

CAD-Konvertierung: Motivation, Probleme und Lösungen

Das Projekt „AV4“: Die Ablöse des CAD-Systems CATIA V4

Verfasser:

Reinhard Reim – FIEC zusammen mit der PROSTEP AG, Darmstadt

Inhalt

Vorspann	2
Situation/Motivation bei der MTU Aero Engines	3
Problematik der CAD-Konvertierung	5
Software-Lösung für die CAD-Konvertierung	7
Durchführung der CAD-Konvertierung	11
Literaturliste	14

CAD-Konvertierung: Motivation, Probleme und Lösungen

Vorspann

Fortschrittliche Unternehmen der Fahrzeug- und Luftfahrtindustrie sowie deren Zulieferindustrie und Dienst leistende Ingenieurbüros haben heute 3D-CAD/CAM-Systeme als Werkzeuge für Entwicklung, Konstruktion, Arbeits- und Fertigungsplanung im Einsatz.

Nachdem zu Beginn des neuen Jahrtausends eine gewisse Stagnation des CAD/CAM-Marktes beobachtet worden ist, die einerseits auf eine Sättigung des Absatzmarktes und andererseits auf die Konjunkturschwäche zurückzuführen war, kann in der letzten Zeit eine Belebung des Absatzes infolge von Austausch und Wechsel vorhandener CAD/CAM-Systeme durch Systeme neuer Generation festgestellt werden. Viele Unternehmen stehen daher vor der einmaligen Aufgabe, wie sie den Systemwechsel möglichst kosteneffizient und geschmeidig, das heißt mit rascher Einführung des neuen Systems und ohne eine größere Beeinträchtigung des Tagesgeschäftes vornehmen können.

Eine besondere Herausforderung stellt hierbei die Übernahme des Altdatenbestandes (Datenkonvertierung) dar.

CAD-Konvertierung: Motivation, Probleme und Lösungen

Situation/Motivation bei der MTU Aero Engines

Die MTU Aero Engines bedient als weltgrößter Subsystem-Anbieter die wichtigsten Triebwerkhersteller wie Pratt & Whitney, General Electric, Rolls-Royce und Snecma. Im Zuge der zunehmenden Integration und Partnerschaft mit ihren Kunden schloss die MTU Aero Engines in den vergangenen Jahren exklusive Vereinbarungen über komplette Lebenszyklen, die gemeinsames Design, Entwicklung und Produktion umfassen und der MTU Aero Engines einen festen Anteil an allen Erlösen sichern.

Das Geschäftsmodell der MTU Aero Engines fußt auf drei Säulen: dem zivilen Triebwerksgeschäft, das über 40 % des Umsatzes beisteuert, der zivilen Instandhaltung sowie dem militärischen Triebwerksgeschäft. Ein ausgewogenes Produktportfolio sowie eine vergleichsweise junge Triebwerksflotte demonstrieren nicht nur die aktuell starke Marktposition, sondern sorgen auch für die zukünftig hohe Auslastung bei dem weltweit größten unabhängigen Instandhalter. Die erfolgreiche Geschäftspolitik schlägt sich auch im überdurchschnittlichen Wachstum und hoher Profitabilität nieder.

Um die hoch gesteckten Geschäftsziele zu erreichen, tätigt die MTU Aero Engines kontinuierlich hohe Investitionen in die Werkzeuge für die moderne Produktentwicklung und Produktionsplanung. Seit den achtziger Jahren ist bei der MTU Aero Engines das CAD/CAM-System CATIA V4 im Einsatz. Da die Premium-Partner General Electric und Pratt & Whitney UGS NX einsetzen, gab es bei der MTU Aero Engines die permanente Aufgabe, größere Mengen von CAD-Daten in kurzer Zeit und mit hoher Qualität zu konvertieren. Hierfür setzt die MTU Aero Engines seit 1998 die Konvertierungslösung HOK (Hochoptimierte Kopplung) auf Basis neutraler Schnittstellen (STEP, IGES) der Firma PROSTEP ein. Steigende Kundenanforderungen hinsichtlich der Lieferzeit und Qualität der CAD-Daten führten schließlich zu Einführung von UGS NX in bestimmten Bereichen der Produktentwicklung. So setzte die MTU Aero Engines Ende 2003 400 CATIA V4 und 25 NX-Arbeitsplätze ein.

Die sich abzeichnende Notwendigkeit, CATIA V4 innerhalb weniger Jahre ablösen zu müssen, initiierte schließlich die interne Analyse über den potentiellen Umstieg auf ein neues CAD-System (UGS NX oder CATIA V5). Ein Vorprojekt im ersten Halbjahr 2004 brachte das Ergebnis, dass der Umstieg auf UGS NX als einziges CAD-System kostengünstiger und den Geschäftsprozessen besser angepasst erschien, als 2 CAD-Systeme beizubehalten bzw. auf CATIA V5 zu wechseln.

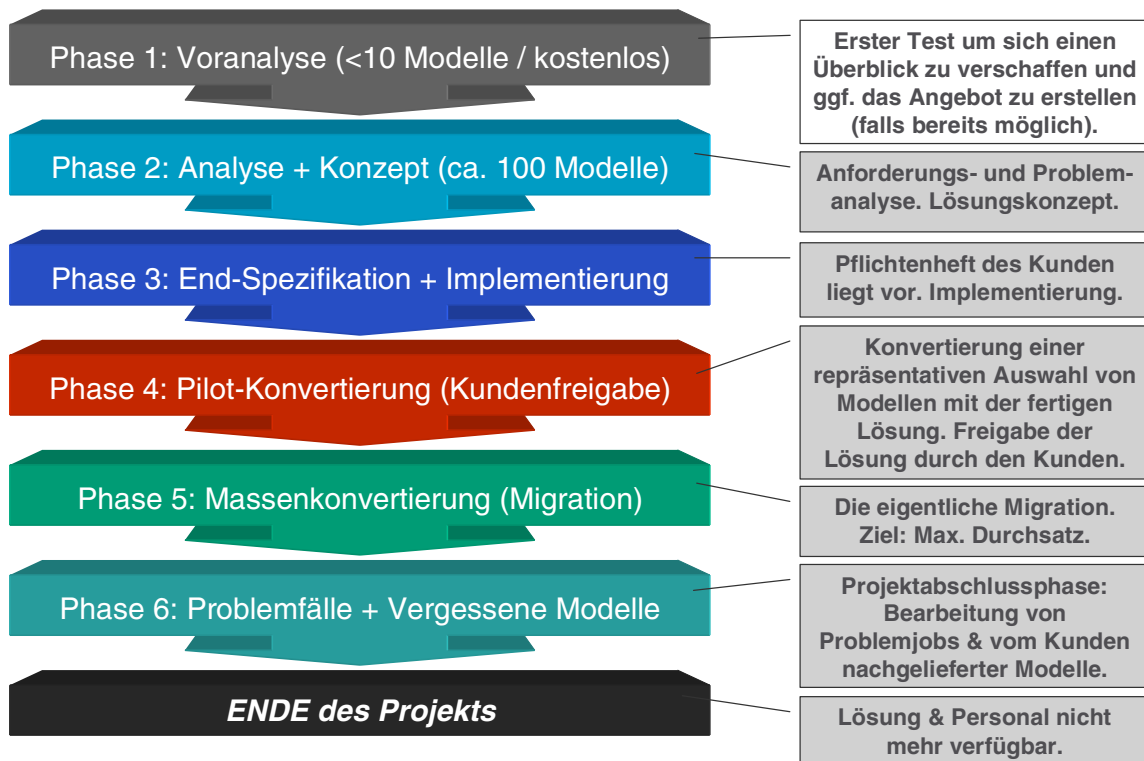
Neben den üblichen methodischen Arbeitspaketen (Erarbeitung von CAD-Methoden und –Applikationen, Schulungskonzepte) bringt ein Wechsel des CAD-Systems auch eine nicht alltägliche, dafür sehr umfangreiche und risikoreiche Aufgabe mit sich: die Konvertierung des kompletten Altdatenbestandes ins neue CAD-System. So mussten über 340.000 CATIA-V4-Modelle, die bei der MTU Aero Engines im Laufe von 20 Jahren entstanden waren, nach UGS NX2 konvertiert werden. Für eine Grundsatzentscheidung wurde bei der MTU Aero Engines ein Konvertierungs-

CAD-Konvertierung: Motivation, Probleme und Lösungen

Vorprojekt durchgeführt und der Markt für Konvertierungs-Produkte ausgelotet. Aufgrund der Komplexität und der starken 2D-lastigkeit des Datenbestandes, der teilweise über 50 Jahre zur Verfügung stehen muss, entschloss man sich bei der MTU Aero Engines, die PROSTEP AG mit der Entwicklung der entsprechenden Konvertierungssoftware und der fachlichen Unterstützung bei der Konvertierungsdurchführung zu beauftragen. Für diese Entscheidung war mit ausschlaggebend der bereits seit Jahren erfolgreiche Einsatz der HOK aber auch die jahrelange Erfahrung der PROSTEP AG auf dem Gebiet der CAD-Datenkonvertierung.

Mit einer entsprechend ausgearbeiteten Methodik wurden von der PROSTEP AG in den vergangenen 10 Jahren mehr als 20 Konvertierungsprojekte mit einem Datenvolumen von über 4 Terabyte durchgeführt. Danach gliedert sich ein Konvertierungsprojekt in 6 Phasen (Bild 1). Jede Phase schließt mit einem Meilenstein ab, bei dem auch die Entscheidung über den nächsten Schritt zu treffen ist. Diese Projektorganisation ist zwingend notwendig, damit das Projektergebnis (die Ergebnisqualität, die Projektdauer und die Kosten) mit hoher Treffsicherheit bereits im Vorfeld ermittelt werden kann.

Bild1: Typischer Ablauf eines CAD-Konvertierungsprojektes bei PROSTEP

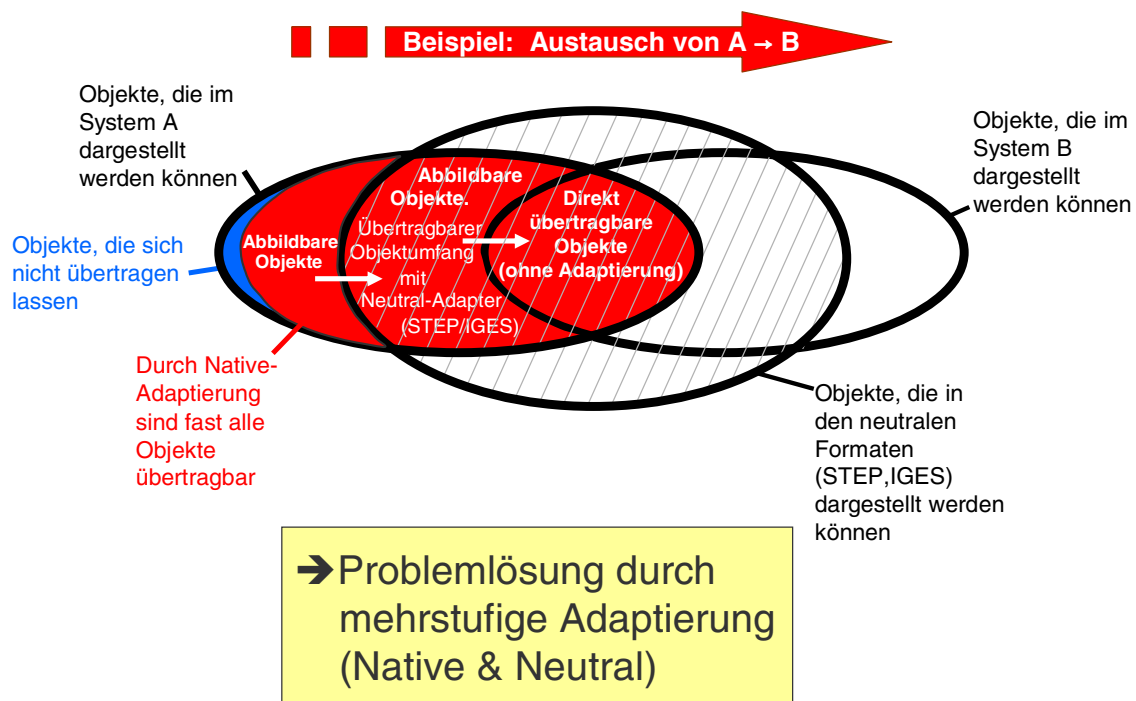


CAD-Konvertierung: Motivation, Probleme und Lösungen

Problematik der CAD-Konvertierung

Die Problematik der Konvertierung von CAD-Daten aus dem einen ins andere Format ist so alt wie die CAD-Technologie selbst. Ausschlaggebend hierfür ist die Notwendigkeit, die Neueingabe der Daten beim Übergang zu einem anderen CAD-System zu vermeiden. Zu diesem Zweck sind vielfältige Schnittstellen und Formate, die z. T. auf internationalen Normen basieren, entwickelt worden [1]. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl von sog. Direktkonvertern, die die 3D-CAD-Daten des Systems A mitunter ohne die CAD-Installation selbst lesen und im Datenformat des Systems B direkt schreiben können. Die grundsätzliche Problemstellung ist in Bild 2 dargestellt und hat sich seit Jahren nicht mehr verändert. Demnach entstehen die Probleme, die bei der CAD-Konvertierung festgestellt werden, infolge der grundsätzlichen Unterschiede zwischen 2 nativen CAD-Formaten. Eine nicht adäquate Anwendung der CAD-Systeme, z. B. durch unterschiedliche Toleranzeinstellung für die Freiformgeometrie, potenziert diese Unterschiede und somit deren negative Auswirkungen. Eine gut funktionierende Schnittstelle kann eine nahezu 100%-ige Übertragungsrate bei der Produktgestalt gewährleisten, wie es der einschlägige STEP-Benchmark für die STEP-Schnittstellen regelmäßig zeigt [2]. Allerdings bleibt eine verlustfreie Konvertierung meistens eine Illusion, da zusätzliche Datenanteile (z.B. Konstruktionshistorie/ Parametrik) auch dann nicht übertragen werden.

Bild 2: Konzeptabweichungen zwischen CAD Systemen



CAD-Konvertierung: Motivation, Probleme und Lösungen

Während die Benchmarks unter vergleichsweise günstigen Voraussetzungen (für die Konvertierung angepasste Systemeinstellungen, optimale Anwendungsmethode) ablaufen, zeigt die Anwendung in einem produktiven Umfeld häufig ein deutlich ungünstigeres Bild: Die kleineren 3D-Modelle aus früheren Entwicklungsphasen, mit noch geringem Anteil komplexer Geometrie-Features im CAD-Modell, lassen sich meist problemlos übertragen. Bei den größeren, fein ausdetaillierten 3D-Modellen sind die Verluste oft signifikant, bisweilen tritt ein Totalverlust durch den Absturz des Schnittstellenprozessors ein. Solche Diskrepanzen lassen sich durch den dominanten Einfluss der Datenqualität auf das Konvertierungsergebnis erklären. In umfangreichen Pilotprojekten [3], [4] wurden bei der PROSTEP AG die Ursachen ermittelt und daraus geeignete Methoden entwickelt, die eine erfolgreiche prozesskettenorientierte Konvertierung sicher stellen.

Für die Zeichnungskonvertierung (2D) gibt es derzeit keine praktikable Standard-Konvertierungslösung, die alle Zeichnungsinformationen erhält. Ausschlag gebend hierfür ist erstens die abnehmende Bedeutung der Zeichnung als Produktdokument und zweitens deren hohe Datenkomplexität, die eine lückenlose und im Wesentlichen fehlerfreie Software-Implementierung für CAD-Lieferanten wenig attraktiv erscheinen lassen. Die Anwender sind daher gezwungen, entweder auf Rasterformate auszuweichen oder die Zeichnungen über IGES oder DXF mit wenig performanten Schnittstellen grob zu konvertieren und anschließend umfangreich manuell nachzubearbeiten.

Bei sehr alten CAD-Zeichnungen werden die ohnehin vorhandenen Probleme bei der Konvertierung durch die oft schlechte Datenqualität weiter verschärft, da diese Daten häufig aus bereits vorangegangenen CAD-Konvertierungen stammen. Im Falle der MTU Aero Engines haben die älteren Zeichnungsbestände beispielsweise bereits eine Konvertierung von CADAM nach CATIA hinter sich.

Alleine die Aufgabe, den Ressourcenbedarf und die Erfolgsaussichten für die Übertragung eines hohen Datenvolumens an CAD-Daten zu beziffern, ist selbst für einen erfahrenen CAD-Systemadministrator Herausforderung genug. Umfangreiche Nachbearbeitung der konvertierten CAD-Daten als Regelfall ist nicht nur aus finanziellen, sondern auch aus Kapazitätsgründen ausgeschlossen.

Aus den vorgenannten Grundsatzüberlegungen ergibt sich der Bedarf nach einer robusten Konvertierungslösung, die ein hohes Datenvolumen mit großem Durchsatz und flexiblem Hardware-Bedarf im Dauerbetrieb gewährleisten kann und sich auch an PDM-Systeme zwecks Export/Import der CAD-Daten anschließen lässt.

Software-Lösung für die CAD-Konvertierung

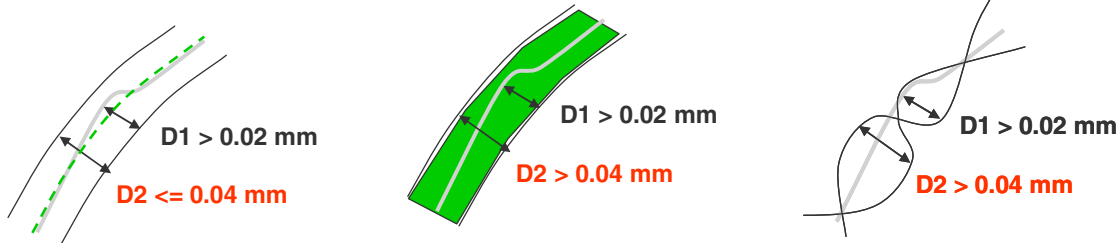
Basierend auf den langjährigen Erfahrungen mit der CAD-Konvertierung hat die PROSTEP AG bereits vor Jahren eine modulare Lösung [5] entwickelt, bei der die Standard-Schnittstellen mit den selbst entwickelten Adaptern für native und neutrale Daten gekoppelt sind. Hinter dieser Lösung verbirgt sich der Leitgedanke der sog. vorgeschalteten Adaptierung. Vereinfacht dargestellt wird davon ausgegangen, dass die Standard-Schnittstellenprozessoren für neutrale Formate (STEP für 3D und IGES für 2D) im Normalfall fehlerfrei funktionieren sowie deren Fehler (im Ausnahmefall) hinreichend bekannt und daher vorhersehbar sind. Mit Hilfe von Analyse- und Adaptierungsbausteinen, die den Standard-Prozessoren vor- und nachgeschaltet werden, werden die Fehler automatisch identifiziert und – sofern überhaupt möglich – automatisch korrigiert. Damit wird die methodische Vorgehensweise eines geübten Anwenders bei der manuellen Konvertierung [6] nachgebildet. Zusätzliche kundenspezifische Funktionen erlauben weiter die Anpassung der Modellstruktur (z.B. Layer-Belegung, Umbenennungen, Textformatierung) im Zielsystem NX..

Für die Konvertierung der Zeichnungsbestände der MTU Aero Engines wurde die Vielfalt der Entities, die das neutrale Format IGES bietet, voll ausgeschöpft. Mit Hilfe der nativen Adapter und des IGES-Adapters konnten, mit nur wenigen Ausnahmen, alle benutzerspezifischen Datentypen (Fonts, Sonderzeichen, Linientypen) abgebildet und nach UGS NX übertragen werden. Dagegen stand der Übertragung der 3D-Modelle ein grundsätzliches Problem im Wege. Viele Altdaten wurden im Bereich der Freiformgeometrie mit einer höheren Modellierungstoleranz erstellt, als es in der neuen UGS NX Umgebung vorgesehen ist. Bei einer Konvertierung über die Standard-STEP-Schnittstelle oder gängige Direktkonverter treten deswegen erhebliche Datenverluste oder sogar der Abbruch auf, weil solche Entities – streng genommen – nicht gültig sind. Daher müssten solche Modelle während der Konvertierung entsprechend angepasst (geheilt) werden, wofür auch geeignete Algorithmen (Bild 3) entwickelt wurden. Der Nutzen solcher Algorithmen wird immer dann kontrovers diskutiert, wenn dabei die Originalgeometrie (das „CA-Original“) verändert werden muss.

CAD-Konvertierung: Motivation, Probleme und Lösungen

Bild 3: Geometrieheilung

- Realisiert für bestimmte Fälle in den PROSTEP Pipelines.



- Schnittkurve ungenau
- Optimale Schnittkurve wird berechnet.
- Kein Einfluss auf das CA-Original
- Seit 1998 implementiert

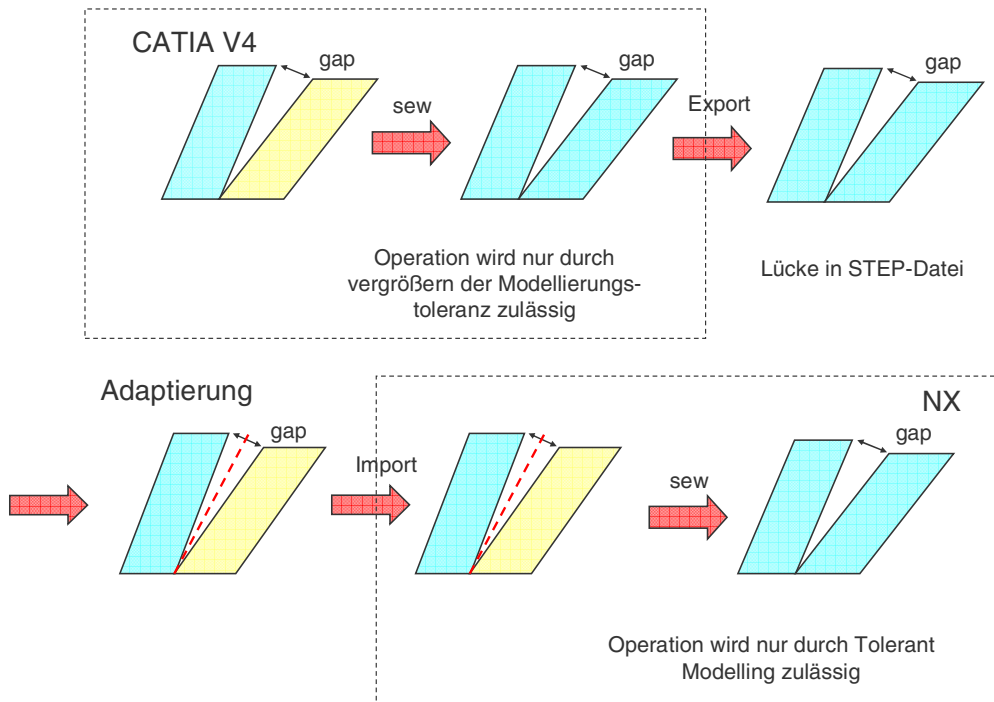
- Lücke zwischen den Flächen kann durch Anpassung der Schnittkurve nicht geschlossen werden.
- Lösung: Einfügen einer zusätzlichen Fläche.
- Das CA-Original wird „ergänzt“.
- Seit 2001 implementiert

- Trägerfläche(n) ist/sind korrupt.
- Lösung: Korrektur der Trägerfläche(n).
- Das CA-Original wird „geändert“.
- Unklar, ob und wo (CATIA V5) implementiert wird.

Es stellte sich schließlich heraus, dass bei Modellen mit größeren Toleranzabweichungen eine andere Anpassung sinnvoll ist. Es gibt in UGS NX (wie in anderen CAD-Systemen auch) eine interaktive Funktionalität, das sog. „Tolerant Modelling“, die eine lokale und temporäre Toleranzerhöhung für bestimmte Operationen mit Freiformflächen (Bild 4) ermöglicht. Von der Verstellung der Systemgenauigkeit wird grundsätzlich abgeraten, weil die Toleranzerhöhungen grundsätzlich mit einer Verschlechterung der Datenqualität einher gehen. In unserem Falle bot sich die Implementierung einer solche Funktion für die STEP-Konvertierung aus pragmatischen Überlegungen an. Damit konnte nämlich sichergestellt werden, dass die entsprechenden Altdaten weitestgehend im „Originalzustand“ konvertiert werden konnten. Die Objekte mit „grober Toleranz“ wurden farblich markiert, um bei einer späteren Verwendung bzw. Änderung des konvertierten 3D-Modells sofort ersichtlich zu sein. Somit war die Gefahr einer nicht beabsichtigten automatischen Änderung filigraner Geometrie, wie z. B. von Turbinenschaufeln, gebannt.

CAD-Konvertierung: Motivation, Probleme und Lösungen

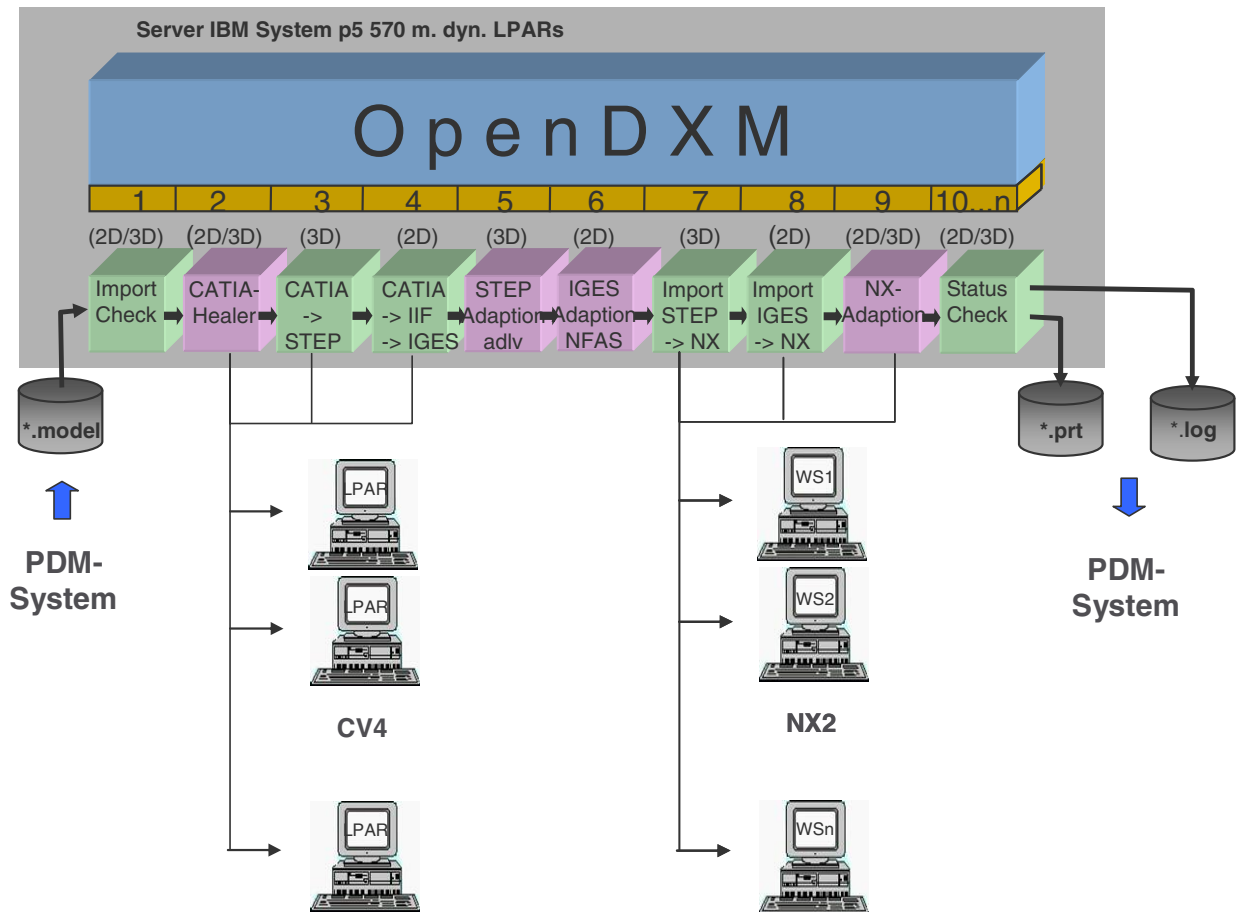
**Bild 4: Anwendung des Tolerant Modelling
(Problemumgehung statt -beseitigung)**



Um die beschriebene, aus mehreren Komponenten bestehende Konvertierungskette steuern zu können, wird das Tool OpenDXM der PROSTEP AG verwendet, das neben dem Workflow-Management auch erweiterte Funktionen wie die Lastverteilung und Parallelisierung der Prozesse in einem Rechner-Cluster, die Anbindung an ein PDM-System, sowie Auswertungen und Statistik bietet. Dadurch wird eine Konvertierungspipeline (Bild 5) gebildet, die die Kriterien hohe Übertragungsqualität, Robustheit und großen Durchsatz im hohen Maße erfüllt. Zudem ist sie insofern skalierbar, als mehrere Ein- und Mehrprozessorenrechner parallel betrieben werden können. Diese Flexibilität ist unerlässlich, weil sich die Laufzeiten im Einzelnen und die Projektdauer insgesamt ganz schwer voraus bestimmen lassen. Daher wurde beschlossen, den Durchsatz bei Bedarf durch Zuschalten zusätzlicher Rechner zu erhöhen.

CAD-Konvertierung: Motivation, Probleme und Lösungen

Bild 5: Prinzipschema der Konvertierungspipeline der MTU Aero Engines



Auch dem Prozessmonitoring wurde hohe Aufmerksamkeit gewidmet: sämtliche beteiligte Komponenten liefern umfangreiche Logfiles, die bei dieser Datenmenge nicht ohne Weiteres interaktiv ausgewertet werden können. Daher wurde die Konvertierungspipeline um eine weitere Komponente, den Logfile-Scanner, erweitert, die eine automatische Auswertung nach dem Ampelprinzip durchführt. Auf diese Weise wurde das Monitoring wesentlich vereinfacht und die Störungsbehebung beschleunigt. Zudem bekam die Projektleitung die Möglichkeit, jederzeit auch einen zeitnahen Fortschrittsbericht abrufen zu können.

CAD-Konvertierung: Motivation, Probleme und Lösungen

Durchführung der CAD-Konvertierung

Planung und Durchführung der CAD-Konvertierung ist seit geraumer Zeit Gegenstand intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeiten [7], die auch die organisatorischen Belange einer Konvertierung betreffen. Bei der MTU Aero Engines wurde für das Projekt „Ablöse CATIA V4“ ein Team aus Spezialisten für die IT-Infrastruktur, CAD, PDM und Konvertierung gebildet, um die Massenkonzertierung umzusetzen. Dazu wurden auch externe Experten für spezielle Fragestellungen zu Rate gezogen. Bei allen Planungen blieb eine Restunsicherheit, denn die Konvertierung bei der MTU Aero Engines übertraf ähnliche, öffentlich bekannte Projekte in vielen Merkmalen (Datenvolumen, Datenqualität, Nachbereitungsaufwand, Zeitdauer, etc) deutlich. Auch wenn die Tests die hoch gesteckten Erwartungen erfüllen konnten, galt die größte Sorge zu diesem Zeitpunkt den Daten, die nach der Konvertierung manuell zu korrigieren sein würden. In diesem nicht zu beziffernden Nacharbeitsaufwand bestand das höchste wirtschaftliche Risiko im Projekt.

Auch der Hardware-Bedarf verdient das Prädikat „einmalig“ in diesem Zusammenhang. Da Vergleichswerte für Durchlaufzeiten fehlten, wurden die Erfahrungswerte aus dem Pilotbetrieb hochgerechnet. Schließlich wurde eine eigene, skalierbare, von den übrigen Anwendungen getrennte Rechnerumgebung mit bis zu 15 physischen (UGS NX Workstations) und virtuellen Maschinen (OpenDXM- und CATIA V4-Hardware) aufgebaut, die sowohl der Last als auch dem erwarteten Durchsatz gerecht wurde (Bild 5).

Nachdem alle Vorbereitungs- und Implementierungsarbeiten abgeschlossen waren, konnte die Massenkonzertierung im Sommer 2005 gestartet werden. Hieraus ist der längste Batch-Lauf der MTU-Aero-Engines-Geschichte geworden: über 142 Tage liefen die bis zu 15 parallelen Konvertierungsaufträge. Der Durchsatz pendelte sich auf etwa 2000 Modelle pro Tag ein und erreichte den Spitzenwert bei 3600 Modellen pro Tag (Bild 6).

Die automatische Auswertung aller Konvertierungs-Zwischen- und Endergebnisse pro CAD-Modell durch die von PROSTEP bereitgestellten Werkzeuge einschließlich Fehlerkategorisierung durch den Logfile-Scanner hat sich hierbei sehr bewährt. Jedem konvertierten CAD-Modell wurde im PDM-System das individuelle Konvertierungsprotokoll beigelegt. Sicherheitshalber wurden im PDM-System auch noch die Original-Modelle mit aufgehoben. Damit konnte eine lückenlose Rückverfolgbarkeit der Konvertierung sichergestellt werden.

CAD-Konvertierung: Motivation, Probleme und Lösungen

Die Fehlerkategorisierung erfolgte nach dem „Ampelprinzip“:

- Status „grün“: erfolgreiche Konvertierung, keine Nacharbeit erforderlich
Status „gelb“: (z.B. Meldung aus Catia „CATCLN Kategorie 2“) bei Verwendung des konvertierten Modells im NX ist mit eingeschränkter Modellqualität zu rechnen, die bei Bedarf zu bereinigen ist
Status „rot“: (z.B. Meldung aus NX „Body Validation Fault“) vor Weiterverwendung des konvertierten Modells im NX ist eine Modellbereinigung durchzuführen.

Die Ausfallquote, also Konvertierungsversuche, die in einem Konvertierungsabbruch endeten und damit keinerlei Konvertierungsergebnis lieferten, lag unter 1,5 %, womit man unter den Vergleichswerten aus anderen bekannten Konvertierungsprojekten liegt. Bei diesen Modellen mussten entweder die Originalgeometrie manuell bereinigt oder gegebenenfalls Systemfehler beseitigt werden, bevor diese Modelle erneut einem Konvertierungslauf zugeführt wurden.

Nach Abschluss der Massenkonzertierung Anfang 2006 galt es, die Konvertierungsergebnisse aufzuarbeiten. Die Anwender wurden aufgefordert, die mit Status „rot“ gekennzeichneten Konvertierungsergebnisse zu bewerten und festzulegen, wie sie bis Ende 2006 mit diesen umgehen wollten. Alternativen: löschen oder bereinigen. Durch entsprechendes Management-Commitment wurde das Ziel erreicht, so dass es bei der MTU Aero Engines seither keine mit dem Status „rot“ markierten konvertierten NX-Modelle mehr gibt.

2006 war auch das Jahr, in dem bei der MTU Aero Engines spezielle Catia-Modelle außerhalb der Massenkonzertierung aufbereitet und nach NX konvertiert wurden (Bild 7). Es handelte sich dabei im wesentlichen um NCMill-datenbehaftete CATIA-Modelle und um Modelle mit MTU-Aero-Engines-spezifischen „application data“. Weiter wurde dem Wunsch der Anwender entsprochen, die Abbildung von „NO-SHOW/NO-PICK“-Daten und Layer-Filtern aus CATIA im NX anders als ursprünglich geplant durchzuführen. Die hierfür notwendigen Tools hat die MTU Aero Engines selbst erstellt, die PROSTEP AG hat die erforderlichen Anpassungen an der Konvertierungspipeline vorgenommen. Mit diesen Aktivitäten konnten somit die restlichen CATIA-Modelle bis Ende 2006 konvertiert werden. Am 31.12.2006 wurde CATIA V4 abgeschaltet.

Das Projekt bei der MTU Aero Engines dauerte insgesamt 3 Jahre. Das Projektziel, Konvertierung des gesamten CAD-Datenbestandes von CATIA V4 nach NX2 in ausreichender Qualität, wurde voll erreicht. Die festgestellten Konvertierungskosten von ca. 4 Euro pro CAD-Modell lagen unter allen anderen vor Projektbeginn evaluierten Vorgehensalternativen und rechtfertigen damit sowohl das pragmatische Konzept der MTU Aero Engines als auch seine Umsetzung.

CAD-Konvertierung: Motivation, Probleme und Lösungen

Bild 6: Die Massenkonzertierungsphase bei der MTU Aero Engines

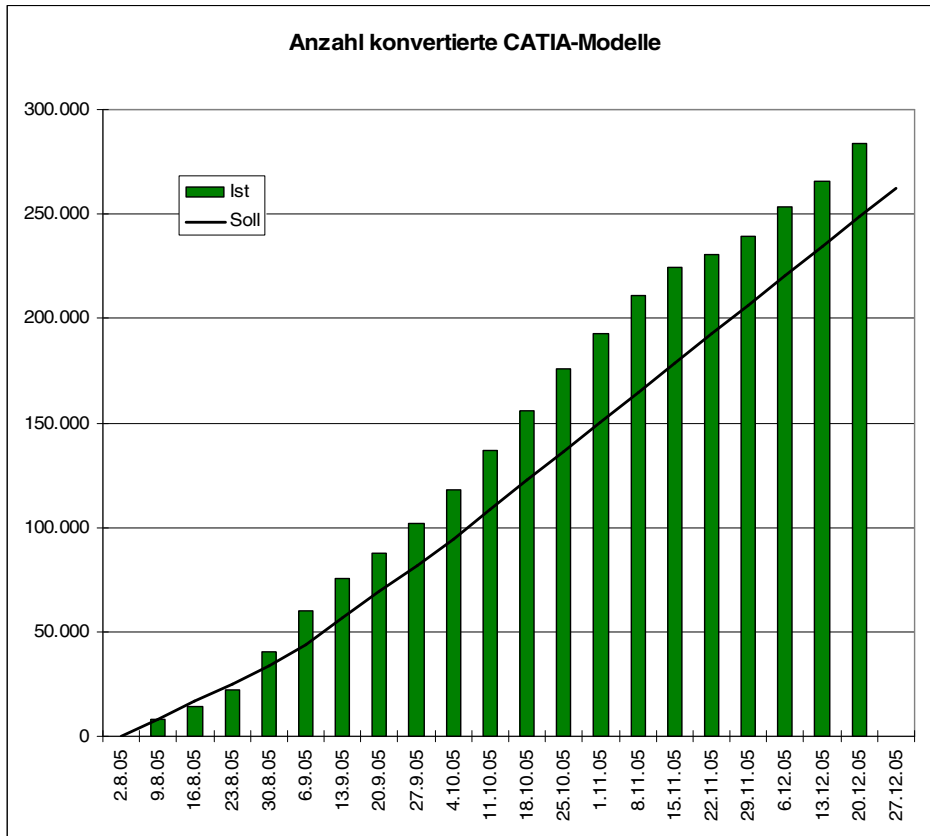
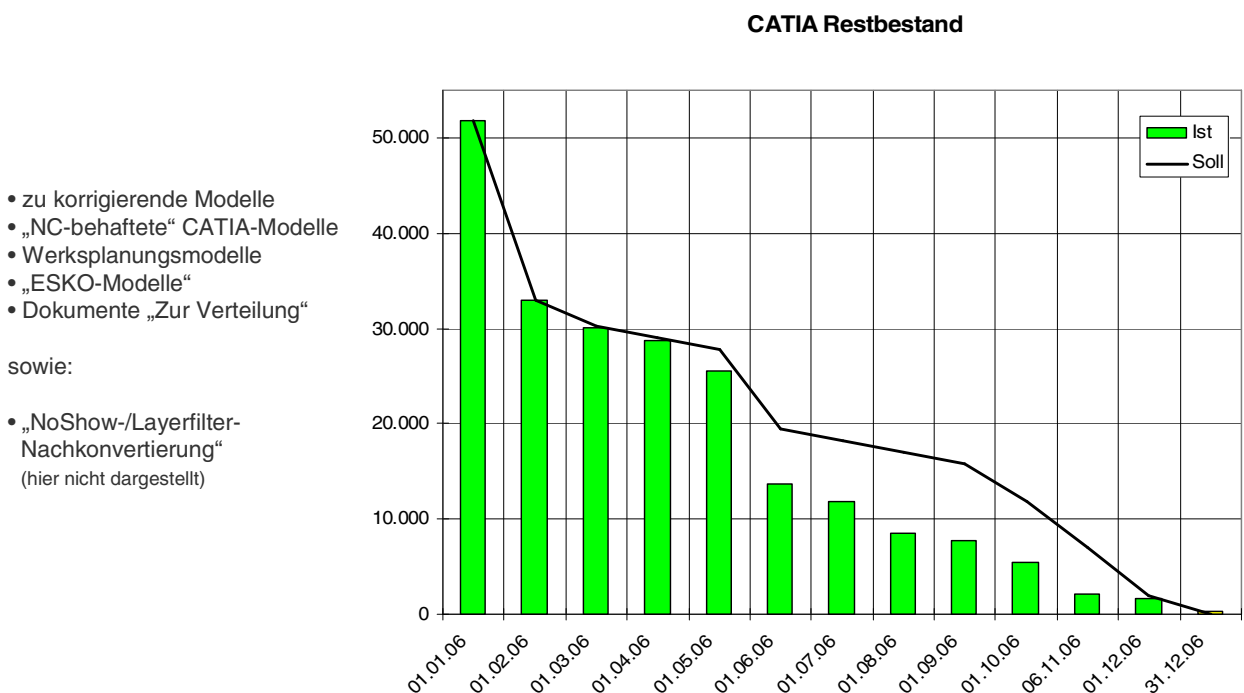


Bild 7: Die Konvertierungs-Konsolidierung bei der MTU Aero Engines



- zu korrigierende Modelle
- „NC-behaftete“ CATIA-Modelle
- Werksplanungsmodelle
- „ESKO-Modelle“
- Dokumente „Zur Verteilung“

sowie:

- „NoShow-/Layerfilter-Nachkonvertierung“ (hier nicht dargestellt)

CAD-Konvertierung: Motivation, Probleme und Lösungen

Literaturliste

- [1] CAD-Schnittstellen : Methoden und Werkzeuge zur CA-Integration, R. Anderl, Hanser 1993
- [2] 8th STEP PROCESSOR BENCHMARK, ProSTEP iViP Verein 2003
- [3] Einfluß von Toleranzeinstellungen auf die Übertragungsgüte beim Datenaustausch zwischen heterogenen CAD-Systemen, A. Hund , Diplomarbeit FH Darmstadt 1999
- [4] Anwendungsorientierte Optimierung des neutralen CAD-Datenaustausches mit Schwerpunkt Genauigkeit und Toleranz, T. Fischer, H. P. Martin, M. Endres, J. Stjepandic, O. Trinkhaus, Verband der deutschen Automobilindustrie 2000
- [5] Hochoptimierte Kopplung CATIA - Unigraphics, J. Stjepandic, Produktdatenjournal 1998
- [6] Entwicklung eines methodischen Konzeptes zur Sicherung der Datenqualität beim CAD-Datenaustausch, M. Kraus, Diplomarbeit TH Darmstadt 2000
- [7] CAD/CAM-Systemwechsel – warum und wie?, S. Vajna, C. Weber , VDI-Z 137 (1995) Nr.10 – Oktober, S.16-21
- [8] Konzept zur CAD-Migration, N. Sönmez, Diplomarbeit FH Darmstadt 2000

Bilder

Bild 1: Vorgehensmodell zur CAD-Migration (Bild: PROSTEP AG, Darmstadt).

Bild 2: Grundsätzliche Problemstellung des CAD-Konvertierung (Bild: PROSTEP AG, Darmstadt).

Bild 3: Healing-Algorithmen bei der 3D-Konvertierung (Bild: PROSTEP AG, Darmstadt).

Bild 4: Prinzipschema des Tolerant Modelling (Bild: PROSTEP AG, Darmstadt).

Bild 5: Konvertierungspipeline CATIA V4 – UGS NX2 (Bild: MTU Aero Engines)

Bild 6: Die Massenkonzertierungsphase (Bild: MTU Aero Engines)

Bild 7: Die Konvertierungs-Konsolidierung (Bild: MTU Aero Engines).