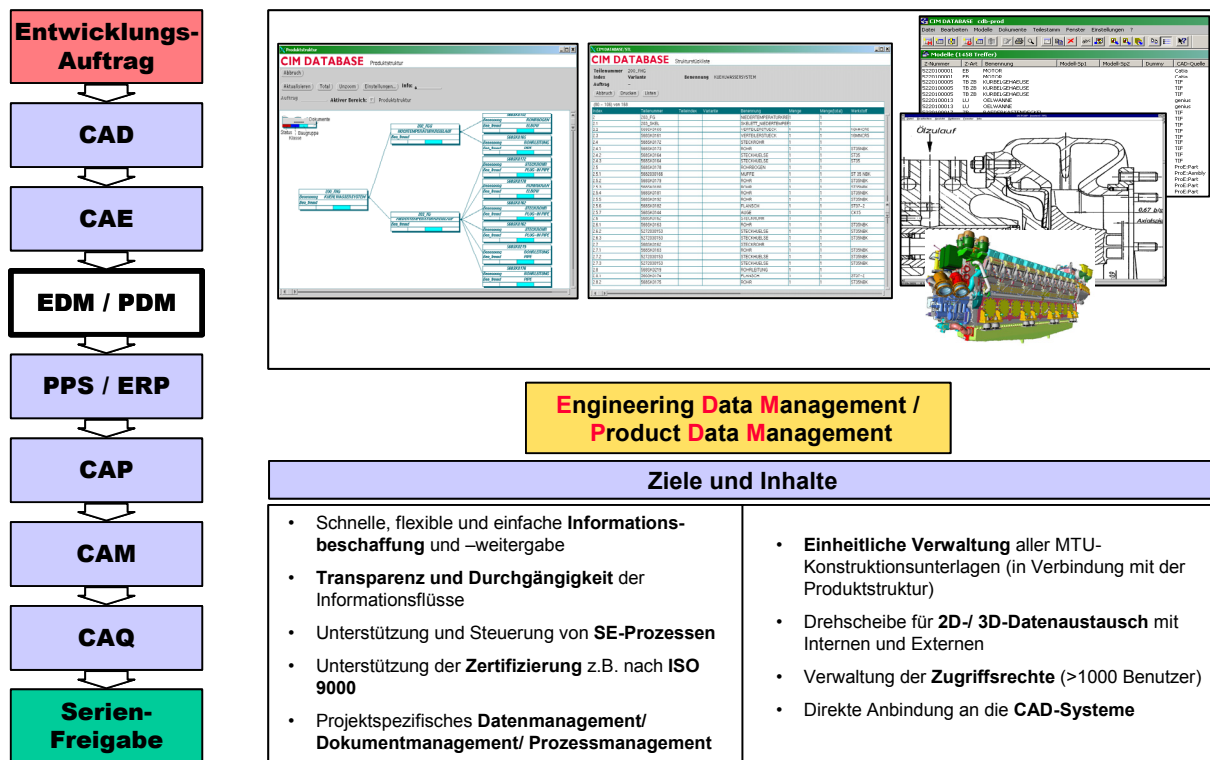


Bild 13 Ziele und Inhalte der EDM/PDM-Strategie bei MTU

Nach einer kurzzeitigen Auseinandersetzung der zuständigen CEC-Projektgruppe mit den seit 1995 am Markt verfügbaren EDM/PDM-Systemen war die von bunten Pros-

des CADSR-Systems gespeichert. Alte Zeichnungen, neue 3D-Darstellungen und aus dem 3D-Modell abgeleitete 2D-Zeichnungen, die immer noch von den Fachbereichen gefordert werden, können von jedem PC über die Viewing-Funktion des EDM/PDM-Systems angezeigt und über dezentrale Drucker bis zum A0-Format ausgedruckt werden. Über den automatischen Freigabeprozess von Fertigungsaufträgen in der CIMOS-Materialplanung werden systemseitig ohne jeden manuellen Eingriff die Druckaufträge für die Arbeitspläne und die zugehörigen Fertigungszeichnungen erstellt. Somit erhält die Produktion bereits am nächsten Tag die notwendigen Fertigungsunterlagen.

Zeichnungsarchivierung und -verteilung Situation Ende 1994

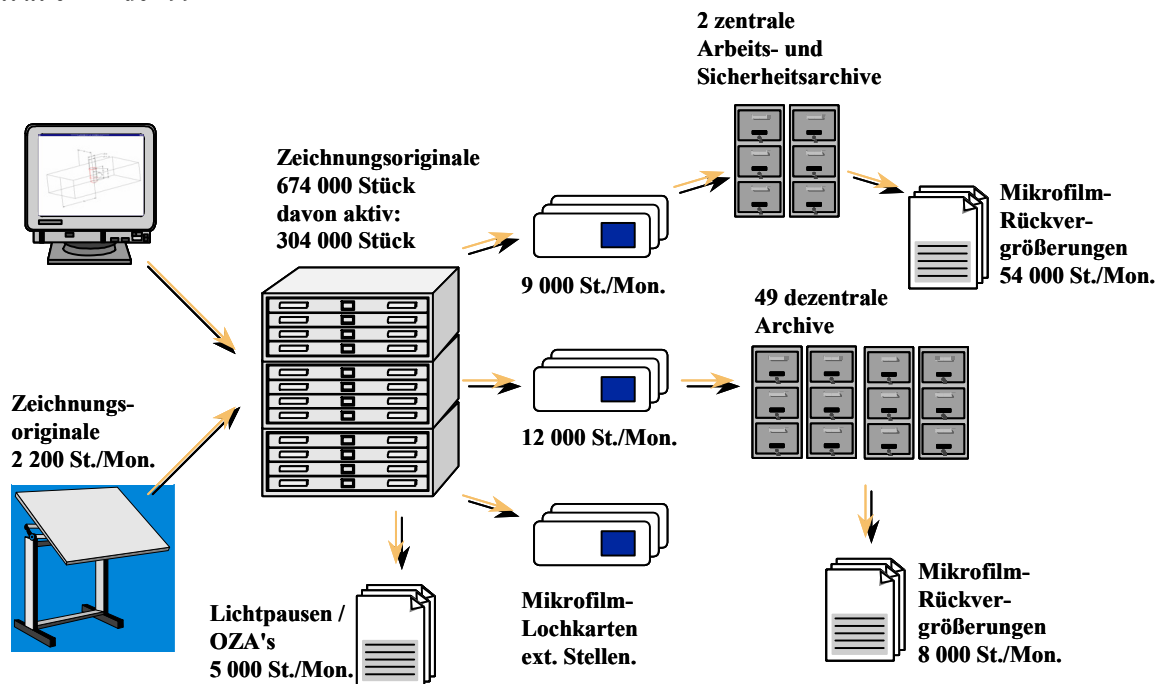


Bild 15 Ausgangssituation bei der mikrofilmgestützten Zeichnungsarchivierung und -verteilung

Alle Versuche der Systemgestalter bei MTU, den Weg zur vielbeschriebenen papierlosen Fabrik zu beschreiten, sind bisher auf Einwirken der Fachbereiche gescheitert. Vielleicht eine richtige, praxisorientierte Entscheidung, denn was nützt z.B. eine Darstellung am PC im Meisterbüro oder in den neu installierten Visualisierungsecken, wenn die grafische Darstellung des Werkstücks, des NC-Aufspannplans und der Zeichnung direkt an der Bearbeitungsmaschine benötigt werden, um das NC-Programm einzufahren?

Im CIM DATABASE sind derzeit ca. 750.000 Dokumente, Zeichnungen und Modelle abgelegt, auf die mehr als 1.000 Anwender aus den Bereichen Entwicklung, Betriebsmittelkonstruktion, AV, Einkauf, Fertigung, Montage, Qualitätswesen, Projektierung und Technische Dokumentation online zugreifen können.

Eine weitere, organisatorisch äußerst bedeutsame Funktion, die nachträglich von den MTU-Systemverantwortlichen und den CIM Database-Systementwicklern implemen-

tiert wurde, ist die Stufenfreigabe von 3D-Modellen im Rahmen des Simultaneous Engineering (SE) (Bild 16).

Stufenfreigabe zur Unterstützung von neuen Freigabeabläufen

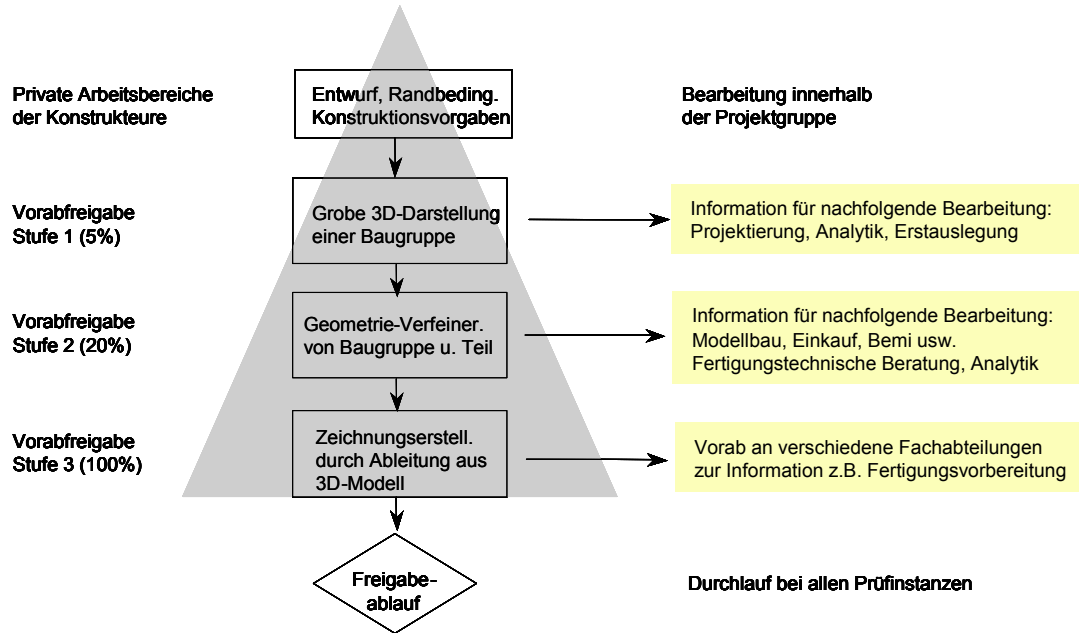
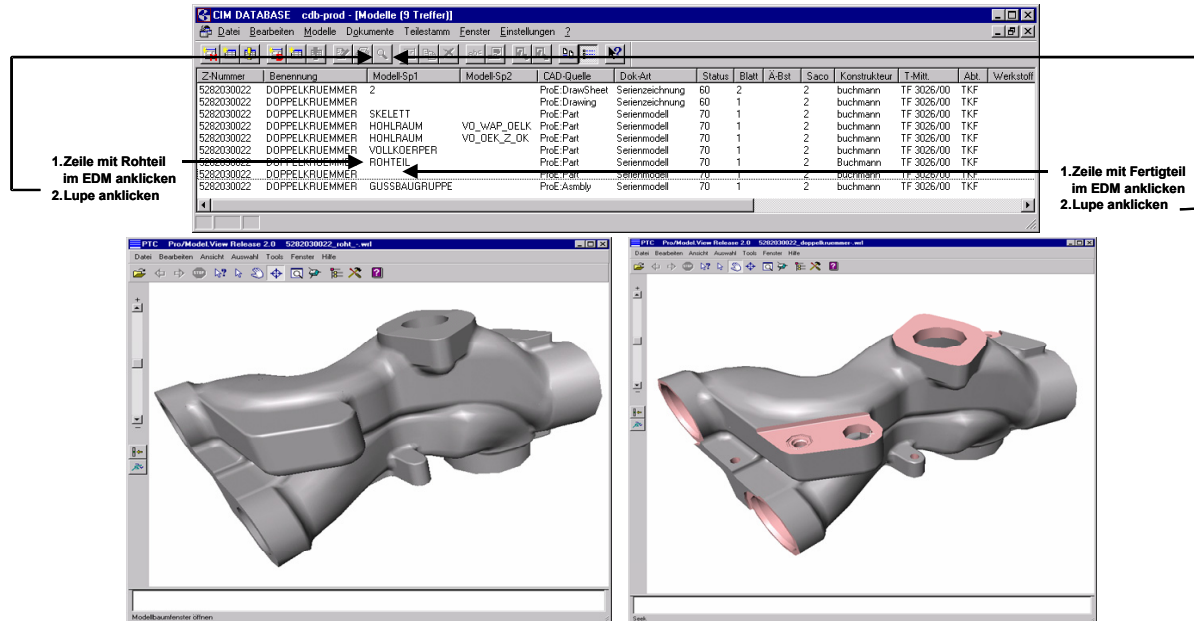


Bild 16 Stufenfreigabe von 3D-Modellen im Rahmen des Simultaneous Engineering

Die EDM-Funktion „Pro/Model.View“ ermöglicht die einfache Visualisierung der in Pro/E erzeugten Bauteile und deren bearbeiteter Flächen (Bild 17).

Ohne zusätzliche Kosten und ohne Bereitstellung der Pro/E-Basissoftware können die Bauteile am Bildschirm gedreht und sogar vermessen werden. Soviel zur leider nur unvollständigen Beschreibung der bei MTU eingesetzten EDM/PDM-Tools auf der Basis von CIM DATABASE.



An jedem EDM-Arbeitsplatz sind jetzt zum Beispiel

- schnelles Visualisieren des Bauteils und der bearbeiteten Flächen (Drehen, Vergrößern etc.) und
- Vermessen von Abständen und Radien einfach möglich, ohne zusätzliche Kosten zu verursachen.

Bild 17 Ansicht des CAD-Modells von Roh- und Fertigteil im EDM-Pro/Model.View

PPS / ERP-Tools / heute und morgen

Das organisatorische Rückgrat einer integrierten, rechnerunterstützten und heute auch prozessorientierten Auftragsabwicklung bilden auch in ähnlich organisierten Unternehmen wie die MTU seit jeher die PPS/ERP-Tools mit ihren seit Jahren auf jedem AWF/PPS-Kongreß vorgestellten Funktionalitäten. Die in den 80er Jahren aufkommende CIM-Euphorie mit den hoch gesteckten Zielen der papierlosen, menschenarmen und total automatisierten Fabrik und die ab 1990 aus den USA herüberschwappenden Strategien der für europäische Verhältnisse überzogen Leitideen der „Lean Production“, des „Lean Managements“ und deren nachfolgenden Managementstrategien konnten und können nach Meinung des Verfassers an den oben gemachten Aussagen nicht rütteln.

Es wird immer Primärbedarfe geben, deren Stücklisten im PPS/ERP-Bedarfsrechnungslauf aufgelöst werden. In den meisten Unternehmen der Investitionsgüterindustrie werden trotz KANBAN, SUPPLY CHAIN MANAGEMENT und e-BUSINESS im weltweiten Internet auch weiterhin Lagerbestände geführt, Fertigungsaufträge gesteuert und Einkaufsaktivitäten rechnerunterstützt ablaufen. Im Prinzip wird es auch in Zukunft ähnlich ablaufen, wie die MTU-Autoren 1992 das CIM- und LOGISTIK-Konzept der MTU Friedrichshafen in ihrem umfangreichen Fachbuch beschrieben haben /RüSV-92/. Im Grunde genommen ähnlich, aber natürlich schlanker,

dezentraler und prozessorientierter organisiert mit besseren, bedienerfreundlichen Benutzungsoberflächen, auf moderneren IV-Hardware- und Softwarekomponenten und natürlich auch weltweit im WWW.

Die MTU-Ziele und -Inhalte der PPS/ERP-Tools gehen aus Bild 18 hervor.

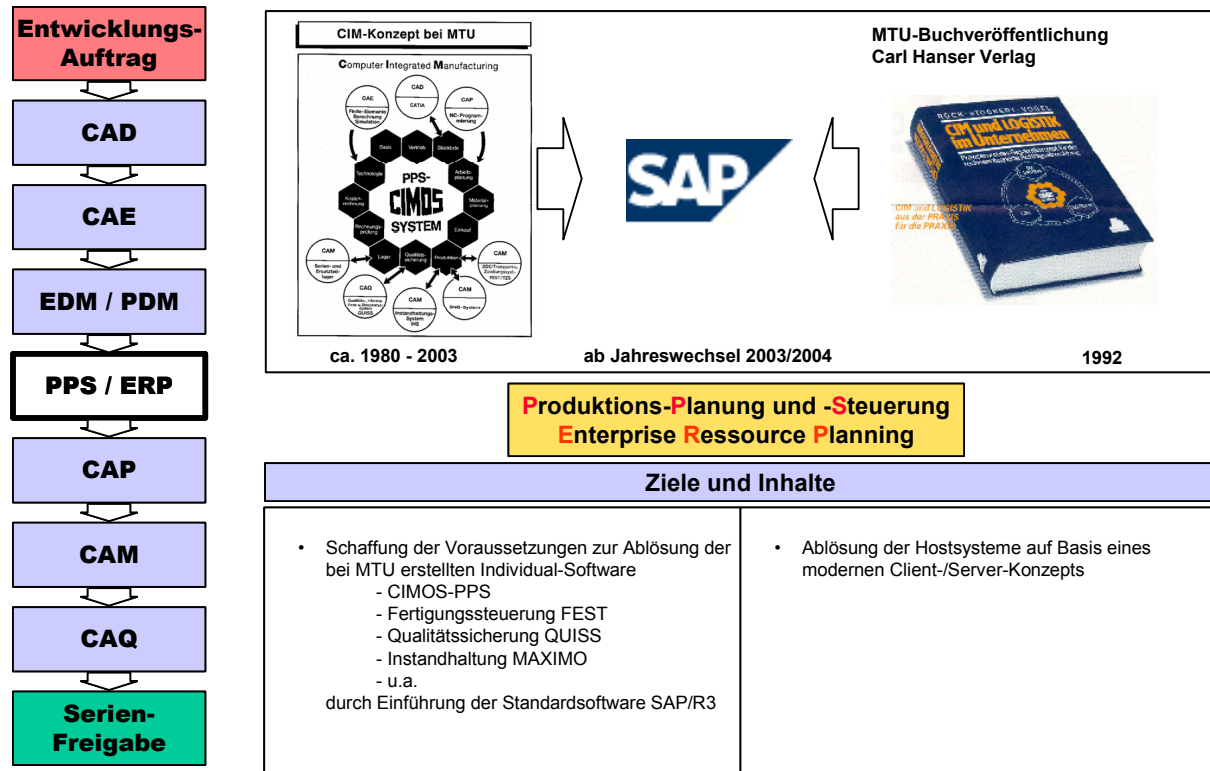


Bild 18 PPS/ERP-Tools bei MTU heute und morgen

Die meisten der in den Jahren 1980 bis ca. 1995 im Hause MTU selbst entwickelten CIM- und Logistik-Softwarebausteine für die rechnerunterstützte Auftragsabwicklung werden zum Jahreswechsel 2003/2004 durch die Standard-Software SAP/R3 abgelöst.

Die Projektverantwortlichen der MTU, die Systembetreuer und die in die umfangreiche Projektorganisation eingebundenen Fachbereichsvertreter werden von den SAP-Beratern der SIEMENS BUSINESS SERVICES (SBS) unterstützt. Das Anforderungsprofil in Form des Pflichtenhefts ist dokumentiert. Zur Zeit läuft die Schulung und Vorbereitung der Key User auf ihre wichtige Aufgabe bei der Einführung des SAP-Systems. Die Umstellung der MTU-Altsysteme auf das SAP/R3-Standard-Softwarepaket wird die Systemlandschaft der MTU Friedrichshafen nahezu vollständig verändern. Dies beinhaltet neben den zwangsläufig erforderlichen organisatorischen Veränderungen in allen Unternehmensbereichen die Ablösung der zentralen IBM-Hosts und der dezentralen VAX-basierten Hardware-Komponenten durch Erweiterung des bereits bestehenden Client-Server-Konzepts für mehrere 1.000 Bürokommunikations-Anwender.

CAP-Tool / DELMIA auf Basis des Product Process Ressource-Hubs (PPR)

Die Funktionen des Computer Aided Planning (CAP) sind nach Meinung des Verfassers weder in der wissenschaftlichen Literatur noch in einschlägigen Industrieberichten eindeutig definiert. Der VDI hat bei seiner damaligen CIM-Definition den Begriff CAP ganz vernachlässigt /RüSV-92/.

Deshalb sei in diesem Beitrag die in Bild 19 dokumentierte CAP-Definition erlaubt, zumal die seit Jahrzehnten angestrebten Bemühungen zur rechnerunterstützten oder gar automatischen Arbeitsplanerstellung als gescheitert angesehen werden können. Diese Entwicklung konnten auch die sogenannten Expertensysteme nicht verhindern. Der Mensch und nicht der Computer steht nach wie vor im Mittelpunkt aller Planungsaktivitäten. Der Rechner kann lediglich manuell repetitive Vorgänge im Planungsprozess unterstützen.

Seit einigen Jahren kann jedoch der Begriff CAP wesentlich konkreter und vielversprechender für den erfolgreichen Einsatz im industriellen Umfeld gefasst werden. Die Systemanbieter DELMIA und TECNOMATIX liefern hierfür die derzeit einzigen öffentlich zugänglichen Software-Tools zur Planung und Realisierung der vielzitierten Digitalen Fabrik.

Bild 19 dokumentiert das Konzept der Firma DELMIA zum Aufbau eines integrierten Product Process Ressource Hubs (PPR) und im unteren Teil die Ziele und Inhalte der MTU/CAP-Strategie.

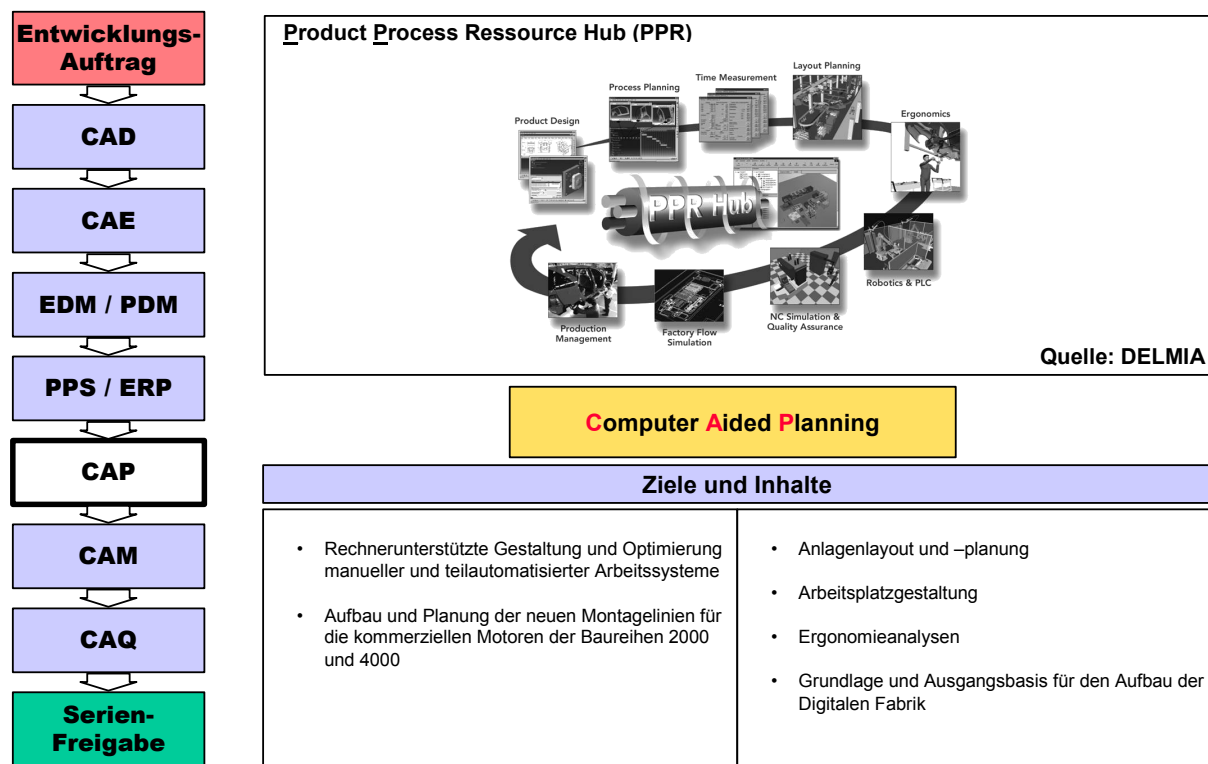


Bild 19 DELMIA-CAP-Tool auf Basis des PPR Hubs

Im Rahmen des Projekts „FABRIK 95“ wurde zu einem relativ frühen Zeitpunkt das CAP-Tool ERGOMAS der Fa. DELTA für den Aufbau und die Planung der neuen Montagelinien der Baureihen 2000 und 4000 erfolgreich eingesetzt. ERGOMAS als Vorgänger des heutigen DELMIA Process-Engineer-Tools befindet sich auch heute noch im Einsatz, wie aus der Darstellung des im Jahr 2000 neu eingeführten 3D-Montagelayouts für die Baureihe 4000 hervorgeht (Bild 20).

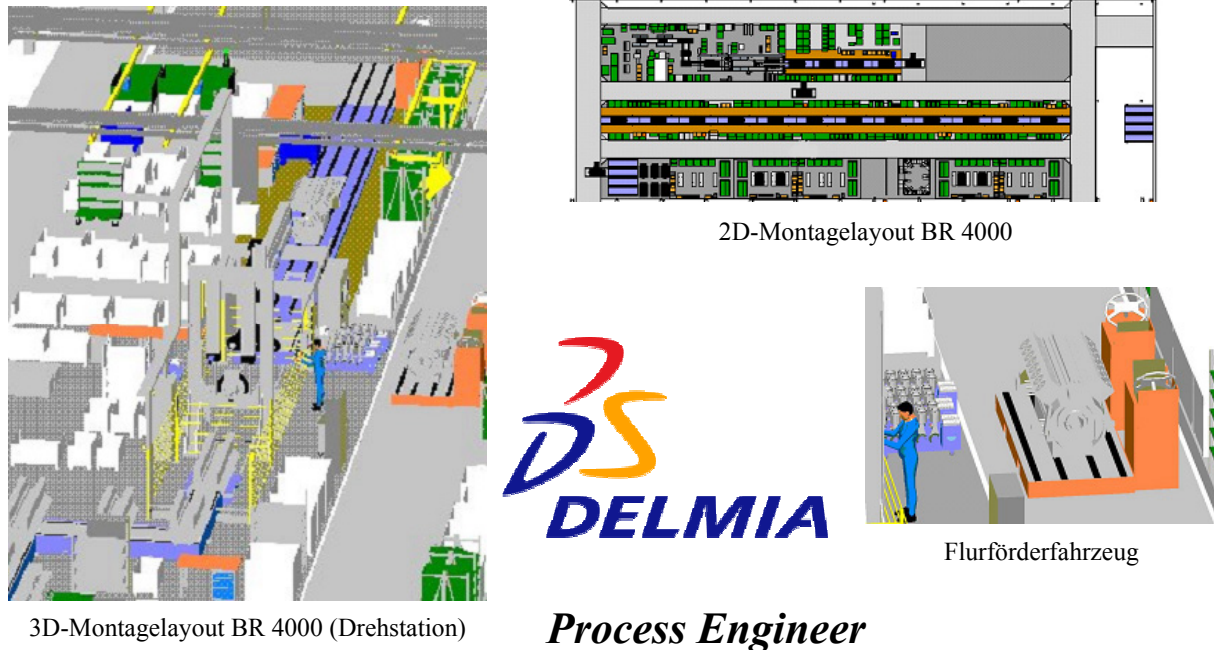


Bild 20 Rechnerunterstützte Montageplanung für die neuen Baureihen der MTU

Die Weiterentwicklung und der Ausbau der 1994 begonnenen Aktivitäten zur Umsetzung der CAP-Strategie wurde mit der Entscheidung für die Einführung der SAP-Systeme bei MTU zunächst gestoppt.

Dass die MTU-Verantwortlichen im Rahmen des Projekts „FABRIK 95“ schon recht früh auf die richtige CAP-Strategie gesetzt haben, beweist eine umfangreiche Veröffentlichung in der Fachzeitschrift „Automobil Produktion“ Ausgabe 2/2002 in der die Ausrichtung der DaimlerChrysler-Unternehmensbereiche für die Pkw-Entwicklung und -Erstellung auf die Digitale Fabrik detailliert beschrieben wird /EmSe-02/.

Die Digitale Fabrik bei DaimlerChrysler soll bis 2005 realisiert sein. Als zentralen Partner für die Softwareentwicklung wurde die Dassault-Tochter DELMIA GmbH in Fellbach ausgewählt, deren Geschäftsführer Dr.-Ing. R. Menges seit Gründung der DELTA Informatik GmbH im Jahre 1992 die Entwicklung der CAP-Anwendung in der industriellen Anwendung maßgeblich beeinflusst hat /Meng-02/.

Es wäre durchaus möglich, dass nach erfolgreicher Einführung des SAP/R3-Systems die in der „FABRIK 95“ angedachten Strategien zur Vervollständigung der Digitalen Fabrik bei MTU wieder aufgegriffen werden.

CAM-Tools / Modellbau-Werkzeugverwaltung – DNC - NC-Programmierung

Über die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten des in den 80er Jahren entstandenen CIM-Bausteins CAM und dessen vielversprechendes Rationalisierungspotenzial wurde seitdem viel geforscht und geschrieben. Leider sind die optimistischen Versprechungen der Systemanbieter aus Sicht der Anwender in der Praxis bis heute nur bedingt in Erfüllung gegangen. Ein Grund hierfür ist sicherlich darin zu sehen, dass die CAD-Systeme erst seit einigen Jahren die vollständige geometrische und technologische Darstellung komplexer Werkstücke und ganzer Baugruppen in einem 3D-Modell ermöglichen. Diese Beschreibung war bzw. ist die unabdingbare Voraussetzung für die CAM-unterstützte Erstellung eines Gussmodells, den dreidimensionalen Aufbau einer Fest- oder Baukastenvorrichtung und die rechnerunterstützte Erstellung eines NC-Lochstreifens im Dialog zwischen NC-Programmierer und Computer auf Basis des 3D-CAD-Modells. Das Thema automatische NC-Programmierung darf man nach Meinung des Verfassers ebenso wie die automatische Arbeitsplanerstellung auch für die weitere Zukunft der CAM-Entwicklung getrost vergessen.

Hinzu kommt, dass das Werkzeugwesen, die NC-Datenverwaltung und die NC-Programmierung in vielen Unternehmen heute noch nicht den optimalen Organisationsstand erreicht haben.

Bild 21 enthält die Ziele und Inhalte des CAM-Tools aus Sicht der MTU, mit deren Umsetzung im Projekt „FABRIK 95“ bereits Mitte der 90er Jahre parallel zur Realisierung des CEC-Projekts begonnen wurde.

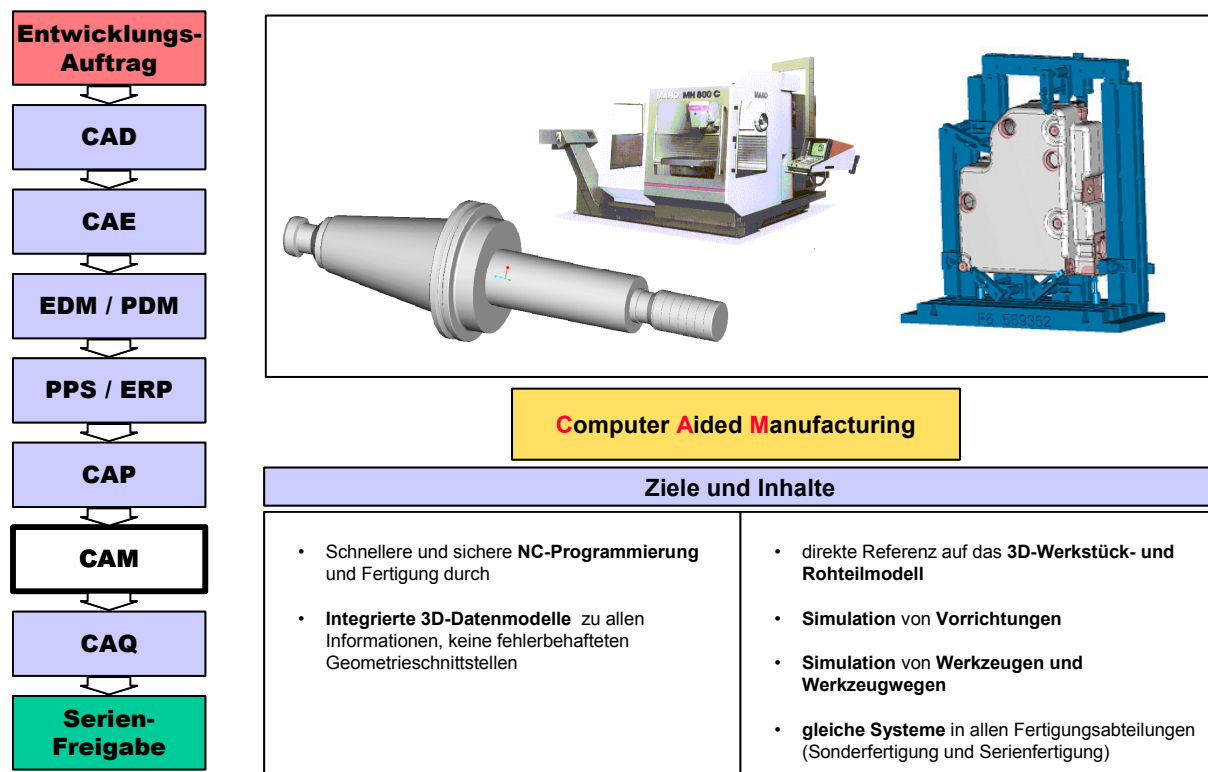


Bild 21 CAM-Tool Computer Aided Manufacturing

Prozessorientierte Gussentwicklung

Die Chancen einer durchgängigen Prozesskette zwischen Entwicklung und Produktion auf Basis des 3D-Datenmodells wurden von den Systemspezialisten des MTU-Modellbaus relativ früh bei ihrer Unterstützung der ersten 3D-Modellierungsarbeiten in der Konstruktion erkannt. Die Gussmodellierung des ersten 3D-Gussteils, eines komplexen, mehrwandigen Räderkastens für die BR 4000 misslang im ersten Versuch, da bei der Erstellung des Gussmodell-Prototyps in Pro/E die gleiche Modellierungsstrategie wie bei der Konstruktion des Gussteils angewandt wurde. Das Modellbauteam ließ sich jedoch nicht entmutigen. Eine neue, auf den ersten Blick völlig ungewöhnliche Modellierungsmethode wurde ausgetüfelt und mit dem zweiten Anlauf gelang dann der Durchbruch. Mit etwas Verspätung wurde das erste komplett in 3D entwickelte Gussteil der MTU bei der Gießerei abgegossen. Die Qualitätsanforderungen wurden zu 100% erfüllt.

Heute gehört das im Bild 22 dargestellte Phasenkonzept der „Prozessorientierten Gussentwicklung“ zum Alltag.

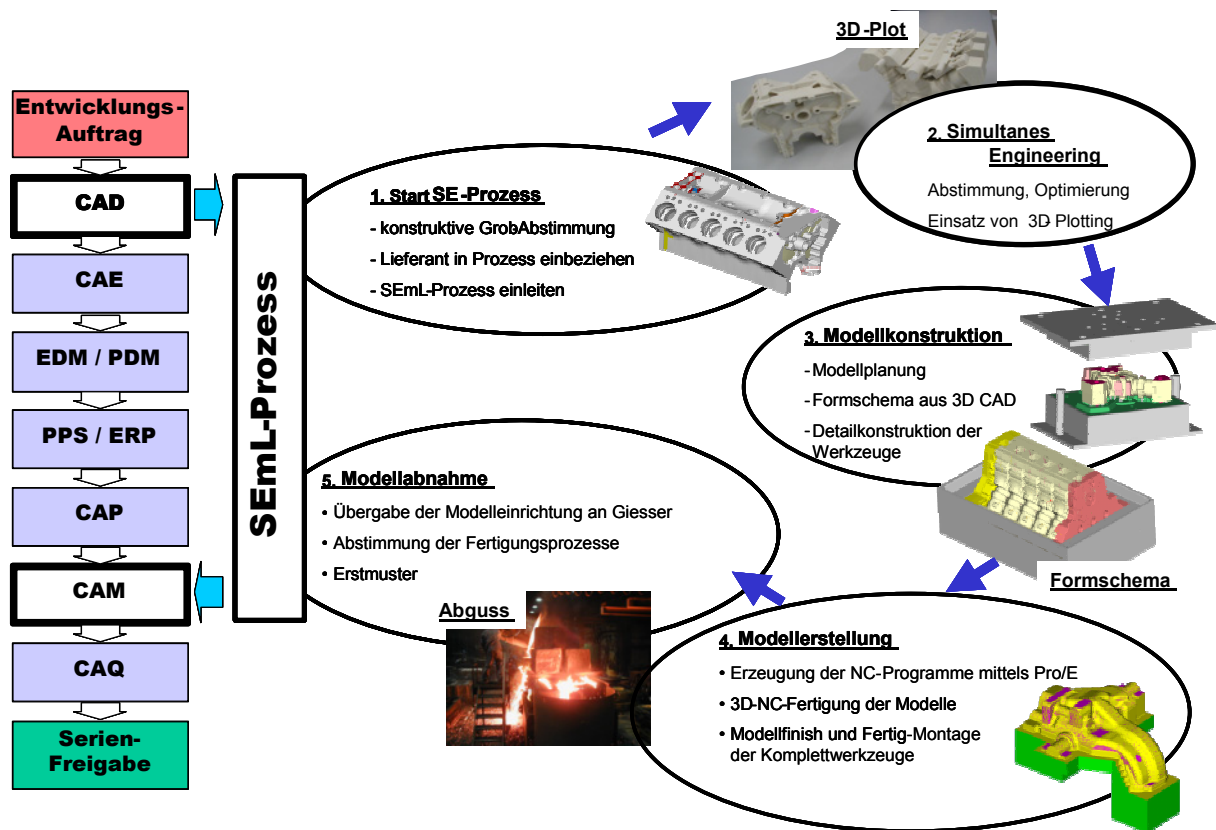


Bild 22 Prozessorientierte Gussentwicklung im Simultaneous Engineering mit Lieferanten (SEmL)

Die konstruktive GrobAbstimmung zwischen Konstruktion, hauseigenem Modellbau und der externen Gießerei kann problemlos unter Anwendung der in Bild 16 dargestellten 3-Stufenmethode mit der 3D-Grobdarstellung der 1. Stufe durchgeführt werden. Dies bedeutet, dass der Modellbau bereits in der Konzeptphase, in der das

Gussteil nur etwa 5% der endgültigen Geometriedaten aufweist, mit der Modellkonstruktion und der Modellerstellung beginnen kann. Alle konstruktiven Schritte werden mit Pro/E, die Erstellung der Modelle mit Pro/NC durchgeführt. Der Informationsdatenaustausch mit dem Lieferanten, der zur Zeit noch kein 3D-System einsetzt, wird über 3D-Plots kommuniziert. In diesem Fall kann von einem echten SEmL-Prozess gesprochen werden, mit dem Vorteil einer erheblichen Durchlaufzeitverkürzung bei der Gussentwicklung und -erstellung.

Mit dem im Hause entwickelten Verfahren zur prozessorientierten Gussentwicklung ist der Modellbau heute in der Lage, z.B. ein komplettes Kernformwerkzeug für ein neues Kurbelgehäuse der BR 2000 in Metall-Kunststoffausführung mit den installierten CAM-Tools in der Pro/E-Systemwelt zu erstellen (Bild 23). Der linke Teil des Bildes zeigt beispielhaft die Elemente eines Zylinderkopf-Kernpakets und daneben das dazugehörige Roh- und Fertigteil.

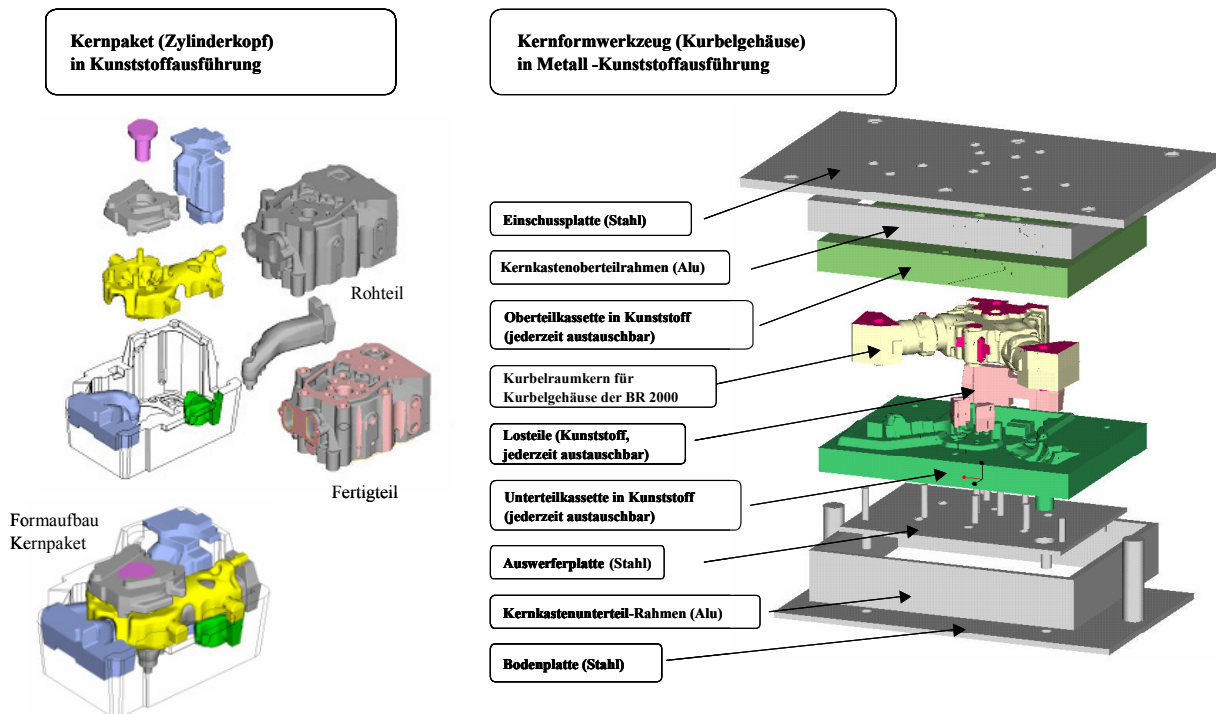


Bild 23 3D-CAD-modelliertes Kernpaket und Kernformwerkzeug

Integriertes Systemkonzept für das Fertigungsleitsystem (FLS)

Eines der 130 Projektvorhaben der „FABRIK 95“ war das Projekt „Fertigungsleitsystem (FLS)“, das vom Verfasser dieses Berichtes geleitet wurde und die Teilprojekte DNC, Werkzeugverwaltungssysteme WZVS und NC als übergeordnetes Gesamtsystem umfasste.

Die Vorgaben des „FABRIK 95“-Koordinationsteams lauteten zum Projektstart, ein marktgängiges Standardsystem zu finden und einzuführen, das die o.g. Funktionalitäten der drei Systeme aus einer Hand liefern sollte. Die Projektarbeit begann, wobei die Richtlinien des o.g. Projektmanagement-Tools konsequent eingehalten wurden. Inner-

halb weniger Monate entstanden die drei Pflichtenhefte DNC, WZVS und NC mit den präzisen Vorgaben der MTU-Spezialisten aus den verschiedenen Fachabteilungen.

Analog zur Vorgehensweise des CEC-Projektteams bei der Auswahl des EDM/PDM-Systems wurden die Lastenhefte den damals auf dem Anbietermarkt bekannten Systemlieferanten vorgestellt. Diese hatten nach entsprechender Vorbereitungszeit Gelegenheit, ihre Systeme im Hause MTU zu präsentieren. Dabei stellte sich heraus, dass offensichtlich nur ein einziger Systemanbieter in der Lage war, die Gesamtfunktionalität DNC, WZVS und NC aus einer Hand zu liefern. Dessen Präsentation war so überzeugend, dass umgehend über den MTU-Einkauf ein Vertrag über eine mehrmonatige Testinstallation abgeschlossen wurde. Bereits bei der Schulung der MTU-Spezialisten im Systemhaus stellte sich aber heraus, dass die vom Hersteller vorgegebenen DNC-, WZVS- und NC-Funktionalität entsprechend den MTU-Vorgaben so gut wie gar nicht erfüllt war, eine Tatsache, die bei der Vorführung nicht zu erkennen war. Der Test wurde abgebrochen, so dass größere Verluste vermieden werden konnten.

Nach dieser Phase der Ernüchterung im FLS-Projektteam war es an der Zeit, Gas zu geben, um die vereinbarten Terminpläne einzuhalten. Die weiteren intensiven Recherchen führten nach einigen Monaten zu dem im Bild 24 dargestellten Systemkonzept für das integrierte Fertigungsleitsystem der MTU.

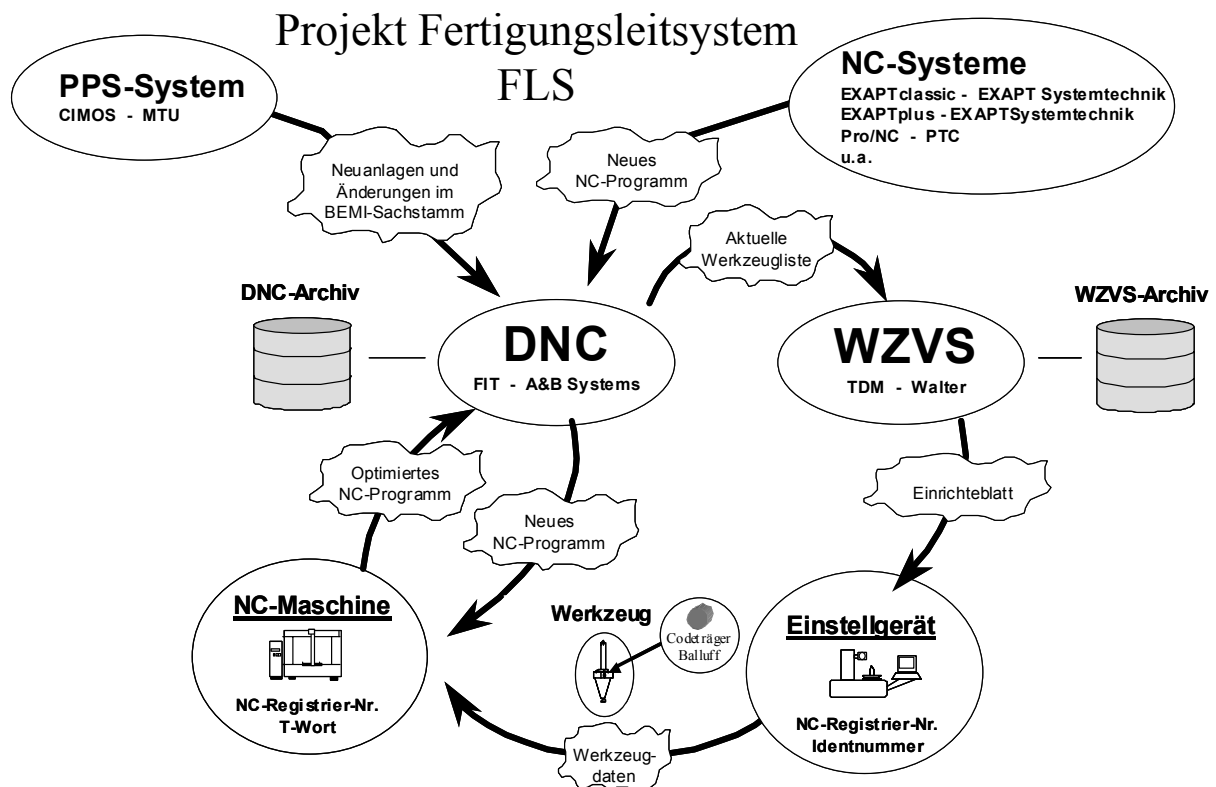


Bild 24 Integration der CAM-Tools WZVS, DNC und NC im Projekt Fertigungsleitsystem FLS

WZVS Werkzeugverwaltungssystem TDM

Die o.g. Probleme haben die MTU-Mannschaft umso mehr angespornt und motiviert, die richtige Lösung zu finden, und dies lief wie folgt ab:

Über eine Veröffentlichung in einer Fachzeitschrift wurde der WZVS-Projektleiter auf das TDM-System der Fa. WALTER Informationssysteme aufmerksam (Bild 25). Die Spezialisten beider Firmen kamen sehr schnell überein, dass die unabhängig voneinander erstellten Lastenhefte für die Werkzeugverwaltung nahezu deckungsgleich waren. Damit waren die Voraussetzungen gegeben, das gemeinsame Ziel einer praxisorientierten Systemlösung so weit wie möglich zu erreichen. In einer engen, partnerschaftlichen Kooperation entstand somit das TDM-System, das seit Jahren mit allen in Bild 25 nur grob dargestellten Funktionen flächendeckend im Produktionsbereich der MTU eingesetzt wird.

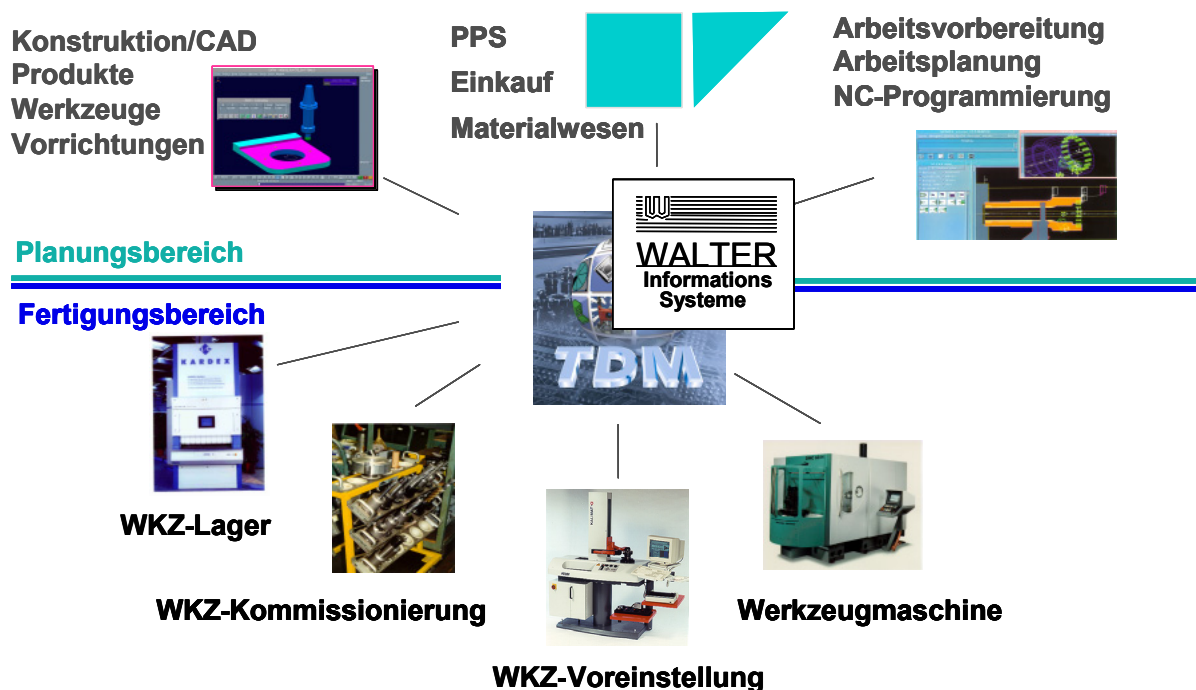


Bild 25 Werkzeugverwaltung im Tool Data Management System TDM

Das TDM-System kann heute weltweit mehr als 700 Anwender vorweisen, ein Beweis dafür, dass die MTU-Spezialisten und die Systementwickler der Fa. WALTER mit ihren Systemanforderungen richtig gelegen haben und das FLS-Team der MTU, wie man so schön sagt, aufs richtige Pferd gesetzt hat /Auer-99, MTU-01/.

DNC-System FIT

Anlässlich eines Workshops bei HP in Böblingen wurde dem DNC-Projektteam das „Factory Integrated Tool“ (FIT) der Fa. A&B SYSTEMS, Schwäbisch Gmünd vorgestellt. Ein mehr oder weniger glücklicher Zufall, da sich bereits nach der ersten Kontaktaufnahme mit dem Systemlieferanten herausstellte, dass das DNC-Pflichtenheft

der MTU weitgehend durch die Funktionalität des FIT-Systems abgedeckt werden konnte (Bild 26). Der Systemvergleich der angebotenen DNC-Systeme in einer Projektmanagement-Entscheidungsmatrix fiel innerhalb des FLS-Teams einstimmig zugunsten des FIT-Systems aus. A&B lieferte neben der flexibel anpassbaren Standardsoftware auch die DNC-Endgeräte für den reinen DNC-Betrieb. Normale PCs werden als FIT-Clients in der Werkstatt eingesetzt, um neben dem reinen DNC-Betrieb die Verwaltungs-Funktionen des FIT-Systems zu nutzen /Aign-99/. Die Anpassung und Einführung der FIT-Software sowie die Installation und der Betrieb der DNC-Endgeräte und PC-Clients verlief bzw. verläuft heute ohne Probleme zur vollsten Zufriedenheit der Anwender /VoWe-97/.

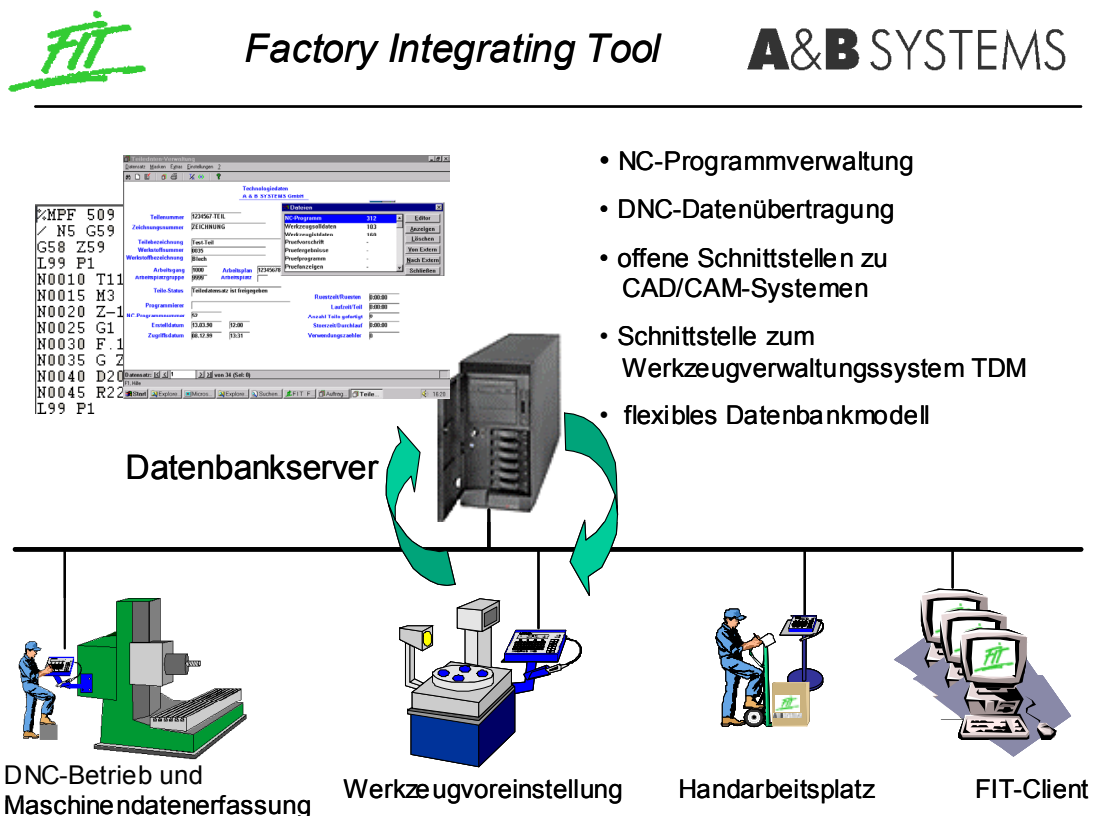


Bild 26 DNC-System Factory Integrating Tool FIT

NC-Programmierung von Bearbeitungs- und Messmaschinen (CAQ)

Die nach den anfänglichen Startschwierigkeiten letztlich doch noch positiven Erfahrungen bei der Einführung der FLS-Teilsysteme WZVS und DNC ließen sich leider nicht auf das Teilsystem NC-Programmierung übertragen. 1995 erfüllte kein am Markt angebotenes NC-System das vom MTU-Projektteam erarbeitete Lastenheft. Auch mit dem von PTC angebotenen NC-Tool Pro/NC konnte Mitte der 90er Jahre noch nicht gearbeitet werden.

In einem überregional zusammengesetzten NC-Arbeitskreis von Pro/E-Anwendern, an dem unter Federführung der MTU mehrere Firmen im süddeutschen Raum beteiligt waren, wurde ein klar definiertes Anforderungsprofil für das Pro/NC-Softwarepaket

erarbeitet. Im Rahmen eines 2-tägigen Workshops bei der MTU Friedrichshafen, zu dem auch die Zulieferer der beteiligten Firmen eingeladen waren, wurde den PTC-NC-Systementwicklern aus USA und den PTC-Vertriebsleuten aus Deutschland das klar definierte Anforderungsprofil der Industrie vorgestellt. Vielleicht hat diese Initiative u.a. mit dazu beigetragen, die Pro/NC-Funktionalität zu verbessern, so dass heute im Fertigungsbereich der MTU Pro/NC für die 2 ½ -Achsen Fräsbearbeitung eingesetzt werden kann (Bild 27). Für die Programmierung der Drehmaschinen wird als Ergebnis der FLS-Auswahlphase das System EXAPTplus der EXAPT Systemtechnik eingesetzt /Fürl-02/.

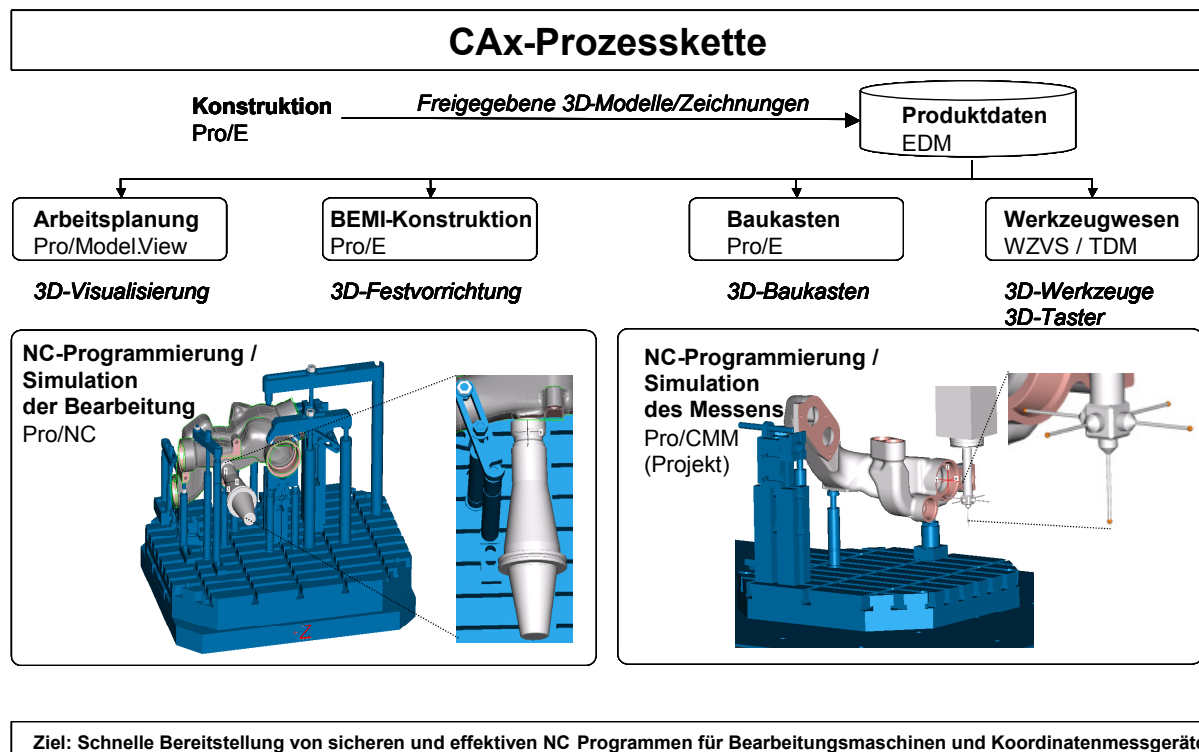


Bild 27 NC-Programmierung für Bearbeitungs- und Messmaschinen auf der Basis des Pro/E-3D-Modells

Die ersten Versuche mit der NC-Programmierung von Messmaschinen auf Basis des in der Konstruktion erstellten 3D-Modells verliefen durchaus positiv. Bei diesen Aktivitäten wurden die MTU-CAQ-Spezialisten von den Experten des DC-Forschungszentrums in Ulm unterstützt. Damit sind die ersten Schritte in Richtung CAQ gemacht (Bild 28), womit die durchgängige Prozesskette bei MTU geschlossen wird.

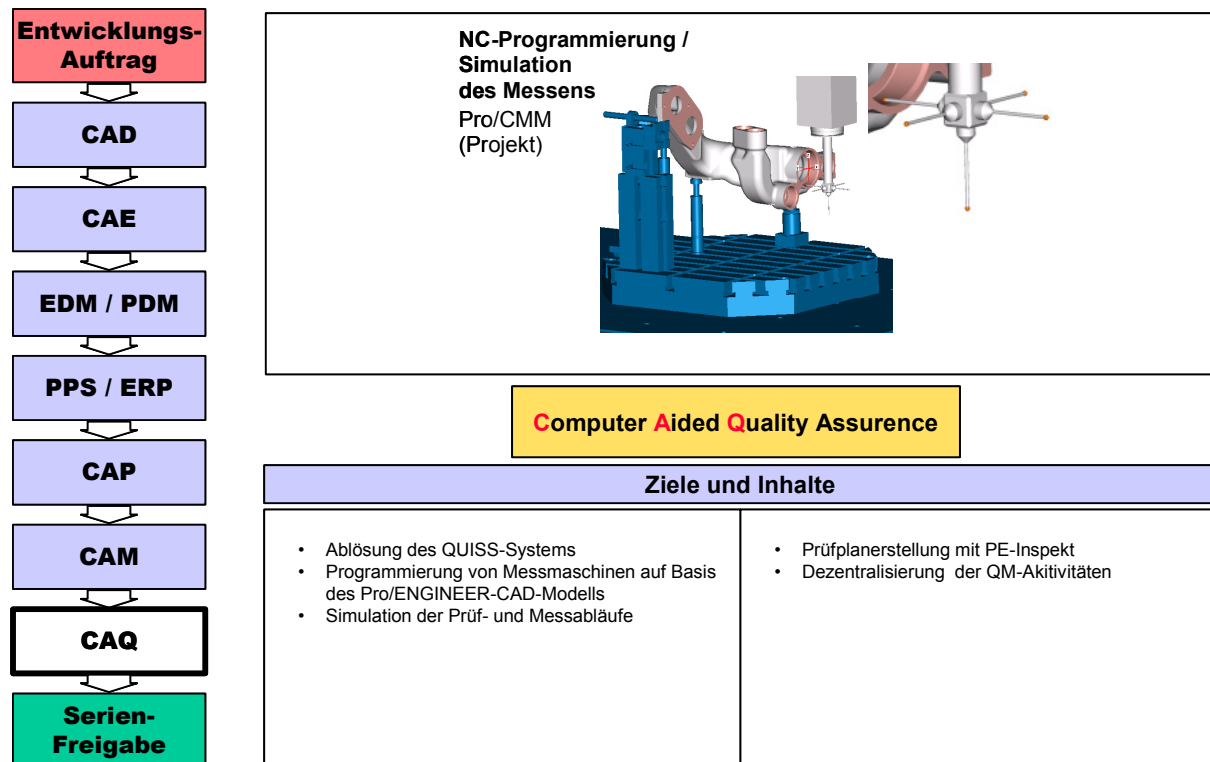


Bild 28 IV-Tool-CAQ

Zusammenfassung und Ausblick

Der vorliegende Beitrag versucht, einen Überblick über die bei der MTU Friedrichshafen eingeführten Systeme zur virtuellen Produktentwicklung und -erstellung zu vermitteln. Die Anwendungsbeispiele zu den einzelnen IV-Tools entstammen der realen Anwendung und untermauern den hohen Integrationsgrad der prozessorientierten Auftragsabwicklung im Rahmen der internen und externen Prozesse.

Die Ablösung der Altsysteme durch SAP/R3 wird die IV-Welt der MTU grundlegend verändern, vor allem im Umfeld der PPS/ERP-Systeme. Die Gestaltung der CAX-Systeme ist mit dem heute erreichten Stand sicherlich noch nicht abgeschlossen, so dass auch im kommenden Jahrzehnt die MTU-Spezialisten weiterhin aktiv daran arbeiten werden, die Prozesskette noch durchgängiger und bei Vorhandensein der entsprechenden IV-Tools vor allem noch benutzerfreundlicher zu gestalten.

Hinter der Verbesserung der Bedienerfreundlichkeit und der Vereinfachung der Funktionalität bei den heute am Markt befindlichen CAX-Systemen verbirgt sich nach Meinung des Verfassers ein riesiges Rationalisierungspotenzial, da viele IV-Systeme vom Handling her einfach zu kompliziert sind für den Nicht-IV-Spezialisten.

Der erhebliche Schulungsaufwand für die CAD-Bediener-Grundschulung eines Konstruktionsbereichs - bzw. für die Ausbildung der CAD-Anwendungsspezialisten zur Nutzung der CAX- Spezialfunktionen - egal bei welchem System - muss auf ein erträgliches Maß reduziert werden. Es kann insbesondere in wirtschaftlich kritischen Zeiten den Unternehmen auf Dauer nicht zugemutet werden, dass nach einem markanten Sprung in der Release-Entwicklung die komplette CAD-Mannschaft mehrtätig ge-

schult werden muss, um die neuen Funktionen bzw. die neue Bedienoberfläche nutzen zu können. Noch schlimmer ist es, wenn durch neue Release- oder Systemwechsel die Altbestände der Datenmodelle nicht mehr verwaltet werden können und im Änderungsfall neu modelliert werden müssen.

Die Systemanbieter scheinen diese Problematik inzwischen erkannt zu haben. So wird demnächst von den MTU-CAD-Spezialisten überprüft, was die von PTC angekündigte neue Generation von „Pro/Engineer Wildfire“ wirklich bringt und in wie weit die in der Juli-Ausgabe des PTC-Magazins beschriebenen Verbesserungen gegenüber dem heutigen Releasestand wirklich eingehalten werden können /PTC-02/. Die ersten Fragen, die die MTU-CAD-Spezialisten sicherlich stellen werden, lauten u. a.:

- Was kostet das Ganze?
- Was können wir einsparen?
- Was bedeutet die neue Oberfläche für den Anwender?
- Was passiert mit den in der heutigen Pro/E-Version gespeicherten Datenmodellen?

Neben dem o.g. Appell an die Software-Entwickler zur benutzerfreundlichen Gestaltung und verbesserten Funktionalität der CAx-Anwenderprogramme sei abschliessend noch ein Hinweis an die Hardware-, Betriebssystem-, Datenbank- und Programmier-tool-Entwickler gestattet. Wie viel Aufwand wird heute verlangt, wenn es darum geht, zwischen Firmen, die auf Grund ihrer zeitlichen Entwicklung unterschiedliche CAD-Systeme benutzen, im Zuge des Simultaneous Engineering ihre 3D-Modelle untereinander auszutauschen? Der Weg über die gängigen Datenaustauschformate wie IGES, STEP, VDAFS usw. ist oft nicht zielführend, da technologische Angaben oder gar Geometrieinformationen beim Datenaustausch verloren gehen. Der Zeit- und damit Kostenaufwand für die Restaurierung der Datenmodelle muss vom Fachbereich getragen werden.

In der Systemauswahlphase kann ohne weiteres die aus Anwendersicht äußerst unbefriedigende Situation entstehen, dass ein Anbieter die Funktionalitätsanforderungen des Lastenhefts zu nahezu 100% erfüllt, das IV-Tool jedoch auf einer IV-Plattform läuft, die nun mal nicht in die im Unternehmen installierte IV-Landschaft passt. In diesem Fall muss dann mit großem Aufwand über den Umweg der Erstellung von Schnittstellenprogrammen die Brücke zwischen IBM-Host, VAX- oder UNIX-System und dem flächendeckend installierten PC-Netz zum Betrieb der Office-Tools gebaut werden.

Aber auch zur Lösung dieses Problems scheint ein Silberstreif am Horizont zu sehen. Mit der rasanten Verbreitung des Internets müssen die IV-Entwickler und -Systemanbieter sich zwangsläufig an die Tendenz zu offenen Systemen anpassen, um weiterhin wettbewerbsfähig zu bleiben. Sie werden gemeinsam zur Standardisierung gezwungen.

Es wird und darf wohl nie ein System aus einer Hand geben. Die Monopolstellung eines einzelnen Anbieters ist sicherlich nicht das erstrebenswerte Ziel der zukünftigen IV-Strategieentwicklung.

Es wäre schon ein großer Schritt in die richtige Richtung getan, wenn die IBM-Host-, die UNIX-bzw. LINUX-Nutzer untereinander und zusammen mit den Betreibern der APPLE- und WINDOWS-PC-Clients problemlos miteinander kommunizieren und die IV-Tools zur Unterstützung einer prozessorientierten Auftragsabwicklung im weltweiten Internet nützen könnten.

Der Verfasser dieses Beitrags wird zusammen mit den Gestaltern der MTU/IV-Landschaft mit großem Interesse die Weiterentwicklung der IV-Tools für die virtuelle Produktentwicklung und -erstellung und der IV-Basis-Systeme verfolgen. Direkt beeinflussen können sie diese Entwicklung leider nicht, obwohl viele gute Ideen in den Köpfen der IV- und Anwenderspezialisten vorhanden wären.

Die großen CAD-Systeme und deren ergänzende CAx-Tools werden ebenso wie die IV-Hard- und Softwarebausteine für den Betrieb der Systeme außerhalb der BRD entwickelt. AEG, SIEMENS und andere früher durchaus kompetente Systemlieferanten sind überwiegend zum Anwenderstatus mutiert und entwickeln seit vielen Jahren keine CAD-Basissoftware mehr.

Prof. Grabowski als Mitbegründer und heutiger Vorsitzender des wissenschaftlichen Forums für Produktentwicklung „Berliner Kreis“ hat mit seinen Kollegen den richtigen Weg beschritten. In der Denkschrift und dem Porträt zum „Berliner Kreis“ wurden Mitte der 90er Jahre die fachliche und wissenschaftliche Kompetenz des deutschen CAD-Know-Hows gebündelt und präzise die Anforderungen an die rechnergestützte Produktentwicklung definiert /Berl-95, Berl-01/.

Im Juli dieses Jahres wurde der iViP-Abschlussbericht zum Leitprojekt „Integrierte Virtuelle Produktentstehung“ veröffentlicht, das in den Jahren 1998 bis Mitte 2002 aus Mitteln des Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) gefördert und vom Projektträger für Produktion und Fertigungstechnologien, Forschungszentrum Karlsruhe betreut wurde /KrTA-02/. Der zur Umsetzung des Leitprojekts geplante Forschungs- und Entwicklungsaufwand betrug insgesamt 51 Mio. EUR, wovon die Hälfte durch die Industrie aufgebracht wurde.

In diesem Projekt wurden die organisatorischen und systemseitigen Anforderungen an eine integrierte, virtuelle Produktentstehung definiert. Die dort beschriebenen Inhalte sind ein Beweis für den Technologievorsprung der deutschen Industrie. Es wäre zu wünschen, dass es dem neu gegründeten „Pro STEP-iViP-Verein“ gelingt, in der Folgephase der iViP-Gesamtvermarktung, die im Leitprojekt definierten Prototypen und Anwendungsbeispiele so aufzubereiten, dass sie auch von kleineren und mittleren Firmen ohne die o. g. Anwenderprobleme genutzt werden können.

Eine ähnliche Initiative müsste nach Meinung des Verfassers auf dem Gebiet der PPS/ERP-Systeme gestartet werden, da dort immer noch ein großes Defizit bei der industriellen Anwendung besteht. Als Ergebnis dieser praxisorientierten Forschungsaktivitäten müsste in enger Zusammenarbeit mit den Spezialisten aus der Industrie ein inhaltlich klar strukturiertes und präzise formuliertes PPS/ERP-Lastenheft entstehen. Aufgabe der Systemhäuser wäre es dann, PPS/ERP-Standardsysteme zu entwickeln

und anzubieten, die ohne großen Anpassungsaufwand und ohne das Erfordernis, die komplette Aufbau- und Ablauforganisation des Unternehmens an das Softwarepaket anzupassen, in der prozessorientierten Auftragsabwicklung eingesetzt werden können. Einen vielversprechenden Ansatz zur Verbesserung der internen und externen Kommunikation auf der Basis der 3D-Modelle innerhalb der gesamten CAx-Prozesskette zur virtuellen Produktentwicklung und -erstellung bietet der Einsatz der Virtual Reality Technik. Heute bereits verfügbare und vom Investitionsaufwand durchaus erschwingliche Projektionseinrichtungen lassen die körperlich noch nicht gebauten 3D-Objekte quasi life im virtuellen Raum erscheinen /Inno-02, KrTA-02/. Damit kann auch der ungeübte CAD-/IV-Anwender die Vorteile der dreidimensionalen Produktdarstellung im Sinne des Simultaneous Engineering nutzen. Dies geschieht unabhängig vom komplizierten Handling des CAD-Systems selbst in heterogenen IV-Systemlandschaften über die Unternehmensgrenzen hinweg.

Literatur

- /Aign-99/ Aigner, H.: Fertigungsorganisation; Engineering Report, 6/1999
Homepage: www.aub-systems.de
- /Auer-99/ Auer, J.: Werkzeug/Bestände im Griff, Werkstatt und Betrieb; Carl Hanser Verlag, München, 3/1999
Homepage: www.walter-info.com
- /Baue-01/ Bauer, W.: Praxisbericht Digitales Archiv, CIM DATABASE User Meeting, CONTACT Software GmbH, Bremen, 2001
Homepage: www.contact.de
- /Berl-95/ Berliner Kreis, Denkschrift zur Stärkung der Innovationskraft in der Produktentwicklung, Berliner Kreis Wissenschaftliches Forum für Produktentwicklung e.V., 5/1995
- /Berl-01/ Berliner Kreis, Portrait – Eine Perspektive für den Weg zu den Produkten von morgen, Berliner Kreis Wissenschaftliches Forum für Produktentwicklung e.V., 4/2001
- /EmSe-02/ Emmerich, F.: Seuffert, W.-P.: Digitale Fabrik bei DaimlerChrysler: Bis 2005 realisiert. Automobil Produktion. Verlag Moderne Industrie, Landsberg, Seite 20-40, 2/2002
- /Fend-91/ Fendrich, J.C.: Die Bedeutung der psycho-sozialen Faktoren für den Erfolg von Projektmanagement bei internen Technik-Projekten. Vortragsmanuskript zum Fachseminar Erfolgsfaktoren vor Logistikprojekten, Frankfurt: Institute For International Research, 22.-28.11.1991

- /Furr-97/ Furrer, M.: EDM-Einsatz an breiter Front - CIM DATABASE bei der MTU in Friedrichshafen, EDM-Report Nr. 3, Seite 14-21, 1997
- /Für1-02/ Fürle, H. B.: Programmierung mit EXAPT plus, Technische Tagung in Frankfurt; EXAPT Systemtechnik, 2002
Homepage: www.exapt.com
- /Inno-02/ Innovationsforum 2002 der TRIVIT AG in Ravensburg, Gastreferenten: Prof. Dr. H.-J. Bullinger, Dipl.-Ing. K. Krikel, CAD CAM REPORT Nr. 4/2002, Homepage: www.trivit.de
- /KrTA-02/ Krause, F.-L.; Tang, T.; Ahle, U. (Hrsg.): Leitprojekt Integrierte Virtuelle Produktentstehung, Abschlussbericht, Carl Hanser Verlag, München, 6/2002
Homepage: www.fzk.de, www.ivip.de
- /Meng-02/ Menges, R.: Delmia: Dosiert einführen; Automobil Produktion, Verlag Moderne Industrie, Landsberg, Seite 44-46; 3/2002,
Homepage: www.delmia.com
- /MTU-01/ Bohrer mit Chip-Werkzeug elektronisch verwalten, MTU heute, MTU-Firmenschrift, Seite 26-29, 3/2001
- /PTC-02/ Pro/Engineer Wildfire: Ein Lauffeuer an Produktivität; i News, Das PTC-Magazin, Seiten 10-13, 7/2002,
Homepage: www.ptc.com
- /Rück-97/ Rück, R.: MTU - Auf dem Weg zur schlanken Fabrik, Prof. Dr.-Ing. Ja-berg u. Partner Verbundene Unternehmensberatungen: Fraktale Unternehmen Wien - Der Kongress für den Manager der Zukunft, 9./10. April 1997
- /RüSV-92/ Rück, R.; Stockert, A.; Vogel, F. O.: CIM und LOGISTIK im Unternehmen, München, Wien: Carl Hanser Verlag, 1992
- /VoWe-97 Vogel, F.O.; Wellner, C.: Online-Datenversorgung für Fertigungsmaschinen, MTU - heute, MTU-Firmenschrift, Seite 25, 3/1997

Dr.-Ing. habil. Franz Otto Vogel
Leiter Ressortcontrolling Ressort-IV-Koordination
MTU Friedrichshafen GmbH, Friedrichshafen

