

Vom Fachbereich Maschinenwesen der Universität Duisburg-Essen  
zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktor-Ingenieurs genehmigte Dissertation

---

Konzeption und Realisierung einer standortübergreifenden  
Konsolidierung der Produktentwicklung durch eine  
konzernweite Integration verschiedener ERP-Systeme mittels PDM

vorgelegt

von

Reiner Heimsoth

Recklinghausen

---

Referent: Prof. Dr.-Ing. Wissussek

Korreferent: PD. Dr.-Ing. Lobeck

Tag der mündlichen Prüfung: 20.03.2007

---

## **Vorwort**

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen meiner beruflichen Tätigkeit bei der keytech Software GmbH, Recklinghausen. Die wissenschaftliche Betreuung übernahm der Lehrstuhl für Konstruktionstechnik und Kolbenmaschinen der Universität Duisburg-Essen unter Leitung von Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. D. Wissussek.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. D. Wissussek für die Ermöglichung und Förderung dieser Arbeit sowie seine Anregungen und wohlwollende Unterstützung.

Herrn PD Dr.-Ing. F. Lobeck, Institut für Prozess- und Datenmanagement der Universität Duisburg-Essen, danke ich für die Übernahme des Korreferats und sein Interesse an dieser Arbeit.

Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. J. Stracke, Institut für Prozess- und Datenmanagement der Universität Duisburg-Essen, danke ich für die stete Bereitschaft, mir mit Rat und Tat zur Seite zu stehen.

Weiterhin möchte ich mich bei den Mitarbeitern der keytech Software GmbH bedanken, die mich bei der Durchführung dieser Arbeit unterstützt und beraten haben.

Einen speziellen Dank möchte ich an dieser Stelle meiner Frau Dorina für ihre Unterstützung und das Verständnis aussprechen, welches sie mir während der Erstellung dieser Arbeit entgegengebracht hat.

Recklinghausen, im Dezember 2006

Reiner Heimsoth

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen der Geschäftsprozesse in produzierenden Unternehmen.....</b>	<b>5</b>
2.1	Konstruktion als Teil des Produktentwicklungs-Prozess.....	7
2.2	Einsatzgebiete der verfügbaren IT-Systeme.....	10
2.3	Nutzung der Produktdaten .....	13
2.4	Fazit.....	15
<b>3</b>	<b>Anforderungen an ein standortübergreifendes Engineering.....</b>	<b>18</b>
3.1	Vorbemerkungen .....	18
3.2	Anforderungen an die Produkte und die Produktdaten.....	21
3.2.1	Reduzierung der Produktvielfalt .....	23
3.2.2	Harmonisierung der Produktdaten .....	26
3.2.3	Regelmäßiger Datenabgleich zwischen den Standorten .....	28
3.3	Anforderungen an die Konstruktionsabteilungen .....	29
3.4	Anforderungen aus anderen Abteilungen / Bereichen .....	32
3.5	Anforderungen an die IT-Systeme.....	34
3.6	Zusammenfassung der Defizite und der Anforderungen .....	39
<b>4</b>	<b>Vorstellung der IT-Komponenten für das neue Konzept.....</b>	<b>43</b>
4.1	Allgemeines.....	43
4.2	M-CAD-Systeme.....	43
4.3	E-CAD-System .....	46
4.4	ERP-Systeme.....	47
4.5	Verwaltungs-System .....	48
4.6	Programmiersprache für die Softwareanpassung.....	50
<b>5</b>	<b>Konzept für eine standortübergreifende Konstruktion.....</b>	<b>51</b>
5.1	Struktur der standortübergreifenden IT-Architektur .....	52
5.2	Aufbau des Datenmodells.....	57
5.2.1	Darstellung der Objekte.....	59
5.2.2	Objektdefinition Mappe.....	63
5.2.3	Objektdefinition Artikel.....	67
5.2.4	Objektdefinition Dokument .....	71
5.2.5	Definition der Objektbeziehungen .....	72
5.2.6	Klassifizierung der Produktdaten .....	73
5.2.7	Berücksichtigung der Datenhoheit .....	76
5.3	Datenaustausch zwischen den Standorten .....	79
5.3.1	Datenaustausch für ein Concurrent Engineering.....	81

---

5.3.2	DFS - notwendige Erweiterungen in der Datenbank .....	83
5.3.3	DFS - notwendige Änderungen in der Programmierung .....	83
5.3.4	Datenaustausch für ein standortspezifisches Engineering.....	86
5.3.5	FED - notwendige Erweiterungen in der Datenbank .....	88
5.3.6	FED - notwendige Änderungen in der Programmierung .....	90
5.4	Reduzierung der Artikel- bzw. Produktvielfalt .....	92
5.4.1	Vereinheitlichung des Artikelstamms.....	92
5.4.2	Einführung einer konzernweiten Klassifizierung.....	93
5.4.3	Standortübergreifende Artikelbeschreibung .....	95
5.5	Zukünftige Arbeitsweise der Konstruktionsabteilungen .....	96
5.5.1	Prinzipielle Verbesserungen in der Konstruktion .....	97
5.5.2	Standortübergreifende Zusammenarbeit der Konstruktionsabteilungen.....	99
5.5.3	Standortabhängige Konstruktion mit anschließender Weitergabe .....	100
5.6	Softwaretechnische Umsetzung des Verwaltungssystems .....	102
5.7	Strategien für die Einführung .....	103
<b>6</b>	<b>Exemplarische Realisierung des Konzeptes.....</b>	<b>105</b>
6.1	Beispiel für eine standortübergreifende Konstruktion .....	105
6.2	Beispiel für eine standortspezifische Konstruktion.....	113
6.3	Nutzen des neuen Konzeptes .....	117
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>119</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>124</b>
<b>9</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>126</b>

## 1 Einleitung

Durch die Globalisierung wächst der Druck auf die Unternehmen, bessere Produkte in immer kürzerer Zeit auf den Markt zu bringen. Dadurch stehen Hersteller unter wachsendem Druck zu automatisieren, um weiterhin wettbewerbsfähig zu bleiben. Nur durch eine entsprechend hohe Flexibilität ist ein Unternehmen heute in der Lage, sich auf dem Markt zu behaupten. Das in den Unternehmen vorliegende KnowHow ermöglicht für den jeweiligen Kunden maßgeschneiderte Lösungen zu entwickeln und die Produkte den Anforderungen des sich ständig ändernden Konsummarktes anzupassen. Darüber hinaus sind die Serviceabteilungen angehalten, das gesamte Produktspektrum abzudecken, um damit den Kunden der liefernden Unternehmen alle benötigten Serviceleistungen von der Reparatur über den Umbau bis hin zur Erweiterung kompletter Anlagen möglichst zeitnah vor Ort bereitzustellen.

Dieser zunehmende Serviceaufwand erfordert von den Unternehmen einen erhöhten Kostenaufwand, der entweder durch Sparmaßnahmen oder durch entsprechendes Wachstum realisiert werden muss. Wenn die notwendigen Sparmaßnahmen nicht mehr ausreichen, wird häufig auf das Wachstum eines Konzerns gesetzt, welcher unter anderem dadurch erreicht wird, dass einzelne Konkurrenten auf dem Markt aufgekauft und in den Konzern verschmolzen werden. Dieses Wachstum hat häufig zur Folge, dass der Konzern anschließend in den einzelnen Produktbereichen bezüglich seines gesamten Produktportfolios über eine Reihe ähnlicher Produkte verfügt, die aber durch ihre Herkunft bedingt, an den einzelnen Unternehmensstandorten auf verschiedenen Konzepten basieren.

Zur Verbesserung und / oder Straffung dieser einzelnen Produktlinien ist in der Folge ein erhöhter Aufwand notwendig, da die einzelnen Standorte bis zur Übernahme ihren gesamten Ablauf von der Akquisition bis hin zur Inbetriebnahme beim Kunden autark betreut haben. Zusätzlich wird die Zusammenführung dadurch erschwert, dass die neu eingegliederten Standorte nicht nur über unterschiedliche Organisationen verfügen, sondern auch verschiedene ERP<sup>1</sup>-Systeme zur Steuerung der Betriebsstätten einsetzen. Gleiches gilt für die Konstruktionsabteilungen in den Standorten, die ebenfalls historisch bedingt, mit verschiedenen CAD-Systemen arbeiten.

Die Produkte und Produktdaten werden daher mit unterschiedlichen IT-Systemen erstellt bzw. verwaltet, wodurch die den Systemen zugrunde liegenden Datenmodelle in keiner Weise kompatibel sind.

Somit ist ein Austausch der Produktdaten über die Standorte hinweg nur mit einer gegenseitigen Konvertierung der Produktdaten möglich, der wiederum nicht nur einen hohen Aufwand erfordert, sondern darüber hinaus auch noch mit einem unvermeidbaren Datenverlust verbunden ist. In der Konsequenz bedeutet dies, dass eine Abgrenzung der Standorte voneinander zwar nicht gewollt, aber dennoch unvermeidbar ist.

Um aber den wirtschaftlichen Erfolg der ständig wachsenden Unternehmen bzw. Konzerne langfristig zu sichern, sind in Zeiten der Globalisierung konkurrenzbedingt die vorhandenen Ressourcen eines Unternehmens optimiert einzusetzen und zu bündeln. Diese Aufgabe ist allerdings mit einem enormen organisatorischen Aufwand verbunden, wenn die existierenden IT-Systeme über die Unternehmensgrenzen hinweg nicht miteinander kommunizieren können. Deshalb ist hier eine softwaretechnische Lösung einzusetzen, die es ermöglicht, die Verwaltung der bestehenden Produktdaten, so wie diese momentan in den standortspezifischen ERP-Systemen vorliegen, konzernweit zu übernehmen, ohne dass diese Produktdaten in den ERP-Systemen geändert werden müssen.

Diese Aufgabe gehört in den Bereich des **Produkt-Lifecycle-Management (PLM<sup>2</sup>)** und deshalb ist hier der Einsatz eines PDM<sup>3</sup>-Systems die einzige Möglichkeit, eine standortübergreifende Kommunikation zu realisieren, ohne die vorhandene IT-Umgebung unmittelbar einem Change-Management zu unterziehen. Deshalb ist es sinnvoll, zu prüfen, welche softwaretechnischen Erweiterungen bzw. Anpassungen an ein PDM-System zu stellen sind, damit das PDM-System diese Aufgabe auch erfüllen kann. Durch die Erstellung eines konzernweiten Konzeptes ist darüber hinaus auch gewährleistet, dass die Einführung eines standortübergreifenden PDM-Systems und dessen Kommunikation mit den ERP-Systemen sukzessiv vorgenommen wird, so dass der Unternehmensablauf in den Standorten nur minimal beeinträchtigt wird. Mit der Einführung eines derartigen PDM-Systems erhält ein Konzern auch die große Chance, die durch den Zukauf von einzelnen Unternehmen erworbenen Produktüberschneidungen auf Dauer zu vereinheitlichen.

Genau so wie die Verwaltung der Produktdaten vereinheitlicht wird, können auch die einzelnen Konstruktionsbereiche durch die Einführung eines unternehmensweiten PDM-Systems hinsichtlich ihrer Tätigkeiten zusammengeführt bzw. koordiniert werden. Dies setzt

---

<sup>1</sup> ERP = **Enterprise Resource Planning** zur Verwaltung der betriebswirtschaftlichen Daten

<sup>2</sup> PLM = „... denn mit dem Begriff Product-Lifecycle-Management wird kein erwerbbares IT-System bezeichnet, sondern es handelt sich hier um eine Philosophie, die in einem Unternehmen ermöglicht, mit deren Einführung ein gesamtheitliches, IT-gestütztes Abbild eines oder mehrerer ihrer **Produkte(s)** und der damit verbundenen Vorgänge (Geschäftsprozesse) herzustellen“. (vgl. [8])

<sup>3</sup> PDM = **Produkt-Daten-Management** zur Verwaltung aller produktbeschreibenden Daten

allerdings voraus, dass neben dem PDM-System auch ein von allen Bereichen gemeinsam genutztes CAD-System einzuführen ist. Dies bedeutet nicht, dass mit dessen Einführung die vorhandenen CAD-Systeme sofort ersetzt werden, sondern diese CAD-Systeme bleiben zunächst parallel erhalten, um die Kontinuität der Konstruktionstätigkeit abzusichern. Der dafür notwendige organisatorische Aufwand kann ebenfalls durch ein PDM-System übernommen werden und zwar in einer ähnlichen Art und Weise wie heute verschiedene Unternehmen versuchen, ihre vorhandene Multi-CAD-Anwendung auf ein System oder wenige Systeme zu reduzieren.

Die Einführung eines gemeinsam genutzten CAD-Systems in den Entwicklungs- und Konstruktionsbereichen kann darüber hinaus den Unternehmenserfolg in einem Konzern zusätzlich sichern, indem die freien Ressourcen für die Erstellung der kompletten technischen Anlagendokumentationen auf verschiedene Standorte verteilt werden können. Dazu ist allerdings ein Zugriff auf alle Produktdaten aus den verschiedenen eingesetzten ERP-Systemen zu realisieren, um auch die Fertigungssteuerung auf dem jeweils aktuellen Datenbestand aufzubauen. Mit einer derartigen Lösung wird dem gesamten Konzern eine gemeinsame technische Plattform geboten, mit deren Hilfe zukünftig auch eine konzernweite Standardisierung der Konstruktions- und damit auch der Produktdaten erreicht werden kann.

Da die gleichzeitige Einführung eines CAD- und eines PDM-Systems in einem Unternehmen aus dem Bereich des Sondermaschinenbaus zu einer erheblichen Verbesserung sowohl für die Konstruktion als auch für die Fertigung geführt hat (vgl. [1]), kann davon ausgegangen werden, dass das hier noch zu entwickelnde Konzept zu einer ähnlich guten Effizienzsteigerung für diese Unternehmensbereiche des Konzerns führen wird, obwohl das Problem der Kommunikation über Unternehmensgrenzen hinweg sicherlich einen hohen Anspruch an die Lösung stellt. Bei dem in [2] vorgestellten „*Konzept und prototypische Realisierung einer ontologiebasierten ERP/PDM Kopplung mittels XML-Technologie*“ handelt es sich in erster Linie um eine wissenschaftliche Arbeit, die bis heute in der Praxis noch nicht Erfolg versprechend umgesetzt werden konnte. Aus diesem Grunde wird hier ein anderer Ansatz gewählt, dessen Machbarkeit abschließend mittels eines praktischen Beispiels auch nachgewiesen wird.

Zum besseren Verständnis des später zu entwickelnden Konzeptes für ein standortübergreifendes Engineering werden zunächst die Geschäftsprozesse von produzierenden Unternehmen und die dort zum Einsatz kommenden IT-Systeme vorgestellt. Auf der Basis dieser Grundlagen wird die momentane Arbeitsweise eines Beispiel-Konzerns analysiert und auf der Basis der ermittelten Defizite werden nachfolgend die Anforderungen formuliert, die zu

lösen sind, damit ein standortübergreifendes Engineering möglich wird. In diesem Zusammenhang ist in der Folge zu klären, inwieweit die verfügbaren IT-Systeme in ihrer Standardversion geeignet sind, eine konzernweite Verwaltung der technischen Daten zu realisieren und die dafür notwendige Kommunikation aufzubauen. Wenn dies nicht gegeben ist, werden die IT-Systeme ausgewählt, welche überhaupt und mit welchem Aufwand für die Lösung dieser Aufgabe geeignet sind.

Auf der Grundlage der ausgewählten IT-Systeme wird anschließend ein Konzept entwickelt, welches ein standortübergreifendes Engineering auf der Basis der jeweils aktuellen Produktdaten ermöglicht und darüber hinaus mittelfristig eine Vereinheitlichung der Produktvielfalt im Fokus hat. Nach Vorstellung der softwaretechnischen Umsetzung wird die Machbarkeit der ermittelten Lösung auch exemplarisch an einem Beispiel der zukünftigen Arbeitsweise der Konstruktion nachgewiesen. Eine kurze Zusammenfassung des Lösungsweges und ein Ausblick auf mögliche Verbesserungen oder Erweiterungen sollen noch einmal die Wichtigkeit dieser Arbeit für die Produktentwicklung aufzeigen, und zwar wie mit Hilfe einer standortübergreifenden Verwaltung aller Produktdaten eine konzernweite Vereinheitlichung des Produktspektrums mittelfristig erreicht werden kann.



## 2 Grundlagen der Geschäftsprozesse in produzierenden Unternehmen

Für den Begriff „Geschäftsprozess“ liefert die Literatur keine eindeutige Definition. Die Anzahl der möglichen Definitionen nimmt noch erheblich zu, wenn neben der ingenieurwissenschaftlichen Sicht auch noch die betriebswirtschaftliche Sichtweise berücksichtigt wird. Die aus der Sicht des Verfassers am besten gelungene Definition dieses Sachverhaltes findet sich in [3] wieder. Dort wird der „Geschäftsprozess als Strukturierung von Arbeitsabläufen“ (vgl. **Abbildung 2-1**) formuliert und ist dem Begriff Ablauforganisation eines Unternehmens zugeordnet. Demgegenüber wird unter Aufbauorganisation die Gliederung des Unternehmens in Organisationseinheiten verstanden, welche die verschiedenen Unternehmensfunktionen wahrnehmen sollen. Diese so genannte „(verteilte) Wahrnehmung“ wird mit Hilfe definierter Geschäftsprozesse innerhalb dieser Organisationseinheiten umgesetzt.

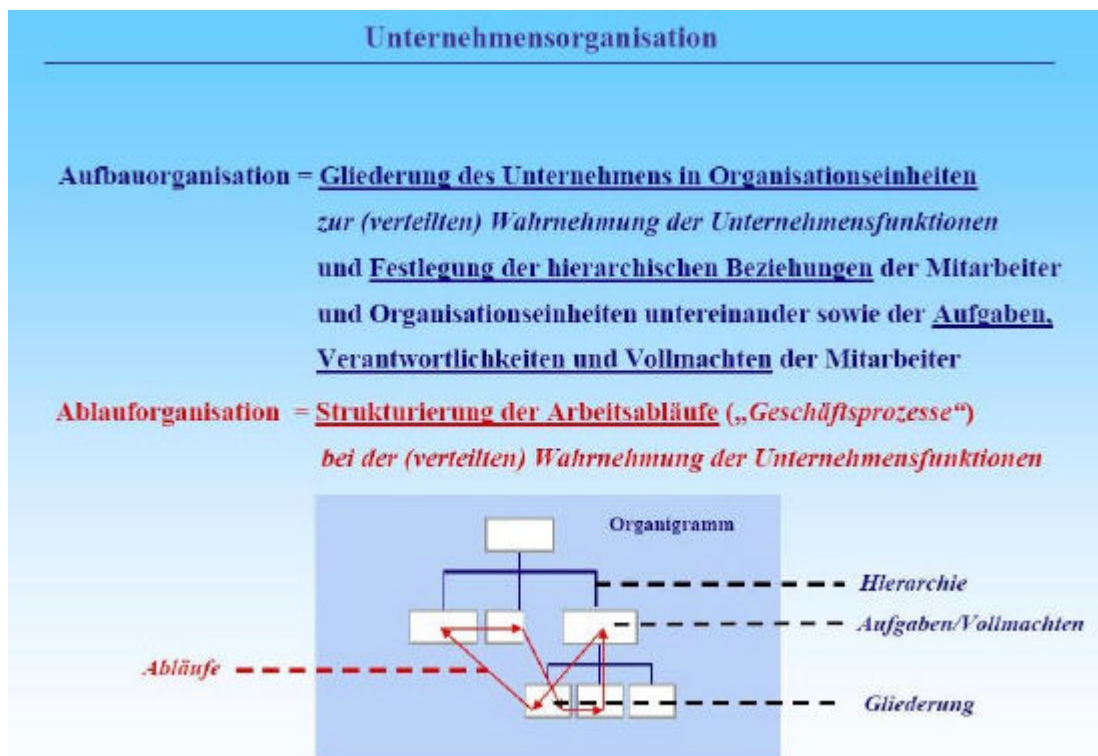


Abbildung 2-1: Geschäftsprozesse nach [3]

Die Geschäftsprozesse eines produzierenden Unternehmens werden einzelnen Unternehmensbereichen zugeordnet, deren Aneinanderreihung sich am besten am Beispiel einer Wertschöpfungskette (vgl. **Abbildung 2-2**) darstellen lässt. Eine Wertschöpfungskette beinhaltet alle Phasen des Lebenszyklus eines Produktes. Der Lebenszyklus umfasst die Entwicklung, die Herstellung und die Anwendung eines Produktes von der Produktplanung

bis hin zu der Entsorgung des Produktes. Die Abbildung 2-2 zeigt auch die Komplexität der Prozesse der Produktentwicklung, da diese Prozesse nicht linear ablaufen, sondern auch von anderen Prozessen durch Wechselwirkungen und Rückkopplungen erheblich beeinflusst werden.

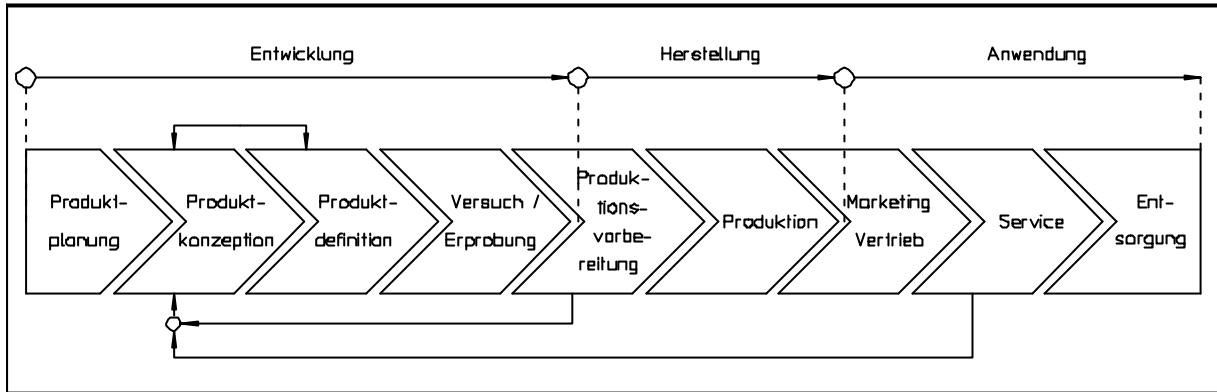


Abbildung 2-2: Wertschöpfungskette ( in Anlehnung an [4])

So kann es z.B. sein, dass die Konstruktion eines Bauteiles in der konzipierten Form nicht herstellbar ist und somit eine Rückkopplung aus dem Bereich der Produktionsvorbereitung erfolgt. Oder der Service stellt fest, dass das fertige Produkt in bestimmten Bereichen wartungsfeindlich oder wenig benutzerfreundlich konstruiert worden ist, was wiederum zu einer Rückkopplung mit der Konstruktion führt. Dies bedeutet, die Produktentwicklung und insbesondere die Konstruktion eines Produktes muss immer rechtzeitig mit allen anderen Bereichen abgestimmt werden, was nur mit einer intakten Kommunikation möglich ist. Dies bedeutet auch, vorhergehenden Schritte müssen immer mit Blick auf nachfolgende Schritte ausgeführt werden und umgekehrt.

Die Lösung der hier geschilderten Problematik erfordert innerhalb eines Unternehmens von allen Beteiligten erhebliche Anstrengungen. Dies lässt sicherlich den Schluss zu, dass in einem Unternehmensverbund, einem Konzern, diese Probleme wesentlich ausgeprägter sind, zumal wenn dieser Konzern über eine Produktpalette verfügt, die Komponenten enthält, die an verschiedenen Standorten gleichzeitig entwickelt und / oder hergestellt werden, d.h., wenn so genannte Produktüberschneidungen im Konzern vorliegen. Ebenso kann nicht unbeachtet bleiben, dass die zu dem Konzern gehörenden Einzelunternehmen sicherlich nicht über die gleiche Wertschöpfungskette und damit über die gleichen Geschäftsprozesse verfügen. Die Prozesse anzugleichen kann nicht die richtige Lösung sein, da auf diese Weise die Prozesse nach einem Abgleich inhaltlich eventuell nur noch über das kleinste gemeinsame KnowHow verfügen. Deshalb müssen die Unternehmen vor dem Hintergrund erhalten bleiben, dass zukünftig ein regelmäßiger Daten- und Informationsaustausch

zwischen den Unternehmen stattfindet, so dass alle auf ihrem jeweils höchsten Level weiter arbeiten können.

Da im Rahmen dieser Arbeit eine konzernweite Vereinheitlichung der Produktvielfalt in Verbindung mit einer Harmonisierung der Produktdaten gefordert ist, wird nur der Bereich der Produktentwicklung und hier insbesondere die Konstruktion (Produktkonzeption und Produktdefinition) einer näheren Betrachtung unterzogen. Dies ist schon deshalb notwendig, da die Lösung der hier gestellten Aufgabe in erster Linie von den Konstruktionsabteilungen in den einzelnen Standorten initiiert werden kann, wenn diesen eine Möglichkeit einer effizienten Zusammenarbeit gegeben wird. Da auch die anderen Unternehmensbereiche von diesen Tätigkeiten tangiert werden, sollen zumindest deren Anforderungen (vgl. Kap. 3.4) an das Konzept berücksichtigt werden.

## **2.1 Konstruktion als Teil des Produktentwicklungs-Prozess**

Da in der Konstruktion bis zu 70% der Produktkosten festgelegt werden, bietet dieser Unternehmensbereich das größte Potential für eine konzernweite Optimierung. In der **Abbildung 2-3** ist der Verlauf der festgelegten Kosten gegenüber den verursachten Kosten über der Zeit, d.h., von der Planung bis zur Auslieferung des Produktes, dargestellt. Hierbei wird deutlich, dass mit zunehmender Zeit die Kosten für eine Änderung des Produktes immer größer werden und demgegenüber die der Konstruktion nachgeschalteten Unternehmensbereiche immer weniger Einfluss auf die Kostenfestlegung haben. Diese Tatsache macht die herausragende Position der Konstruktion bezüglich eines zu erwartenden Unternehmenserfolges deutlich, was wiederum jede Form der Optimierung dieses Bereiches rechtfertigt [5].

So haben aktuelle Untersuchungen gezeigt, dass den Mitarbeitern in der Konstruktion für ihre eigentlichen Tätigkeiten nur noch ca. 30% ihrer gesamten Arbeitszeit zur Verfügung steht. Die übrige Zeit wird von den Mitarbeitern schwerpunktmäßig für die interne und externe Informationsbeschaffung und -verteilung benötigt. In so genannten zeitkritischen Projekten ist deshalb insbesondere das Warten auf die Ergebnisse von Mitarbeitern aus den parallelen Unternehmensbereichen ein zusätzlicher kritischer Faktor, der eine effiziente Fertigstellung erheblich verzögert. Wenn schon dieser Vorgang Probleme bereitet, so ist es leicht vorstellbar, dass die Informationsbeschaffung innerhalb eines Konzerns über Unternehmensgrenzen hinweg nicht einfacher ist. Dies gilt umso mehr, wenn keine rechnergestützte Kommunikation zwischen den einzelnen Unternehmen vorhanden ist.

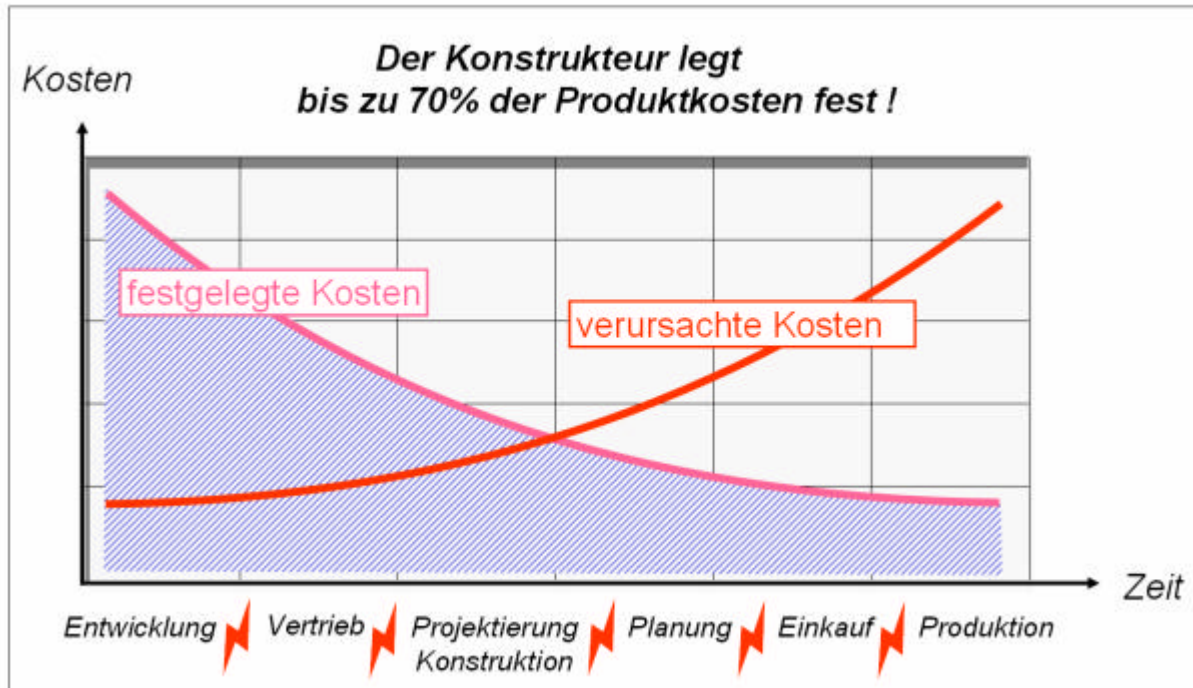


Abbildung 2-3: Festlegung der Produktkosten

Wie bereits ausgeführt, ist insbesondere die zunehmende Teilevielfalt in einem Unternehmen eines der größten Probleme, welches den Unternehmensgewinn minimiert. Dieses Defizit ist nur zu lösen, wenn ein Konstrukteur geeignete Mittel zur Verfügung hat, um auf einfache Weise vorhandene Ähnlichteile zu finden und diese unmittelbar wieder verwenden kann. Sind derartige Maßnahmen nicht vorhanden, so ist durch eine geeignete Unterstützung der Konstruktion insbesondere diese Wiederverwendung optimal zu fördern. Durch den vermehrten Einsatz gleicher Teile und Baugruppen bleibt dem Konstrukteur mehr Zeit für seine Entwicklungstätigkeit und es eröffnen sich Spielräume für neue Ideen.

Die **Abbildung 2-4** zeigt den Zusammenhang zwischen dem Erlös und den Kosten in Abhängigkeit der Produktkomplexität. Dabei wird deutlich, dass bei einer Sonderentwicklung zwar die höchsten Erlöse erzielt werden können, diese aber aufgrund der erhöhten Kosten den Gewinn minimieren oder sogar in einen Verlust umkehren. Die Sonderentwicklungen sind daher zu Gunsten von Standardprodukten zu vermeiden, wenn die Gesamtkosten eines Unternehmens gesenkt werden sollen. Da dies nicht immer möglich ist, sind Mechanismen zu schaffen, die den Konstrukteur dazu anleiten, die Sonderanfertigungen überwiegend aus Standards abzuleiten. Damit ist das Unternehmen in der Lage, den Kunden ihre angepassten Lösungen zu liefern, und dabei gleichzeitig die Kosten auf einem erträglichen Niveau zu halten. [6]

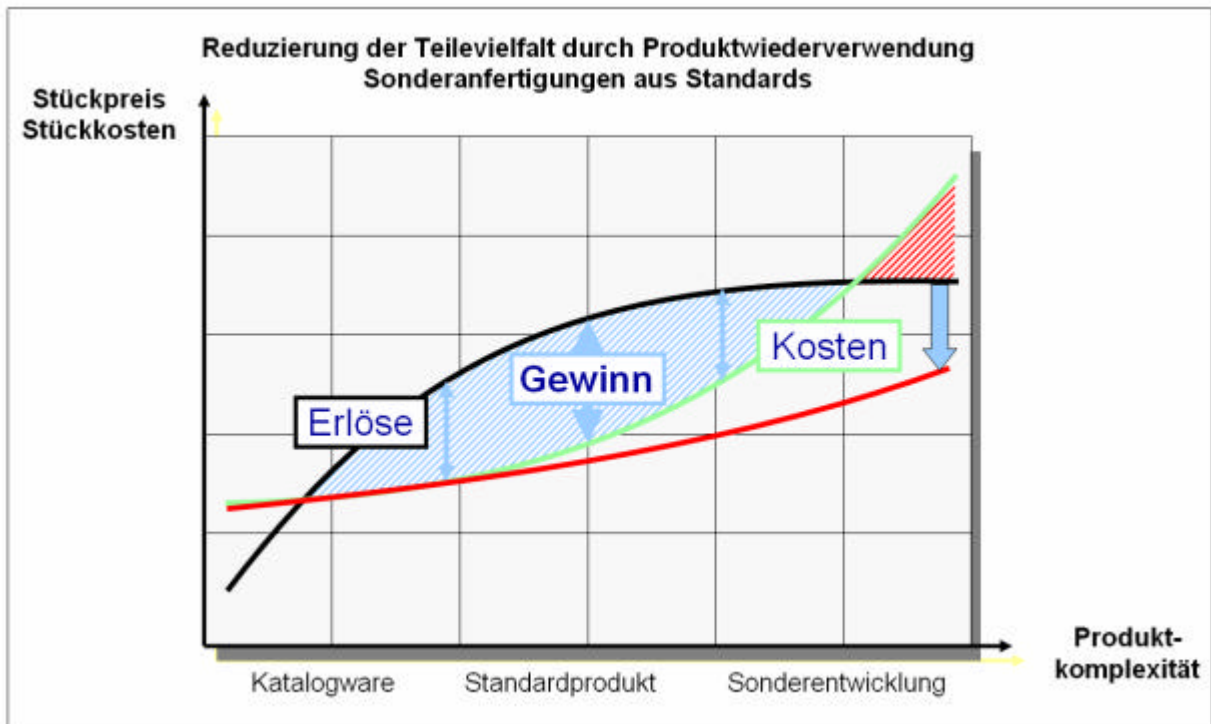


Abbildung 2-4: Reduzierung der Teilevielfalt

Dies führt darüber hinaus zu einer erheblichen Verbesserung der Qualität der Konstruktionen und zu höheren Erträgen und erlaubt auch eine Optimierung der Fertigung der Produkte. Darüber hinaus ist eine Produktwiederverwendung eine sehr gute Basis für die Entwicklung eines Konzeptes, welches eine Verteilung der Konstruktionstätigkeiten auf mehrere Unternehmens-Standorte eines Konzerns unterstützt und eine Zusammenfassung einzelner Mitarbeiter zu einer flexiblen standortübergreifenden Arbeitsgruppe ermöglicht.

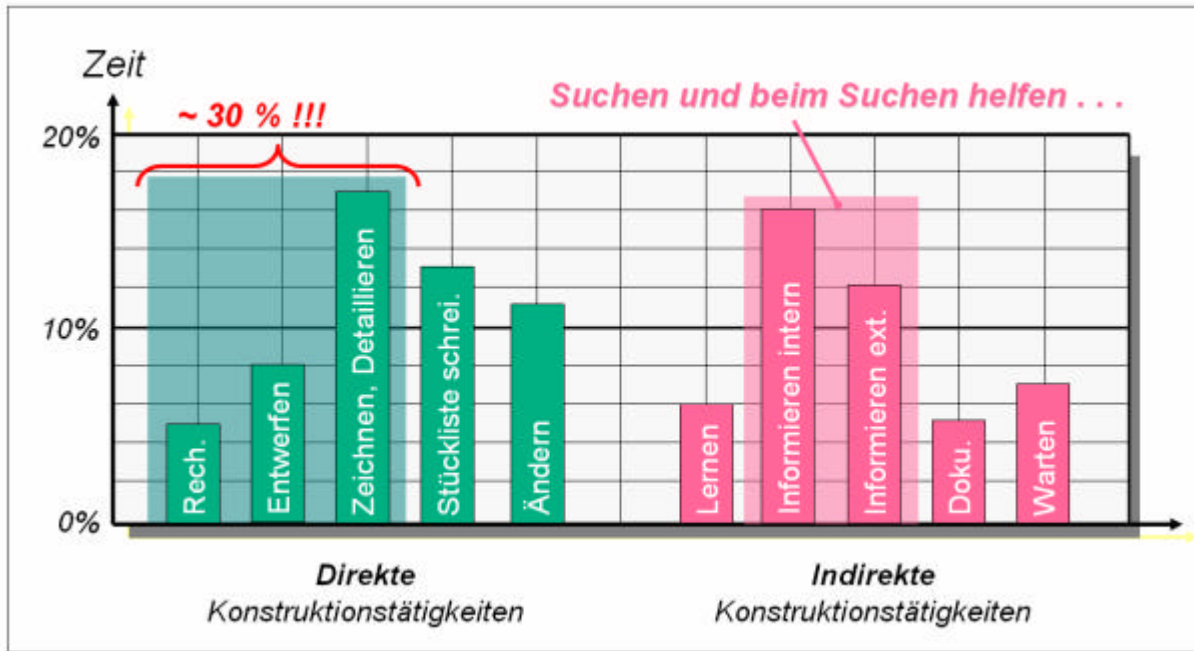


Abbildung 2-5: Suche nach Dokumenten

Für eine standortübergreifende Konstruktionstätigkeit ist es unbedingt erforderlich, dass alle projektspezifisch benötigten Dokumente jederzeit kurzfristig verfügbar sind. Bei einem Vergleich der direkten mit den indirekten Konstruktionstätigkeiten (vgl. **Abbildung 2-5**) wird sofort sichtbar, dass es hier noch ein erhebliches Verbesserungspotential gibt. Im Rahmen der Optimierung der Konstruktion muss einerseits die unternehmensinterne Suche nach gültigen Dokumenten (ca. 30% der Arbeitszeit) erheblich verkürzt werden und andererseits muss der Austausch von Dokumenten ohne Wartezeiten über die Unternehmensgrenzen hinweg rechnergestützt realisiert werden, damit auch gewährleistet ist, dass auf jede Anfrage immer die aktuellen Dokumente zur Verfügung gestellt werden.

## 2.2 Einsatzgebiete der verfügbaren IT-Systeme

Eine effiziente Produktentwicklung lässt sich bei den Problemen gemäß **Abbildung 2-4** in Verbindung mit dem enormen Zeitaufwand für das Auffinden von aktuellen Dokumenten (vgl. **Abbildung 2-5**) ohne einen breit angelegten Einsatz von IT-Systemen nicht mehr realisieren. Da sich die Innovationszyklen in der Informationstechnologie sowohl für die Hardware als auch für die Software ständig verkürzen, sind die produzierenden Unternehmen ständig enormen Herausforderungen ausgesetzt, um diese Technologie immer auf dem aktuellen technischen Stand zu halten. [7]

In der **Abbildung 2-6** ist beispielhaft ein IT-Szenario dargestellt, welches die meisten der momentan verfügbaren IT-Systeme beinhaltet, die entlang einer Wertschöpfungskette (vgl. Abbildung 2-2) in einem produzierenden Unternehmen eingesetzt werden können. Die hier verwendeten IT-Systeme werden kurz skizziert, soweit dies für das Verständnis der Arbeit notwendig ist. Tiefergehende inhaltliche Beschreibungen finden sich in den wissenschaftlichen Arbeiten der jeweils angeführten Literatur:

Groupware: Wird über die gesamte Wertschöpfungskette eingesetzt. Dazu gehören alle Softwarepakete die hinsichtlich ihres Leistungsumfanges qualitativ dem Microsoft Office Softwarepaket (Textverarbeitung, Terminkalender, Tabellenkalkulation, Präsentationstechnik, etc.) entsprechen sowie die Kommunikationsmittel E-Mail, Faxgeräte, usw. Die Bedeutung der durch diese Systeme erzeugten Daten darf nicht unterschätzt werden, da diese häufig kritische Unternehmensdaten wie Angebote, Auftragsbestätigungen, Schadensmeldungen, usw. beinhalten.

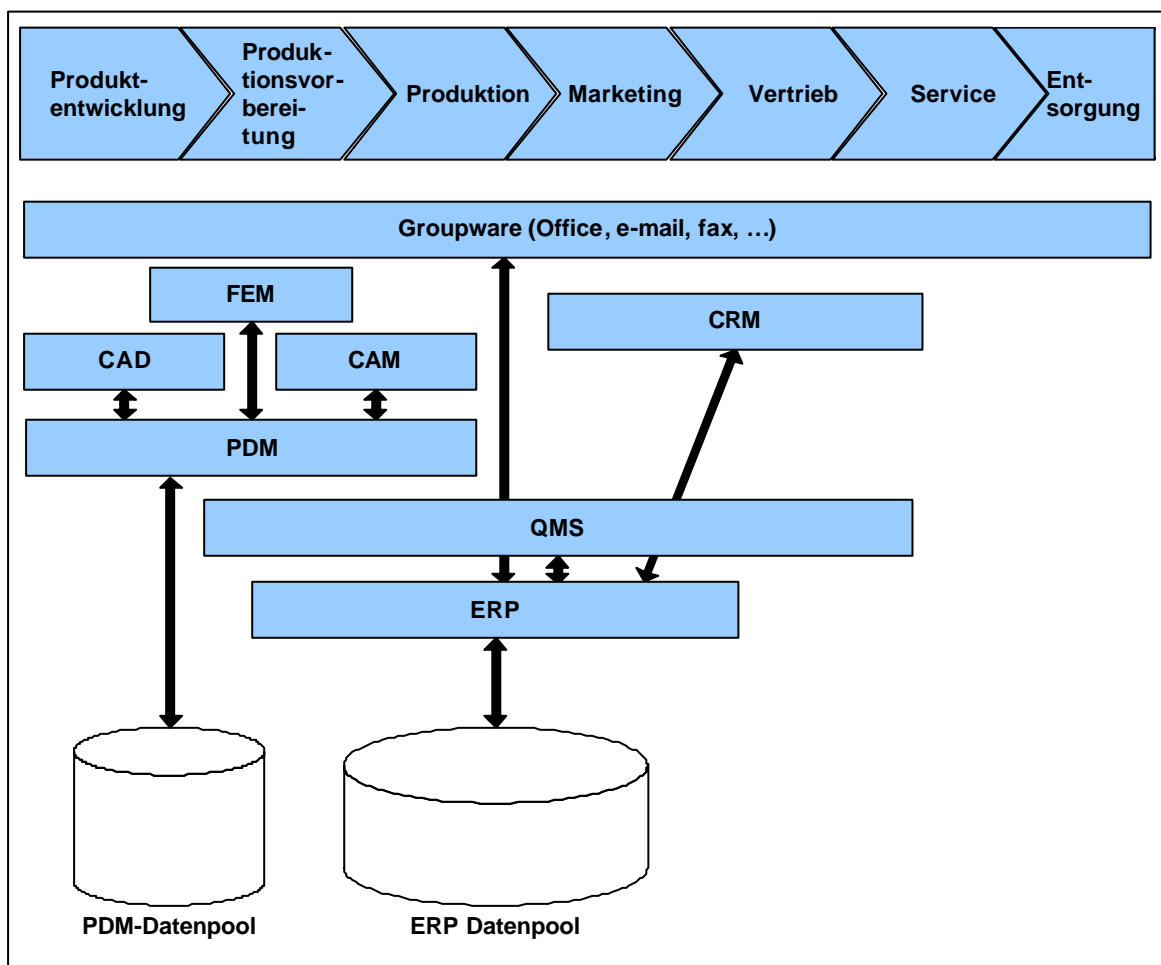


Abbildung 2-6: Darstellung eines IT-Szenario [8]

CAD: In der Konstruktion werden sowohl 3D-CAD-Systeme als auch 2D-CAD-Systeme eingesetzt. Während die 3D-Systeme einzelne Bauteile und ganze Baugruppen exakt volumenorientiert abbilden können, dienen 2D-Systeme nur zur Erstellung von Zeichnungen bzw. Fertigungsunterlagen. In die heutigen 3D-Systeme ist eine 2D-CAD-Ableitung integriert, so dass nachträgliche Änderungen an einem 3D-Modell auch automatisch Änderungen an den davon abgeleiteten 2D-Zeichnungen beinhalten. In 2D-Systemen gibt es keine gegenseitigen Abhängigkeiten in den Zeichnungen, so dass hier jede Änderung in jeder Zeichnung separat manuell durchgeführt werden muss [9].

FEM: Mit der **Finite Elemente Methode** steht ein Hilfsmittel zur Verfügung, welches eine rechnergestützte Simulation von Belastungen eines konstruierten Bauteils ermöglicht. Da der prinzipielle Ablauf einer FEM-Berechnung auf einer Aufteilung eines geometrischen Modells in eine Vielzahl von primitiven Elementen beruht, welche an Knotenstellen miteinander verbunden werden, ist hier der Einsatz eines 3D-CAD-Systems von Vorteil [10].

CAM: **Computer aided manufacturing** steht für rechnergestützte Fertigung und ermöglicht z.B. die direkte Steuerung von Werkzeugmaschinen. Dies kann auch ohne Ausgabe einer CAD-Zeichnung erfolgen, indem die im Rechner vorhandenen fertigungsrelevanten Informationen durch ein CAM-System entsprechend aufbereitet werden [11].

PDM: Mit einem PDM-System können die für die einzelnen Unternehmensbereiche relevanten Informationen verwaltet werden [12], wie z.B. CAD-Dateien, Design-Definitionen, Material- und Stücklisten, Montage- und Fertigungsanweisungen. Damit erhebt ein PDM-System den Anspruch, alle produktbeschreibenden Daten zu verwalten, um damit den Lebenszyklus eines Produktes abbilden zu können. Die Bedeutung der PDM-Systeme hat insbesondere mit der Einführung der 3D-CAD-Systeme zugenommen, da die mit den 3D-Systemen enorm gestiegene Datenmenge im Konstruktionsbereich von den PDM-Systemen sehr gut gehandhabt wird [8].

CRM: „**Customer Relationship Management** ist ein ganzheitlicher Ansatz zur Unternehmensführung. Er integriert und optimiert auf der Grundlage einer Datenbank und Software zur Marktbearbeitung sowie eines definierten Verkaufsprozesses abteilungsübergreifend alle kundenbezogenen Prozesse in Marketing, Vertrieb, Kundendienst, F&E, u.a.“[13]

QMS: Ein **Qualitäts-Management-System** soll helfen, die Einbeziehung der Kunden, Mitarbeiter und Lieferanten, die Qualität der Arbeit, der Prozesse und des Unternehmens sowie die Führungsqualität und die Team- und Lernfähigkeit ständig zu verbessern [14].



ERP: In einem ERP-System werden die Ressourcen eines Unternehmens wie Betriebsmittel, Kapital und Personal für einen effizienten Betriebsablauf geplant und in definierten Prozessen wie Einkauf, Lagerhaltung, Personalverwaltung, Verkauf, Marketing, Controlling und Finanz- und Rechnungswesen abgebildet [12]. Diese Systeme sind durch eine starke betriebswirtschaftliche Ausrichtung geprägt, da diese mit einem unternehmensweiten Daten- und Informationsmanagement zwar die betriebswirtschaftlichen, nicht aber die technischen Unternehmensfunktionen unterstützen. Diese Unzulänglichkeit mit Schnittstellen zu beheben, gestaltet sich wegen der fehlenden Kenntnis bezüglich der internen Datenstrukturen der zu koppelnden Systeme sehr schwierig und hat sich deshalb in der Praxis noch nicht richtig durchgesetzt [2].

Datenpool = Datenbank: Die physikalische Speicherung aller Informationen geschieht in einer relationalen Datenbank (Oracle, SQL, etc.). Dies können sowohl technische Daten (PDM-Datenpool) als auch betriebswirtschaftliche Daten (ERP-Datenpool) sein. In die beiden Datenbanken werden diese Informationen in den Zeilen und Spalten von Tabellen abgelegt, auf die mit definierten Funktionen zugegriffen werden kann. Die Abbildung 2-6 zeigt, dass einerseits keine Verbindung zwischen der PDM-Datenbank und der ERP-Datenbank vorliegt und dass andererseits durch die Zuordnung der IT-Systeme zu den Unternehmensbereichen der Wertschöpfungskette die Trennung der technischen mit den betriebswirtschaftlichen Daten sichtbar wird. [15]

### **2.3 Nutzung der Produktdaten**

Die produzierenden Unternehmen, die den gesamten Lebenszyklus eines Produktes abdecken möchten (vgl. Abbildung 2-2), verfügen in der Regel über sehr unterschiedliche IT-Systeme (vgl. Abbildung 2-6), die einer aufgabenbezogenen Ablaufsteuerung gemäß der Abbildung 2-1 unterliegen. In den meisten Unternehmen ist eines der beiden IT-Systeme ERP oder PDM zu der Verwaltung von Produktdaten installiert. Diese beiden IT-Systeme sind von ihrer Konzeption her sehr unterschiedlich aufgebaut und keines der beiden kann die Gesamtheit der produktbeschreibenden Daten speichern und verwalten.

Welche Probleme auftreten, wenn in einem Unternehmen die beiden IT-Systeme ERP und PDM bereits installiert sind und in diesen Unternehmensbereichen diesbezüglich mehr oder weniger KnowHow vorliegt, ist in einer wissenschaftlichen Arbeit mit dem Titel *„Konzeption eines Vorgehensmodells für die Durchführung von prozessorientierten PLM-Projekten in mittelständischen Unternehmen“* [8] sehr gut aufbereitet. Dort wird weiter ausgeführt, dass

die Nutzung einzelner Funktionen innerhalb dieser beiden Systeme gegenseitig verlagert werden kann und somit können systemspezifisch einzelne Produktdaten ihre Berücksichtigung finden. Dies führt allerdings zunächst zu voneinander unabhängigen Datenbeständen (vgl. Abbildung 2-6), wenn anschließend die Produktdaten nicht in einem übergeordneten zentralen Datenpool harmonisiert werden.

Ein über alle Systeme konsistenter Datenbestand ist aber eine unabdingbare Voraussetzung, damit in einem Unternehmen alle notwendigen Anpassungen an einem Produkt möglichst schnell ausgeführt und alle bereits durchgeführten Änderungen transparent nachvollziehbar gestaltet werden können. Diese Aufgabe gestaltet sich noch weitaus schwieriger, wenn die Forderungen innerhalb des Konzerns mit einem ähnlichen Produktspektrum über Unternehmensgrenzen hinweg realisiert werden sollen. In diesem Zusammenhang stellt sich nun die Frage: *„Ist für eine derartige Aufgabe der Einsatz beider Systeme notwendig und wenn ja, welches System kann die Führungsaufgabe übernehmen?“* Da die ERP-Systeme sehr viel früher auf dem Markt verfügbar waren, kann davon ausgegangen werden, dass in den einzelnen Unternehmen eines Konzerns überall ERP-Systeme, aber nicht unbedingt PDM-Systeme installiert sind. Dies bedeutet, dass der in den Unternehmen aufgebaute Datenbestand in den ERP-Systemen vorhanden ist. Die unternehmensweiten Einsatzmöglichkeiten der ERP-Systeme haben aber zur Folge, dass bei der Entwicklung dieser Systeme nicht darauf geachtet wurde, dass unterschiedliche ERP-Systeme ihre Daten gegeneinander abgleichen können. Erschwerend kommt noch hinzu, dass jedes einzelne anwendende Unternehmen jeweils seine eigenen Organisationsstrukturen im von ihm genutzten ERP-System hinterlegt hat.

Werden nun zwei oder mehrere Unternehmen durch Zukauf oder Verschmelzung in einem Konzern zusammengeführt, so besteht die Hauptaufgabe des Managements darin, die Strukturen zu vereinheitlichen, die Produkte zusammenzufassen und die Interkommunikation zwischen den Unternehmen voranzutreiben. Nur auf diese Weise kann der durch den Zukauf erworbene höhere Marktanteil auch in einer Optimierung der Prozesse und damit in einer Kostensenkung seinen Niederschlag finden. Für diese Aufgabe stehen sich aber die ERP-Systeme der einzelnen Unternehmen eher blockierend gegenüber, da zur Lenkung des Unternehmens alle Daten in den Systemen mehrfach parallel erfasst und manuell miteinander abgeglichen werden müssen. Die von Konzernen geforderte Lösung, die ERP-Systeme aller Unternehmen (Standorte) in ein gemeinsames ERP-System zusammenzuführen, gestaltet sich in der Praxis als sehr langwierig und ist darüber hinaus auch noch mit enormen Kosten verbunden.

Des Weiteren ist bei der Betrachtung der technischen Seite und hier insbesondere des Unternehmensbereiches Konstruktion in der Regel keine oder nur eine unvollständige Kopplung zu dem jeweiligen ERP-System vorhanden (vgl. Abbildung 2-6). Dies bedeutet, die ERP relevanten Daten (Artikelnummer, Benennung, etc.) müssen standortübergreifend in mehreren ERP-Systemen verwaltet und in den Schrifefeldern der Zeichnungen, den Stücklisten und der technischen Dokumentation gepflegt werden. Diese Aufgabe ist manuell nicht zu lösen und führt innerhalb der Konzern-Unternehmen dazu, dass technische Dokumente, die das gleiche Teil beschreiben, in mehreren ERP-Systemen unter verschiedenen Artikelnummern geführt werden und damit redundant vorliegen.

Für das in der vorliegenden Arbeit eingesetzte PDM-System stellt die Lösung dieser Aufgabe kein Problem dar, da PDM-Systeme in der Regel einen großen Teil der benötigten Funktionalität für einen Datenabgleich bereits beinhalten. Die Entwicklung der PDM-Systeme wird zudem überwiegend durch die Entwicklung der 3D-CAD-Systeme initiiert, so dass konsequenterweise auch Schnittstellen zu den unterschiedlichen CAD-Systemen existieren. Damit erfüllt das PDM-System zwei der wichtigsten Anforderungen zur Lösung der beschriebenen Aufgabe. Die fehlenden Funktionen müssen durch eine softwaretechnische Anpassung des PDM-Systems derart erweitert werden, dass die jeweils vorhandenen Daten aus dem jeweiligen ERP-System gelesen und einem konsistenten Datenbestand hinzugefügt werden können, welcher in einer PDM-Datenbank gespeichert und somit allen Anwendern über Unternehmensgrenzen hinweg zur Verfügung gestellt werden kann.

## **2.4 Fazit**

Für ein standortübergreifendes Engineering, welches jederzeit auf aktuelle Produktdaten zurückgreifen kann, ist konzernweit ein PDM-System zu installieren, welches unter Einbeziehung aller vorhandenen und auch zukünftigen IT-Systeme die dort jeweils anfallenden Daten und Dateien auslesen und harmonisieren kann und diese auch für den zukünftigen Gebrauch speichert und verwaltet, damit diese von den Anwendern aus allen Konzern-Unternehmen zur projektspezifischen Arbeit verwendet werden können. Das dafür notwendige Konzept ist so zu gestalten, dass jede Änderung der Produktdaten für alle Nutzer unmittelbar transparent ist und immer aktuell zur Verfügung steht.

Um den Aufwand möglichst gering zu halten, ist ein PDM-System auszuwählen, welches den höchsten Überdeckungsgrad der hier geforderten Gesamtfunktionalität aufweist. Wenn dieser Datenabgleich gelingt, ist ein Ersatz der jeweils vorhandenen ERP-Systeme nicht

erforderlich. Inwieweit andere IT-Systeme ersetzt werden müssen, damit die geforderte Aufgabe eines konzernweiten Engineering möglich ist, muss jeweils eine unternehmensindividuell durchgeführte Analyse aufzeigen. Bei einer konzernweiten Einführung eines solchen Konzeptes müssen für einen Erfolg unbedingt die unternehmensspezifischen Anforderungen zu Gunsten der konzernweiten Anforderungen in den Hintergrund treten.

Zur Formulierung der umfangreichen Anforderungen an das zu entwickelnde Konzept ist unbedingt jeweils vorab in den einzelnen Unternehmen des Konzerns eine Analyse durchzuführen, deren Ergebnisse konzernweit aufeinander abzustimmen sind. Aus der Vielzahl der möglichen Fragen ist nachfolgend eine kleine Auswahl wiedergegeben:

#### Aktualität der von der Konstruktion erstellten Fertigungsunterlagen

- ? Wie häufig und wie lange wird nach der richtigen fertigungsrelevanten Zeichnung gesucht?
- ? Wie viel Zeit wird für die Suche und Bereitstellung der Zeichnungen für andere Abteilungen verwendet?
- ? Wie viel Zeit wird für die konsequente Durchführung des Änderungsdienstes verwendet und wird jede Änderung sowohl am Einzelteil als auch in allen betroffenen Baugruppen durchgeführt?
- ? Verfügen die Bauteile in den Baugruppen- und den Einzelteilzeichnungen über den gleichen geometrischen Inhalt?
- ? Können und werden Abweichungen nachgepflegt?
- ? Ist sichergestellt, dass auch die Produktion nur aktualisierte Zeichnungen verwendet.
- ? Wie häufig werden fehlerhafte Konstruktionen erst in der Fertigung erkannt und werden diese dann nachgebessert?

#### Notwendigkeiten die bei einer 3D-Konstruktion entfallen

- ? Wird das Unternehmen durch den Kunden gezwungen 3D-Modelle bereitzustellen?
- ? Wie viel Zeit wird für die Kontrolle der Einbaubarkeit wirklich aufgewendet?
- ? Wie viel Zeit wird für die Darstellung von Schnittansichten verwendet?
- ? Wie viel Zeit wird für die Dokumentation verwendet (Explosionszeichnungen oder Prosa-Beschreibung)?
- ? Sind junge Ingenieure und Techniker gewillt und in der Lage in 2D zu abstrahieren?

### Datenkonsistenz und Datenschutz

- ? Werden die Daten im Zeichnungs-Schriftkopf und im ERP-System parallel angelegt?
- ? Sind diese Daten auch wirklich identisch?
- ? Werden diese Daten bei einer Änderung auch tatsächlich aktualisiert?
- ? Werden in CAD vorhandene Strukturinformationen nochmals als Stückliste erfasst?
- ? Ist eine Zugriffssteuerung / -schutz auf den Zeichnungen wirklich vorhanden?

### **3 Anforderungen an ein standortübergreifendes Engineering**

Die sich ständig verändernden Anforderungen des Marktes veranlassen die Unternehmen und hier insbesondere die Konzerne über Rationalisierungspotentiale nachzudenken. Vor allem die standort- und firmenübergreifende Entwicklung einzelner Produkte erfolgt häufig unter nicht optimalen Bedingungen, mit dem Nachteil, dass sowohl offen erkennbare, als auch versteckte Kosten das Betriebsergebnis erheblich schmälern. Diese Herausforderungen lassen sich nicht allein mit einer erhöhten Kommunikation (Telefonate, Fax, E-Mail) in den Griff bekommen, sondern der bisherige Fokus auf Erhöhung der individuellen Produktivität muss durch eine verbesserte übergreifende Teamarbeit erweitert werden. Des Weiteren müssen die Auswirkungen der wachstumsbedingten Firmenübernahmen oder Firmenzusammenschlüsse sowie die damit verbundene weltweite Präsenz der Unternehmen in einen Gleichklang mit der Fokussierung auf wichtige Kernkompetenzen und lokale Produktanpassungen gebracht werden.

Das oberste Ziel muss sein, einzelne Teammitglieder aus den verschiedenen Standorten so reibungslos wie möglich zu einem gemeinsamen Entwicklungsteam zu verschmelzen. Dies gestaltet sich in der Realität sehr schwierig, da ein effizienter Zugriff auf die technischen Daten der jeweiligen Standorte einen sehr hohen organisatorischen Aufwand erfordert, der ohne den Einsatz eines Verwaltungssystems nicht zu erreichen ist. Aber gerade das Thema der redundanten Datenvorhaltung, dass zwangsläufig bei verteilten Standorten gegeben ist, muss bezüglich der Datenaktualität mit einer Sicherheit von 100% garantiert werden. Denn nur wenn sich jeweils die Konstruktionsteams auf gesicherte Daten verlassen können, sind Erweiterungen und Neukonstruktionen einzelner Produkte effizient durchführbar.

#### **3.1 Vorbemerkungen**

Die übliche Vorgehensweise bei der Entwicklung eines Konzeptes wird in der Regel durch eine breit angelegte Analyse des Ist-Zustandes eingeleitet. Die anschließende Auswertung dieser Analyse führt dann zu der Formulierung von Anforderungen, welche die Grundlage für die Entwicklung eines Konzeptes bilden. Bei der hier gestellten Aufgabe ist diese Form einer Konzept-Bearbeitung nicht möglich. Dies liegt zum einen daran, dass die Analyse standortübergreifend durchgeführt werden muss, und zum anderen haben die Beteiligten, die mit der Durchführung der Analyse beauftragt sind, sicherlich noch nicht das erforderliche KnowHow bezüglich der Möglichkeiten einer zukünftigen PLM-Lösung, so dass sie die

vorhandenen Defizite als solche selbst nicht richtig erkennen. Deshalb werden in dieser Arbeit die Anforderungen in Bearbeitungs-Schwerpunkten zusammengefasst, die unter anderem die Produktvielfalt, die Produktdaten, die IT-Systeme und die Konstruktions-tätigkeiten betreffen.

Damit die zu formulierenden Anforderungen auch wirklich alle momentan vorhandenen Defizite berücksichtigen, wird vor der Definition der Anforderungen immer eine sehr intensive Analyse des jeweiligen Ist-Zustandes durchgeführt. Damit die Analyse gleichzeitig auch eine Grundlage für die später zu formulierenden Anforderungen darstellt, ist es sinnvoll, den an der Analyse beteiligten Mitarbeitern zunächst einen Überblick über die Funktionalität eines für sie unbekanntes PDM-Systems zu vermitteln. Dies kann z.B. mit so genannten Workshops erreicht werden, in denen die generelle Arbeitsweise mit diesem neuen System den Teilnehmern nahe gebracht wird. Erst danach sollte die Aufnahme des Ist-Zustandes durchgeführt werden, da jetzt nicht nur die bisherige Arbeitsweise mit den vorhandenen IT-Systemen beschrieben, sondern diese auch gleichzeitig auf die zukünftige Arbeitsweise übertragen werden kann.

Um eine konzernweit übergreifende Synergie zu erzielen, müssen die einzelnen Abteilungen in den Standorten, die alle autark arbeiten, ein gemeinschaftliches Ziel verfolgen. Dazu werden in den einzelnen Abteilungen der Standorte jeweils Teams gebildet, deren Mitglieder über das notwendige KnowHow verfügen müssen, um in sehr intensiven Diskussionsrunden einerseits die vorhandenen Probleme zu erörtern und um andererseits aus der firmenspezifischen Kenntnis heraus einzelne Kriterien zu formulieren, die in dem anschließend zu konzipierenden Konzept ihren Niederschlag finden. Im Einzelnen sollten die Teammitglieder über die folgenden Erfahrungen und Kenntnisse verfügen und Eigeninteressen zum Wohl der Gesamtlösung zurückstellen:

- ? KnowHow in der Produktentwicklung
- ? Spezifische Kenntnisse der internen Abläufe
- ? Veränderungsbereitschaft der Prozesse
- ? Verflechtung der IT mit den Geschäftsprozessen
- ? Kompromissbereitschaft der Teammitglieder
- ? Identifikation mit dem Gesamtunternehmen
- ? Abgabe fachlicher Kompetenzen
- ? Generalistentum mit Businessorientierung
- ? Optimierung von Synergien
- ? Kostenoptimierung

Die für die Analyse notwendige Vorgehensweise darf nicht einheitlich für alle Bereiche identisch vorgegeben werden, sondern die Vorgaben müssen die standortspezifischen Gegebenheiten berücksichtigen. Jedes einzelne Team muss einen Teamleiter definieren, der in der Folge in den standortübergreifenden Sitzungen zu dem jeweiligen Thema die Ergebnisse seines Teams vertreten kann. Dieser Sprecher muss über ein sehr tiefes KnowHow in der Produktentwicklung verfügen und die Forderungen der angrenzenden Abteilungen seines Standortes müssen ihm bekannt sein. Darüber hinaus muss ein Teamleiter auch die notwendige Übersicht bezüglich der konzernweiten Anforderungen an das neue Konzept haben und auch die erforderliche Entscheidungsbefugnis besitzen, um die standortspezifischen Anforderungen zu vertreten, welche eventuell notwendige Änderungen zur Folge haben könnten. In den standortübergreifenden Sitzungen werden dann die Entscheidungen getroffen, die als Richtlinie an die einzelnen Team-Arbeitsgruppen zurückgegeben werden. Diese Richtlinien beschreiben die zukünftige Arbeitsweise und dienen gleichzeitig als Pflichtenheft (Detailanalyse) für die einzelnen Aufgabenbereiche.

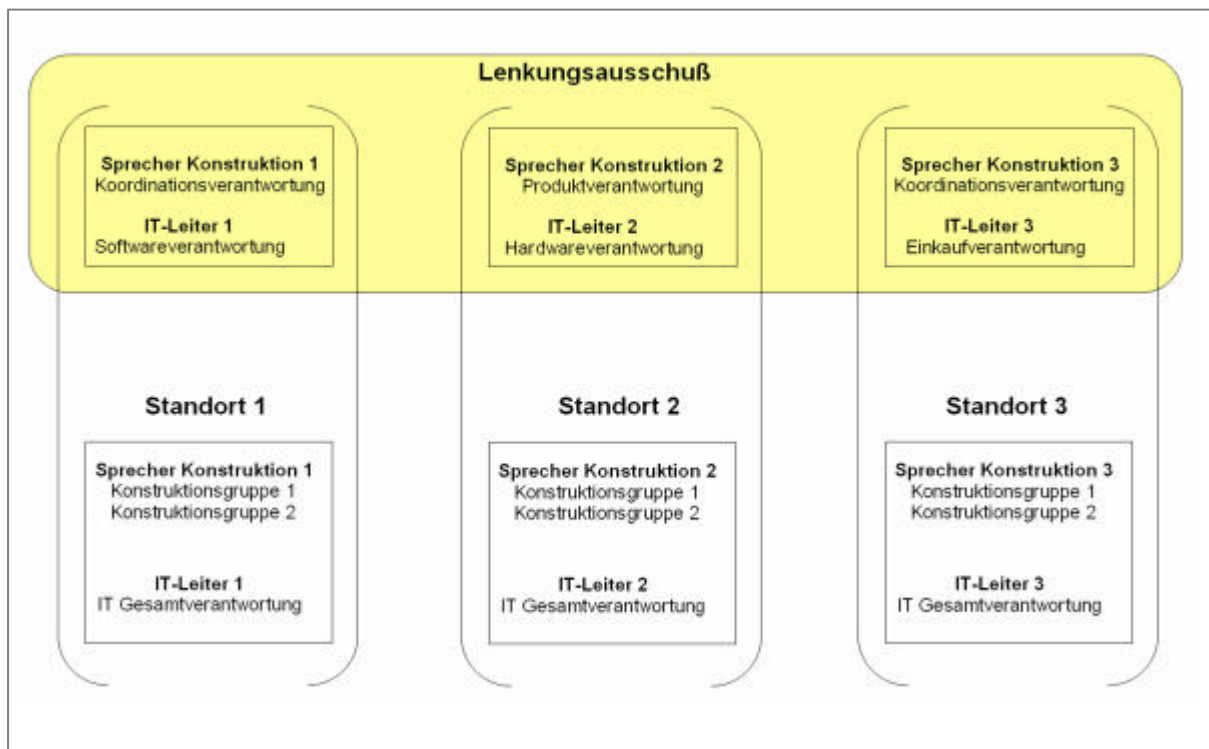


Abbildung 3-1: Zusammenstellung des Lenkungsausschusses

Alle Aktionen der standortübergreifenden Sitzungen müssen durch einen Lenkungsausschuss (vgl. **Abbildung 3-1**) kontrolliert werden, der autorisiert sein muss, die notwendigen Entscheidungen zu treffen und die daraus folgenden Änderungen zu veranlassen. Für den Projekterfolg ist es sicherlich ratsam, auch einzelne Mitarbeiter aus



dem operativen Geschäft als Mitglieder in den Lenkungsausschuss mit einzubeziehen. Alle Aktivitäten werden in einem Protokoll erfasst und mit einem Terminplan hinterlegt, um die Fortschritte für alle transparent nachvollziehbar zu gestalten.

Prinzipiell ist die Wahl der Branche für ein konzernweites Engineering-Konzept nicht so wichtig, vielmehr muss die Wahl auf einen Konzern treffen, der eine möglichst inhomogene Struktur aufweist, die in der Konsequenz zu erheblichen Defiziten führt. Ebenso ist es von Vorteil für das Konzept, wenn der Konzern international tätig ist, da dadurch auch die Probleme unterschiedlicher Länderorganisationen einzubeziehen sind. Je mehr Defizite ein neu angelegtes Konzept in seiner Lösung berücksichtigen muss, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass die konzipierte Lösung so allgemeingültig ist, dass diese ohne große Anpassungen auf andere Konzerne, auch aus anderen Branchen, übertragbar ist.

Bei der weiteren Vorgehensweise werden insbesondere die einzelnen Konstruktionsabteilungen einer intensiven Betrachtung unterzogen, da diese die Grundlage für eine mögliche zukünftige standortübergreifende Zusammenarbeit bilden. Die Anforderungen für das Konzept werden in die folgenden Bereiche zusammengefasst:

- ? Straffung der Produktstruktur,
- ? Standortübergreifende Harmonisierung aller technischen Daten,
- ? Optimierte Konstruktionstätigkeiten für ein standortübergreifendes Engineering,
- ? Andere Abteilungen und Bereiche und
- ? Vereinheitlichung der IT-Systeme.

### **3.2 Anforderungen an die Produkte und die Produktdaten**

Der Beispiel-Konzern in der vorliegenden Arbeit ist Marktführer in der Herstellung von Maschinen für die Zubereitung und Verpackung von Lebensmitteln (Fleisch, Geflügel, Fisch, Meeresfrüchte und Käse). Aus Datenschutzgründen werden die analysierten Daten in einer abgewandelten Form wiedergegeben, die aber qualitativ den vorgefundenen Gegebenheiten in jeder Hinsicht entspricht. Die Aufgabe des Re-Engineering bei diesem Konzern erstreckt sich über 4 Länder mit insgesamt 6 Standorten.

Ein Produkt wird nicht nur einmalig entwickelt und produziert. Vielmehr unterliegt das Produkt im Lauf seines Lebenszyklus einer Vielzahl von Änderungen. Der Markt fordert von

den Unternehmen, dass diese über die Fähigkeit verfügen, auf die Änderungswünsche möglichst schnell zu reagieren und die Produkte entsprechend anzupassen. Da aber ein Produkt kein festes Gebilde ist, sondern aus einer Vielzahl von Baugruppen, Unterbaugruppen und Komponenten besteht, sind mit jedem Änderungswunsch nicht nur die Aufnahme von bestimmten auszuführenden Tätigkeiten hinsichtlich der Konstruktion und Fertigung notwendig, sondern es wird auch ein erheblicher Verwaltungsaufwand für die produktbeschreibenden Informationen in den vielen Dateien und Dokumenten ausgelöst.

Die **Abbildung 3-2** zeigt beispielhaft eine hierarchische Produktstruktur. Nur wenn die einzelnen Dokumente auf die entsprechenden Strukturelemente referenziert sind, wie in der Abbildung 3-2 dargestellt (vgl. Änderungsmittteilung referenziert auf Komponente), ist eine Nachverfolgung der Änderungen an einzelnen Komponenten möglich.

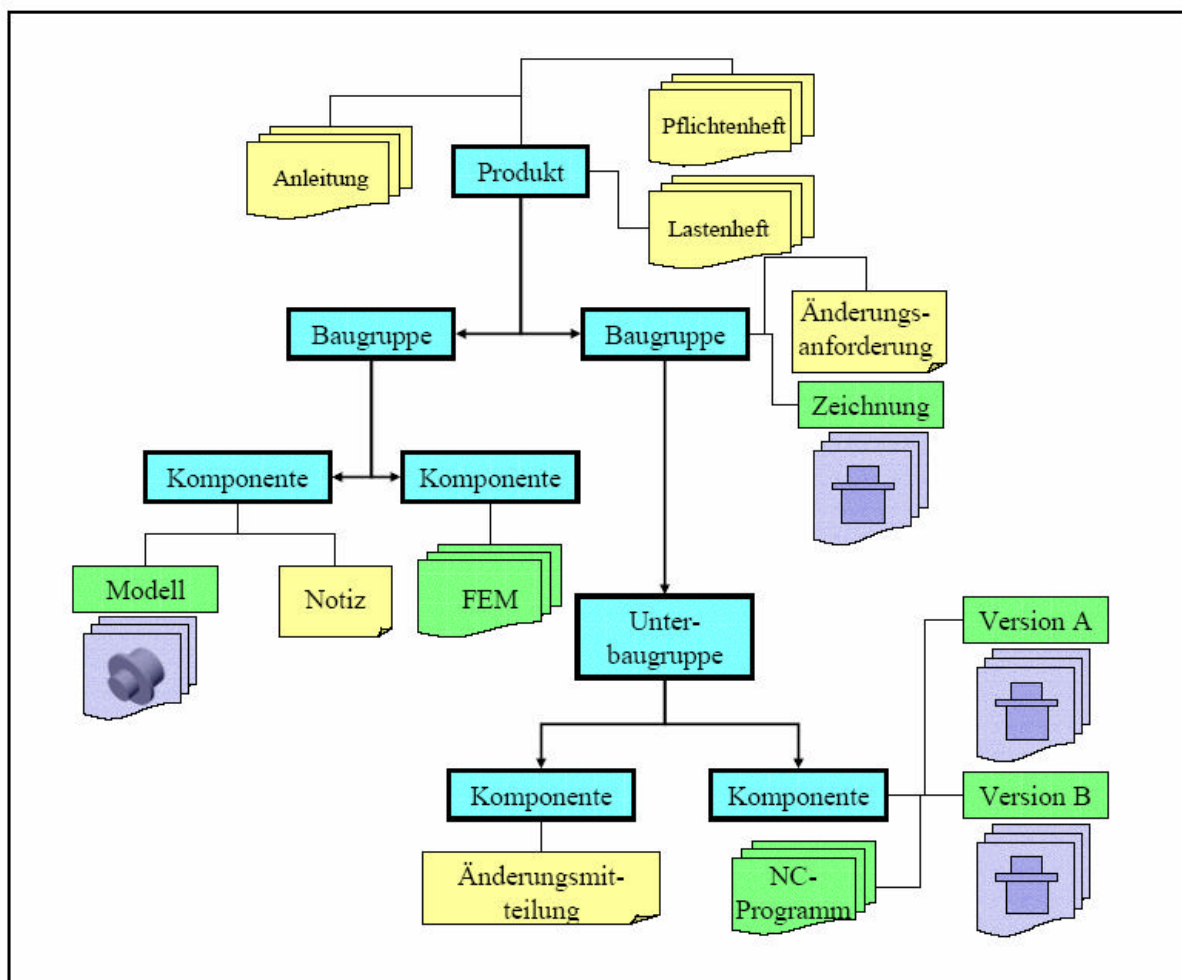


Abbildung 3-2: Beispiel für eine Produktstruktur [1]

Wenn keine Zuordnung vorhanden ist, verlangt dies einen enorm hohen manuellen Aufwand, welcher insbesondere unternehmensübergreifend nicht bewältigt werden kann. Dies nimmt in einem Konzern an Komplexität noch zu, wenn dort aus den Produktstrukturen der Einzel-

Unternehmen einzelne Komponenten wechselseitig verbaut werden. Dies gilt es nachfolgend zu analysieren und falls notwendig, sind die Kriterien für eine Verbesserung zu formulieren.

### 3.2.1 Reduzierung der Produktvielfalt

Der Konzern verfügt in allen betrachteten Standorten jeweils über eine Konstruktionsabteilung und mit einer Ausnahme auch über die erforderlichen Produktionsstätten (vgl. **Abbildung 3-3**). Da im späteren Verlauf die Konstruktionsabteilungen im Fokus stehen, ist hier nur die Anzahl der dort tätigen Mitarbeiter wiedergegeben. Wie die Darstellung zeigt, ist das Produktspektrum im Hinblick auf ein standortübergreifendes Engineering als sehr heterogen zu bezeichnen. Das Spektrum reicht von keiner, über eine teilweise, bis hin zu einer völligen Überschneidung. Eine Überschneidung der jeweils hergestellten Produkte an verschiedenen Standorten bedeutet für einen Konzern zwangsläufig, dass die parallele Pflege und Bereitstellung der Produkte erhöhte Kosten nach sich ziehen. Dies sind im einzelnen Kosten für die

- ? Lagerhaltung,
- ? Verwaltung und Beschaffung,
- ? Instandhaltung und Entwicklung.

Land	Standort	Produktspektrum	Konstr.	Prod.
A	1	Verpackungsmaschinen für Pizza, Mikrowellenverpackung	66 CAD	15 Office
A	2	Maschinen Zuckerverarbeitung, Dauerlutscher, etc.	30 CAD	20 Office
B	3	Maschinen zur Herstellung von Wurst, Mett, etc. Schneidemaschinen Käse, Wurst incl. einer Verpackungsstrasse	68 CAD	15 Office
B	4	Schneidemaschinen Käse, Wurst incl. einer Verpackungsstrasse	60 CAD	10 Office
C	5	Maschinen zur Herstellung von Wurst, Mett, etc.	26 CAD	4 Office
D	6	Schneidemaschinen Käse, Wurst incl. einer Verpackungsstrasse	6 CAD	Nein

Abbildung 3-3: Produktspektrum des Konzerns

Darüber hinaus führt eine Parallelentwicklung automatisch dazu, dass sich eigentlich gleiche Produkte des Konzerns im Laufe der Zeit unterschiedlich entwickeln, während auf der anderen Seite Produkte von verschiedenen Standorten aufgrund unterschiedlicher Anbaumasse nicht ohne Änderungskonstruktion zu einer Anlage zusammenstellen lassen. Dieser Prozess schwächt in erheblichem Maße die Ressourcen, da dadurch sowohl die Konstruktion als auch die Produktion der Standorte immer schwerer übergreifend eingesetzt werden können.

Demgegenüber ermöglicht ein großes Produktspektrum in einem Konzern die Zusammenstellung von Anlagenkomponenten zu kundenspezifischen Produktionsstrassen, da hier auf eine Vielzahl von bestehenden Komponenten zurückgegriffen werden kann. Mit dem Zusammenführen von Produkten aus verschiedenen Standorten zu einer Produktionslinie ist aber nicht automatisch eine reibungslose technische Abwicklung vorgegeben. Vielmehr treten bei einer derartigen Vorgehensweise sowohl aus kaufmännischer als auch aus technischer Sicht einige Problem auf. Betriebswirtschaftlich gesehen, werden die unterschiedlichen Artikelgruppen zur einheitlichen Disposition und Rechnungsabwicklung an den verschiedenen Standorten jeweils mehrfach erfasst, die dann aber im Sinne einer gemeinsamen Produktlinie anschließend in dem standortspezifischen ERP-System ebenfalls zur Verfügung gestellt werden müssen.

In diesem Zusammenhang ist es erforderlich, dass die technischen Abteilungen eines jeden Standortes bei der Verwendung von externen Komponenten sicherstellen, dass diese sich auch tatsächlich in die eigene Produktionsstrasse einfügen lassen. Insbesondere sind eventuell notwendige Anpassungskonstruktionen projektspezifisch zu behandeln und können daher nur mit hohem Aufwand in das Standardprodukt integriert werden. Erschwerend gestaltet sich die Pflege der Daten, wenn das Standardprodukt an einem anderen oder an mehreren Standorten datentechnisch gepflegt wird. Hierzu ist ein Datenaustausch bzw. ein Datenabgleich der technischen Daten aller benutzten Komponenten standortübergreifend unumgänglich.

Zur Optimierung und zur Standardisierung der Produktvielfalt ist es notwendig, die einzelnen sich überschneidenden Produkte zu analysieren und gegebenenfalls auf ein Standardprodukt umzustellen. Hierbei ist eine Bewertung von gleichen Produkten bzw. kompletten Maschinen bzw. Einheiten in unterschiedlichen Ausprägungen relativ einfach, wenn diese gleiche Einsatzgebiete und Leistungsdaten aufweisen. Analysiert man auch kleinere Funktionseinheiten wie Maschinenteile, Unterbaugruppen, Zukaufteile und Fertigungsteile, dann wird diese Aufgabe allerdings sehr umfangreich. Hier muss zunächst bewertet werden,

ob sich hinter den unterschiedlichen Artikelnummern auch gleiche Teile verbergen. Darüber hinaus muss bei den Zukaufteilen bewertet werden, ob ähnliche Zukaufteile kompatibel in den verschiedenen Maschinen eingesetzt werden können [16]. Die einzelnen Bewertungen müssen die folgenden Gesichtspunkte einbeziehen:

- ? Kompatibilität
- ? Preis
- ? länderabhängige Verfügbarkeit
- ? Produktionsstandort(e)
- ? Wartung
- ? Ersatzteilwesen
- ? Fakturierung/Artikel

Zur Straffung des Produktspektrums und insbesondere der Zukaufteile muss darauf geachtet werden, dass die gleichen Artikel mit unterschiedlicher standortspezifischer Artikelnummer zusammengefasst werden. Dies ist insofern schwierig, da die unterschiedlich eingesetzten ERP-Systeme nicht in der Lage sind, entsprechende Fremdartikelnummern zu verwalten. Dies führt dazu, dass diese Informationen in einer separaten Liste geführt und gesammelt werden müssten. Diese Maßnahme wäre so zu gestalten, dass die Abteilungen aller Standorte gleichermaßen auf diese Liste zugreifen und diese auch erweitern können.

Für eine Straffung des Produktspektrums muss die Technik in die Lage versetzt werden, dass diese sowohl bei einer Kunden-Anfrage als auch vor einer Neukonstruktion jeweils auf den gesamten Datenbestand zugreifen kann. Nur so ist sichergestellt, dass sich auch einzelne Komponenten aus anderen Standorten verwenden lassen, damit so eine neue oder modifizierte Entwicklung einer Komponente verhindert wird. Die Unterstützung dieser Vorgehensweise ist schon allein deshalb von großer Wichtigkeit, um aus der vorhandenen Produktpalette die jeweils mehrfach verwendeten Komponenten zu erkennen und gegebenenfalls daraus Standards zu entwickeln.

Eine weitere Anforderung zur Straffung des Produktspektrums, gerade im Bereich der projektspezifischen Konstruktion besteht darin, möglichst aus den bestehenden Modellen eine neue Konstruktion abzuleiten, unabhängig davon, ob es sich um Standardkomponenten oder projektspezifische Komponenten handelt. Hierbei dürfen zukünftig die Daten eines Produktes im Vorfeld nicht mehr nur kopiert und damit ein „*neues Teil*“ erzeugt werden, sondern ein Teil wird erst dann zu einem eigenständigen Artikel definiert, wenn durch den Konstruktionsprozess tatsächlich Änderungen vorgenommen wurden, die nicht in das aktuell

bearbeitete Teil kompatibel eingepflegt werden können. Hierbei ist insbesondere zu beachten, dass jedes nicht notwendige „neue Teil“ erhebliche Kosten nach sich zieht.

### 3.2.2 Harmonisierung der Produktdaten

Für ein standortübergreifendes Engineering ist eine Harmonisierung der Produktdaten unumgänglich. Dies bedeutet nicht automatisch, dass nun alle Standorte auf ihre eigenen Produktdaten zu Gunsten vereinheitlichter Produktdaten verzichten sollen. Vielmehr sind die Produktdaten dahingehend zu untersuchen, inwieweit ein Datenabgleich zwischen den Standorten schon jetzt möglich ist, oder welche Änderungen bzw. Erweiterungen vorgenommen werden müssen, damit ein Abgleich zukünftig erfolgen kann. In jedem Fall ist hier eine Analyse der Artikel (Produkt-Komponenten) bezüglich der Nummernsysteme und der Klassifizierung der einzelnen Standorte vorzunehmen und daraus sind dann die Schlussfolgerungen für eine teilweise Vereinheitlichung dieser Kategorien herzuleiten.

Die Analyse hat gezeigt, dass durch die sukzessive Erweiterung des Konzerns durch das Hinzufügen von Unternehmen mit einem ähnlichen Produktspektrum insbesondere bei der Vergabe der Artikelnummern nicht die gebotene Sorgfalt aufgewendet worden ist. So existieren an den unterschiedlichen Standorten zu demselben Produkt teilweise mehrere Artikel, da bei der Übertragung von Teilen und Baugruppen diese unter einer neuen Artikelnummer angelegt wurden, obwohl in dem dort vorhandenen Verwaltungssystem diese Teile bereits durch eine Artikelnummer beschrieben waren. Die bestehenden Artikel wurden damit parallel zu dieser neuen Artikelnummer verwaltet.

Die Klassifizierung ist in der Vergangenheit an den verschiedenen Standorten mehr oder minder gepflegt und damit auch zur Suche von einzelnen Artikeln nicht konsequent eingesetzt worden. Die eingeschränkte Handhabung bezüglich der Artikelsuche durch die Mitarbeiter war allein darin begründet, dass den Mitarbeitern durchaus bekannt war, dass die Klassifizierung nicht den notwendigen Stellenwert besaß. Zur Formulierung der Anforderung muss der Standort mit der am weitesten reichenden Klassifizierung in dem betroffenen ERP-System (vgl. SAP, Standort 4, in **Abbildung 3-5**) als Vorlage für eine firmenweite Klassifizierung zu Grunde gelegt werden.

Zur Vereinheitlichung der Suchbegriffe und des Sprachgebrauchs muss unbedingt eine konzernübergreifende Klassifizierung definiert werden. Hierdurch werden die einzelnen Standorte angehalten, ihre Artikel nach einem vorgegebenen Klassifizierungsschlüssel zu

bewerten. Über diesen Schlüssel werden ähnliche oder gleiche Artikel zusammengefasst. In einem weiteren Schritt können diese ähnlichen Artikel beurteilt und bei einer 100%igen Austauschbarkeit zu einem Artikel zusammengefasst werden. Dadurch wird die Anzahl der Artikel über alle Standorte reduziert und darüber hinaus erhöht sich die Wiederverwendung eines einzelnen Artikels mit folgendem Nutzen:

- ? Optimierung des Einkaufs
- ? Optimierung der Fertigung durch größere Losgrößen
- ? Optimierung der Lagerhaltung
- ? Optimierung des Services, da Ersatzteile von unterschiedlichen Standorten geliefert werden können

Zur Realisierung dieser Anforderungen muss ein konzernweiter Klassifizierungsbaum erarbeitet werden, in dem die standardisierten Artikel nach einem vorgegebenen Muster klassifiziert werden können und in dem auch die Ausprägungen der einzelnen Sachmerkmale nach DIN 4001 [17] konzernweit festgelegt werden. Bei der Umsetzung in das Detailkonzept der Klassifizierung muss allerdings beachtet werden, dass auch Artikel existieren, die nur eine standortspezifische Verwendung finden. Dies bedeutet, dass neben der konzernweiten Definition der Ausprägungen auch weiterhin die Anforderung besteht, spezielle Ausprägungen / Sachmerkmale listen standortspezifisch zu definieren, damit diese an dem jeweiligen Standort ebenfalls zur Suche verwendet werden können. Diese Vorgaben stellen sowohl an die Organisation als auch an das Datenmodell eine erhöhte Anforderung.

Eine weitere wichtige Anforderung an das Konzept ergibt sich aus der Tatsache, dass die technische Dokumentation in dem Zustand festzuschreiben ist, der jeweils als Grundlage für die Produktion und die anschließende Auslieferung dient. Nur durch eindeutige Fertigungsunterlagen wird die Produktion in die Lage versetzt, zu jeder Maschine die aktuellen Zeichnungen und Ersatzteillisten abrufen zu können. Deshalb sollten diese Unterlagen selbst bei diversen Weiterentwicklungen immer den Zustand „as build“ genau dokumentieren. In diesem Zusammenhang hat auch die Konstruktion im Fall eines Serviceauftrages individuell zu entscheiden, ob der angefragte Artikel nach den „alten“ oder den „neueren“ Unterlagen gefertigt werden kann.

### 3.2.3 Regelmäßiger Datenabgleich zwischen den Standorten

Damit die standortspezifischen Entwicklungen einzelner Komponenten und Geräte für die anderen Standorte ebenfalls verfügbar sind, ist ein ständiger Datenabgleich zwischen den einzelnen Standorten zu realisieren. Wenn dies gelingt, verfügt der Konzern über ein enormes Rationalisierungspotential, da die einzelnen Komponenten durch den vermehrten Einsatz in unterschiedlichen Geräten und Anlagen in höheren Stückzahlen gefertigt werden können. Dies führt natürlich auch zu einer Kostenreduzierung und kann mit einer zusätzlichen Optimierung der Konstruktion verbunden werden.

Damit dieses Detailkonzept auch in der Praxis funktionsfähig ist, muss das PDM-System dafür sorgen, dass jeweils die fertigungsrelevanten Unterlagen, die diese Komponenten verbauen, immer an allen Standorten in der aktuell freigegebenen Version verfügbar sind. Darüber hinaus ist zu gewährleisten, dass alle möglichen Änderungen auch auf einem anderen Standort durchführbar sind und diese Änderungen ebenfalls in allen beteiligten Standorten abgeglichen werden. Dazu ist es notwendig, eine Zugriffssteuerung über die Datenherkunft (Erstellungsort) aufzusetzen, die jedoch flexibel auf einen anderen Standort übertragen werden kann. Des Weiteren ist sicherzustellen, dass in einem echten Offline-Betrieb eine Bearbeitung an demselben Modell nicht an verschiedenen Standorten gleichzeitig erfolgen kann.

Für ein konzernweites effizientes Arbeiten kann es notwendig sein, dass eine Produktion von Anlagen und Anlagenteilen zwecks einer besseren Auslastung der Fertigung zwischen den Standorten verschoben werden muss. In diesem Fall reicht die Lösung der Aufgabe für eine Datenverteilung allein nicht aus. Vielmehr muss es zusätzlich möglich sein, auch noch parallel zu der vorgenannten Maßnahme die Übertragung aller produktrelevanten Metadaten in das standortspezifische ERP-System durchzuführen. Hierbei sind alle Artikel, falls diese in dem ERP-System noch nicht existieren, neu anzulegen und die zugehörigen Konstruktionsstücklisten zu übertragen. Mit dem standortübergreifenden Einsatz des PDM-Systems kann auch langfristig eine Vereinheitlichung der Artikel vollzogen werden. Um zu unterscheiden, ob ein in dem PDM-System vorhandener Artikel bereits in dem standortspezifischen ERP-System angelegt ist, müssen die folgenden Prüfungen durchgeführt werden:

- a) Verfügt ein Artikel in dem PDM-System über eine standortspezifische ERP-Materialnummer? In diesem Fall ist für die Übertragung der Artikel und Stücklisten die neutrale globale Artikelnummer durch die standortspezifische ERP-Materialnummer zu ersetzen. Im anderen Fall erfolgt die Prüfung nach Punkt b).



- b) Existiert die standortübergreifende globale Artikelnummer bereits in dem standort-spezifischen ERP System? Wenn nein, wird diese angelegt und anschließend werden die Artikeldaten und die Stücklisten übertragen.

### 3.3 Anforderungen an die Konstruktionsabteilungen

Die in Kapitel 3.2.2 dargestellte Problematik bezüglich der nicht einheitlichen Produktstruktur beeinträchtigt auch erheblich die Arbeit der Konstruktionsabteilungen. Das Beispiel gemäß der **Abbildung 3-4** soll dies verdeutlichen. An den beiden Standorten 1 und 4 (vgl. Abbildung 3-5) wurde in der Vergangenheit jeweils eine Zeichnung mit unterschiedlichen CAD-Systemen für das gleiche Fertigungsteil erstellt. Die Verwaltung dieser Teile erfolgte am Standort 1 in dem ERP-System Baan IV unter der Artikel-Nummer JIG-000028 und am Standort 4 in dem ERP-System SAP unter der Material-Nummer MI-000291.

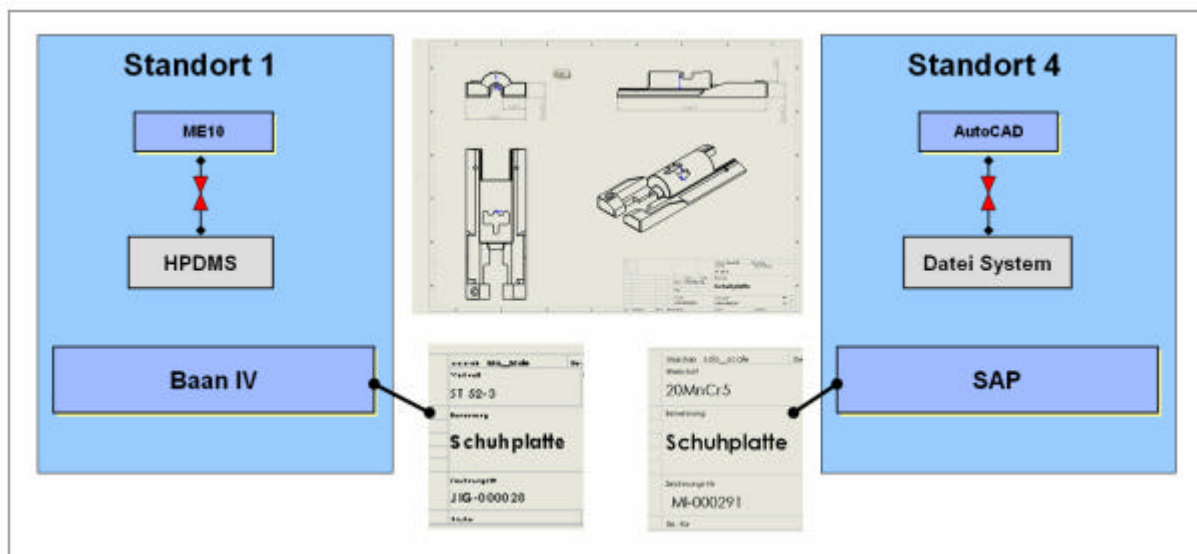


Abbildung 3-4: Standortübergreifende Konstruktion (Ist-Zustand)

Im Ergebnis bedeutet dies, dass die Standorte autark nebeneinander arbeiten und somit die gleiche Zeichnung zweimal konstruieren. Dies führt neben einer doppelten Konstruktions-tätigkeit in der Folge dazu, dass jede weitere Änderung an einer Zeichnung eines Standortes nicht automatisch in die Zeichnung des anderen Standortes einfließt. Da die beiden Teile unter zwei verschiedenen Artikelnummern gepflegt und verwaltet werden, würde auch eine Übertragung der Zeichnung von Standort 1 auf Standort 4 zu keiner einheitlichen Lösung führen. Da für das SAP-System die Artikel-Nummer unbekannt ist, würde hier ein neues Teil angelegt, obwohl dieses Teil bereits vorhanden ist.

Neben den Problemen mit den nicht eindeutigen Artikel-Nummern stellen auch Kapazitätsengpässe und Überkapazitäten häufig ein Problem dar. Diesem kann nur dann begegnet werden, wenn die zu verteilenden Arbeiten schnell, sicher und zielgerichtet an die unterschiedlichen Standorte verlagert werden können. Dies bedeutet, dass eine flexible Zusammenstellung von Konstruktions- und Produktionsgruppen zur optimierten Auslastung der vorhandenen Ressourcen standortübergreifend vorgenommen werden muss. Allerdings bedingt eine derartige Zusammenführung die Erstellung eines sehr genauen Detailkonzeptes, denn eine standortübergreifende Konstruktion muss jederzeit gewährleisten, dass die Konstrukteure aus verschiedenen Standorten gemeinsam an dem gleichen Projekt arbeiten können und dies immer mit den aktuellen Daten und Informationen.

Für die Bildung solcher flexibler Konstruktionsteams ist sicherzustellen, dass alle Mitarbeiter eines Projektes mit derselben Unternehmensdatenbank arbeiten, um Reibungsverluste und / oder Verzögerungen zu vermeiden. Sind Mitarbeiter aus unterschiedlichen Standorten zu einem solchen Konstruktionsteam zusammengefasst, muss darüber hinaus gewährleistet werden, dass alle beteiligten Mitarbeiter während der Projektdauer immer nur mit jeweils aktuellen Konstruktionsunterlagen arbeiten. Aufgrund der großen Datenmenge von 3D-CAD-Konstruktionen sind diese Modelle an den betroffenen Standorten parallel vorzuhalten und bei einer Änderung automatisch auf diesen beteiligten Standorten abzugleichen.

Bei der Ist-Analyse der Konstruktionstätigkeiten wurde seitens der Mitarbeiter erfahrungsbedingt die Bildung flexibler Konstruktionsteams sehr kritisch beurteilt, da in der Vergangenheit der Standort 6 häufig als Konstruktionsunterstützung für die Standorte 3 und 4 tätig war. Im Rahmen dieser Zusammenarbeit hatte ein unvollständiger Abgleich der Daten häufig dazu beigetragen, dass sich die Projektzeiten verlängerten und die Arbeiten teilweise mehrfach durchgeführt wurden, so dass damit die Mitarbeiter in ihrer Effizienz beeinträchtigt waren. Aus diesem Grunde liegt ein Schwerpunkt des Konzeptes darin, den Mitarbeitern immer den direkten Zugriff auf dieselbe Datenbasis zu gewährleisten. Damit müssen die zu bearbeitenden Dateien automatisch redundant auf den Standorten bereitgestellt werden. Außerdem ist zu gewährleisten, dass alle Änderungen an einzelnen Daten immer direkt angezeigt und bei Bedarf die Daten ebenfalls direkt synchronisiert werden. Wichtig ist für diese Überlegung, dass auch das Netzwerk (Internet) trotz der vorhandenen „schmalen“ Leitungsraten diese Aufgaben auch bewältigen kann. Um dieses Ziel zu erreichen, sind die folgenden Anforderungen unbedingt zu erfüllen:

- a) Alle Standorte greifen auf eine zentrale Datenbasis zu. Hierfür können die vorhandenen Netzwerke verwendet werden, über welche die standortübergreifende Kommunikation läuft.
- b) Über einen Serverprozess müssen alle technischen Daten (3D-Dateien, technische Dokumente, Zeichnungen, etc.) zeitversetzt abgeglichen werden. Da ein extrem hohes Datenvolumen zu bewegen ist, muss der Serverprozess nur die tatsächlich an den Standorten benötigten Daten abgleichen. Dies kann über eine projektspezifische Steuerung / Filterung der zu übertragenden Daten erfolgen.
- c) Für das Concurrent Engineering muss der einzelne Konstrukteur in der Lage sein, die Änderungsdaten, die sich auf seine aktuelle Bearbeitung beziehen, ebenfalls direkt online abzugleichen. Hierzu ist ein Detail-Konzept bereit zu stellen, das für den einzelnen Mitarbeiter vor jedem Ladevorgang prüft, ob die Daten an dem Standort aktuell sind oder wenn dies nicht der Fall ist, diese unmittelbar online vor dem Ladevorgang aktualisiert.

Ebenso wie die Synchronisation der eigenen Mitarbeiter müssen auch externe Kapazitäten in die jeweilige Produktentwicklung mit einbezogen werden. Allerdings sind diese Spezialisten nicht in den gesamten IT-Verbund eines Unternehmens integrierbar, da sie einerseits nur projektspezifische Aufgaben erfüllen sollen und andererseits ein Zugriff auf die Unternehmensdatenbank verhindert werden soll. So stellt sich hier die Aufgabe, diesen Einheiten zielgerichtet nur den für ihre externe Arbeit notwendigen Teil der Konstruktionsunterlagen zur Verfügung zu stellen. Da diesen externen Einheiten der Zugriff auf eine Unternehmensdatenbank nicht zur Verfügung steht, sind konzeptionell drei wesentliche Punkte zu erfüllen.

1. Alle von den externen Einheiten benötigten Daten / Dateien müssen temporär diesen Einheiten aus der Unternehmensdatenbank zur Verfügung gestellt werden. Dabei ist sicherzustellen, dass speziell für die Bearbeitung der 3D-CAD-Daten alle Modellabhängigkeiten unverändert erhalten bleiben, damit diese Modelle extern (außerhalb eines Unternehmens) geöffnet und bearbeitet werden können. Ebenfalls müssen die externen Einheiten in die Lage versetzt werden, in ihrer Umgebung Neukonstruktionen zu erstellen, zu deren Konzipierung diese auch mit den notwendigen datenbankspezifischen Metadaten vor Ort versorgt werden. Dies bedeutet, dass den externen Einheiten zusätzlich auch noch die Werkstoffkataloge, die Benennungskataloge und gegebenenfalls auch abgegrenzte Nummernkontingente zur Verfügung gestellt werden müssen.
2. Alle Dateien, die von der externen Einheit auftragsgemäß überarbeitet werden sollen, müssen in der Unternehmensdatenbank gekennzeichnet werden. Diese Kennung

zeigt den Mitarbeitern des betroffenen Standortes direkt, welche Dateien / Konstruktionen zurzeit extern überarbeitet werden. Dadurch wird sichergestellt, dass die Mitarbeiter während der externen Bearbeitungszeit nicht gleichzeitig an diesen Modellen Änderungen durchführen.

3. Nach dem Abschluss und der Rücksendung der externen Arbeiten müssen alle Änderungen automatisch in der Unternehmensdatenbank aktualisiert werden und zwar folgendermaßen:
  - a) Alle Änderungen an den Modellen und Metadaten sind direkt zu aktualisieren,
  - b) alle Neukonstruktionen sind ohne zusätzlichen Aufwand in der Unternehmensdatenbank anzulegen.
  - c) Wenn zusätzlich extern Daten verändert werden, für die eine externe Überarbeitung nicht vorgesehen war, d.h., es lag keine externe Reservierung vor, so sind diese Änderungen anzuzeigen, damit ein interner Mitarbeiter bestimmen kann, ob diese nicht geplanten Änderungen sinnvoll sind und ebenfalls übernommen werden sollen.

### **3.4 Anforderungen aus anderen Abteilungen / Bereichen**

Bei dem Thema Transparenz für die Serviceabteilungen zur Betreuung der Kunden tritt die Komplexität der Anforderungen an ein Konzept, welches über die Unternehmensgrenzen hinweg reichen soll, besonders deutlich zu Tage. Im Zuge einer Optimierung müssen die Leistungen der Serviceeinheiten der autarken Unternehmen anders organisiert werden, und zwar so, dass jeweils eine Serviceeinheit ein entsprechendes Gebiet (kurze Anfahrwege) für das gesamte Produktspektrum des Konzerns abdecken muss. Diese Kundenanfragen erfolgen in der Regel über eine Artikelnummer der zu ersetzenden Bauteile. Da einerseits die Artikelnummern standortspezifisch angelegt sind und andererseits die Serviceabteilung standortübergreifenden Service anbieten muss, entsteht zur Lokalisierung ein hoher interner Aufwand, bevor dem anfragenden Kunden ein entsprechendes Ersatzteil geliefert werden kann.

Unter dem Gesichtspunkt einer konzernweiten Standardisierung fällt es in solchen Fällen schwer, die Ersatzbeschaffung von einzelnen Komponenten von einem anderen Standort aus zu veranlassen, es sei denn, dem einzelnen Kunden wird jeweils eine längere Wartezeit zugemutet. Ein weiteres Problem stellt sich für die Angebots- und Rechnungsstellung, da diese nur von dem jeweiligen Standort vorgenommen werden kann, in dessen ERP-System alle relevanten Produktions-, Kunden- und Rechnungsdaten hinterlegt sind. Die Einführung

eine PDM-Systeme kann insbesondere den Serviceabteilungen helfen, von einem Kunden gewünschte Nachlieferungen oder die Ersatzteilbeschaffung auf der Basis einer aussagekräftigen Dokumentation zielgerichtet zu veranlassen.

Die Optimierungen des Einkaufs und des Lagers eines jeden Standortes müssen mit der Zusammenführung von Artikelnummern einhergehen. Nur wenn über Unternehmensgrenzen hinweg eine Zusammenführung datentechnisch und insbesondere organisatorisch sichergestellt werden kann, können Einsparungen beim Einkauf (Einkauf größerer Stückzahlen) und im Lager (Reduzierung von Lagerplätzen) systematisch und ergebnisorientiert durchgeführt werden.

Das Schlagwort Produkthaftung ist die wegweisende Aufgabe für den Einsatz eines konzernweiten Qualitätsmanagement zur Gewährleistung einer gleich bleibenden Produktqualität. Gerade bei dem Einsatz unterschiedlicher Konstruktions- und Produktionsteams muss gewährleistet werden, dass die Produktqualität auf Dauer gleich bleibend ist. Um diese Anforderung umsetzen zu können, müssen nicht nur die Konstrukteure eine gleich bleibende Qualität liefern, sondern alle begleitenden Papiere, Prüfberichte, Zertifikate, usw. müssen konzernweit verfügbar sein. Dies reduziert nicht nur den Aufwand zur Erstellung dieser Formulare, sondern erhöht auch deren Qualität durch den mehrfachen Gebrauch von verschiedenen Personen.

Eine optimale und sichere interne und externe Fakturierung ist ein wesentlicher Aspekt für einen reibungslosen standortübergreifenden Betrieb. Werden z.B. Daten wie Artikel und Stücklisten aufgrund einer Verlagerung der Produktion an einem neuen Produktionsstandort benötigt, so muss sichergestellt sein, dass gleichzeitig alle produktrelevanten Daten in dem standortspezifischen ERP-System zur Verfügung gestellt werden. Eine manuelle Nach Erfassung kostet einerseits erhebliche Mitarbeiter-Kapazität und birgt andererseits die Gefahr von Übertragungsfehlern in sich. Unter Berücksichtigung der verschiedenen eingesetzten ERP-Systeme, die sich sowohl in der Anzahl der Attribute wie auch in den Attributtypen und Feldlängen der einzelnen Attribute unterscheiden, muss hier unbedingt eine homogene Plattform geschaffen werden. Dies kann ein PDM-System sein, welches eine konzernweite Kommunikation mit allen ERP-Systemen gewährleistet.

### 3.5 Anforderungen an die IT-Systeme

Jeder einzelne Standort des analysierten Beispiel-Konzerns hat aufgrund seiner Historie verschiedene technische Systeme auf unterschiedlicher Hardwareplattform im Einsatz. Die **Abbildung 3-5** zeigt, dass die mechanische Konstruktion zwar an allen Standorten vertreten ist, allerdings überwiegend nur mit 2D-CAD-Systemen. Die einzige Ausnahme bildet hier der Standort 4, wo ein „veraltetes“ 3D-CAD-System von Autodesk installiert ist, welches heute nicht mehr weiterentwickelt wird. Im Bereich des E-CAD haben nur 2 Standorte ein IT-System im Einsatz. Hingegen wird im Bereiche der Verwaltungssysteme bis auf zwei Standorte ein ERP-System eingesetzt. Des Weiteren ist festzustellen, dass die 6 Standorte nicht über ein einheitliches Betriebssystem verfügen, was im Rahmen des neuen Konzeptes unbedingt zu vereinheitlichen ist.

Eine kurze Leistungsbeschreibung der vorhandenen IT-Systeme folgt in Kap. 4. Hier soll in Verbindung mit der **Abbildung 3-6** nur kurz aufgezeigt werden, welcher Datenaustausch bzw. welche Integrationen für diese Systeme existieren:

1. In das CAD-System ME10® von HP ist ein Datenbanksystem von HP integriert, welches eine Artikel- und Dokumentenverwaltung abbildet, mit einer eingeschränkten Verbindung zu dem ERP-System von BaaN.
2. Zwischen dem AutoCAD Dateisystem und dem ERP-System Lisa findet kein Abgleich statt. Vielmehr werden die Schriftdaten im AutoCAD manuell ausgefüllt und dieses Procedere in Lisa wiederholt, was zusätzlich die Fehlergefahr erhöht. Die Standorte 5 und 6 verfügen über kein ERP-System.
3. ME10® in Verbindung mit dem Dokumentenverwaltungssystem CADIM von Eigner&Partner verfügt über keine Kopplung mit dem ERP-System von BaaN.
4. Die Mechanical Desktop Daten von Autodesk werden ausschließlich im File-System verwaltet. Ebenso existiert keine Kopplung zu dem ERP-System SAP.

Wie die Abbildung 3-5 zeigt, verfügt jeder einzelne Standort über eine eigene IT-Landschaft, in der Unix- und PC-Arbeitsplätze mit unterschiedlichen Programmen und verschiedenen Programmversionen in allen Unternehmensbereichen eines Standortes eingesetzt werden. Wie auch die Analyse gezeigt hat, ist mit dieser Installation ein standortübergreifender Datenabgleich nicht zu realisieren und selbst innerhalb der einzelnen Standorte kann von einem Datenabgleich zwischen den CAD-Systemen und dem ERP-System nicht gesprochen werden (vgl. Abbildung 3-6).

Land	Standort	M-CAD	E-CAD	ERP	Betriebs-System
A	1	ME10® mit HPDMS	Promis	BaaN	HP-UX Microsoft Windows
A	2	AutoCAD® Dateisystem	EPLAN	Lisa	Microsoft Windows
B	3	ME10® mit Cadim von E&P	Nein	BaaN	HP-UX
B	4	AutoCAD®, Mechanical Desktop Dateisystem	Nein	SAP	Microsoft Windows
C	5	AutoCAD® Dateisystem	Nein	nein	Microsoft Windows
D	6	AutoCAD® Dateisystem	Nein	nein	Microsoft Windows

Abbildung 3-5: IT-Systeme des Beispiel-Konzerns (Auszug)

Dies bedeutet, dass die beiden E-CAD-Systeme keinerlei Kopplung zu den M-CAD- und den ERP-Systemen aufweisen. Darüber hinaus findet zwischen dem M-CAD- und dem ERP-System nur gelegentlich eine Zusammenarbeit über die Standorte II und III statt, indem die Daten manuell übertragen und mit neuen standortspezifischen Artikelnummern (Kopien) versehen werden. Allerdings ist damit auch gleichzeitig der Verweis auf die Artikelnummer des Ursprungsstandortes am Zielstandort verloren. Dieser teilweise durchgeführte, problem-behaftete Abgleich benötigt organisatorisch einen so hohen Aufwand, dass der Abgleich faktisch nicht bzw. nur in einem geringen Umfang stattfindet.

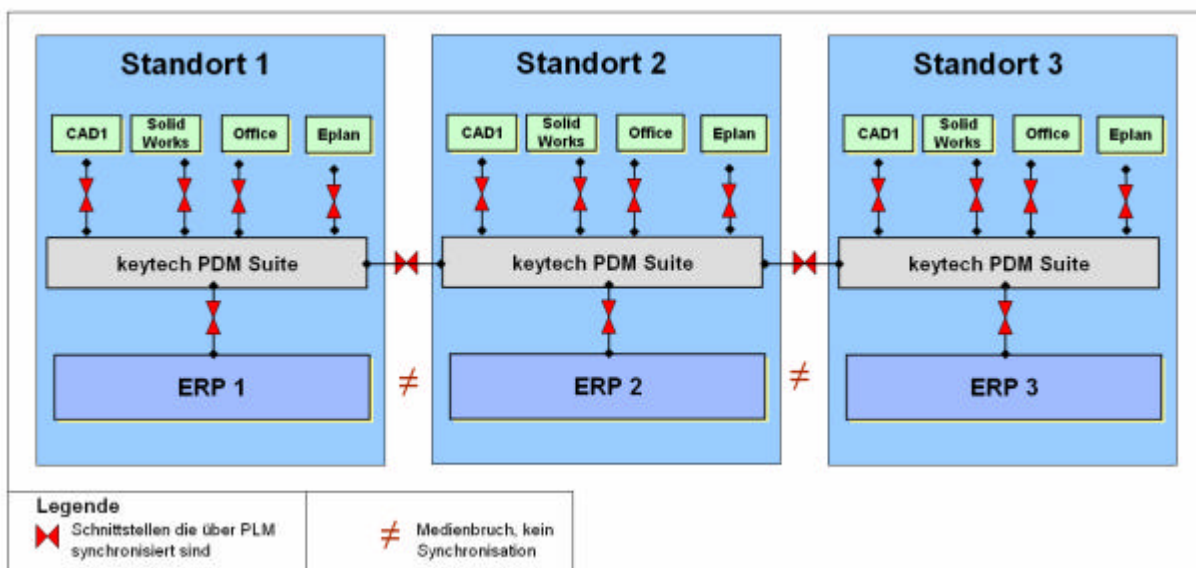


Abbildung 3-6: Ausgangssituation der IT-Umgebung (Auszug)

Ein paralleles Arbeiten (Unterstützung) ist standortübergreifend schon allein wegen der sehr heterogenen Softwareumgebung nicht möglich. Dieser Medienbruch lässt keine Daten-Synchronisation zu und die bereits vorhandenen Schnittstellen benötigen einen hohen Pflegeaufwand (vgl. Abbildung 3-6). Grundsätzlich könnte ein Datenabgleich zwischen den Standorten ebenfalls mit Hilfe von Schnittstellen realisiert werden, da aber die zu verbindenden Softwareprodukte sehr unterschiedlich sind, ist ein sehr großer Entwicklungsaufwand zu erwarten. Darüber hinaus wird die Wirtschaftlichkeit einer derartigen Entwicklung durch eine weitere Zunahme des Pflegeaufwandes erheblich in Frage gestellt.

Diese Problematik wird in [8] hinreichend beschrieben, so dass hier nicht weiter darauf eingegangen werden muss. Der Aufwand wird zusätzlich durch die Tatsache erschwert, dass die softwaretechnische Kommunikation der Schnittstellen und die durch Versionswechsel bedingten Anpassungen nicht nur in einem Unternehmen zu realisieren sind, sondern konzernweit über mehrere Standorte hinweg mit verschiedenen Betriebssystemen.

Die in der **Abbildung 3-7** dargestellte IT-Infrastruktur zeigt beispielhaft die Kommunikation zwischen den einzelnen Abteilungen des Standortes 1. Um die Anforderungen besser zu formulieren, soll die Arbeitsweise mit den vorhandenen Systemen dieses Standortes nachfolgend skizziert werden. Die Beschreibung zeigt deutlich, wenn diese standortspezifische Problematik auf das Thema standortübergreifendes Engineering übertragen wird, dass dann ein effizientes Arbeiten nicht möglich ist.

Bei der Auslegung eines Netzwerkes muss unterschieden werden zwischen der haus-internen Vernetzung und der Vernetzung mit den anderen Unternehmensstandorten. Diese rein physikalische Vernetzung ist für das Konzept ohne Bedeutung, vielmehr soll mit dieser Abbildung das momentane Zusammenwirken der einzelnen Abteilungen näher erläutert werden. Die ME10-Konstruktion, die ausschließlich auf einer Unix-Hardware läuft, setzt für die Datenverwaltung der ME10-Zeichnungen das vom CAD-Hersteller mitgelieferte Verwaltungssystem HPDMS ein.

Neben den Metadaten in der HPDMS werden zusätzlich über einen File Server die tatsächlichen ME10-Zeichnungen verwaltet. Der Zugriff auf diese Zeichnungen kann nur über die HPDMS Datenverwaltung erfolgen. Alle Metadaten werden manuell angelegt und in dem Schriftkopf der Zeichnungen angezeigt. Eine Weiterverarbeitung der Daten, wie z.B. eine Artikelübertragung in das ERP-System, ist nicht möglich und eine Ausgabe von Informationen über die Änderungsmitteilungen in Winword, etc. findet nicht statt. Dies bedeutet, dass alle Daten, die die anderen Systeme benötigen, noch einmal manuell erfasst



werden müssen. Ebenso sind bei einer Änderung einzelner Daten, gleichgültig in welchem System, diese Daten in allen Systemen manuell zu aktualisieren.

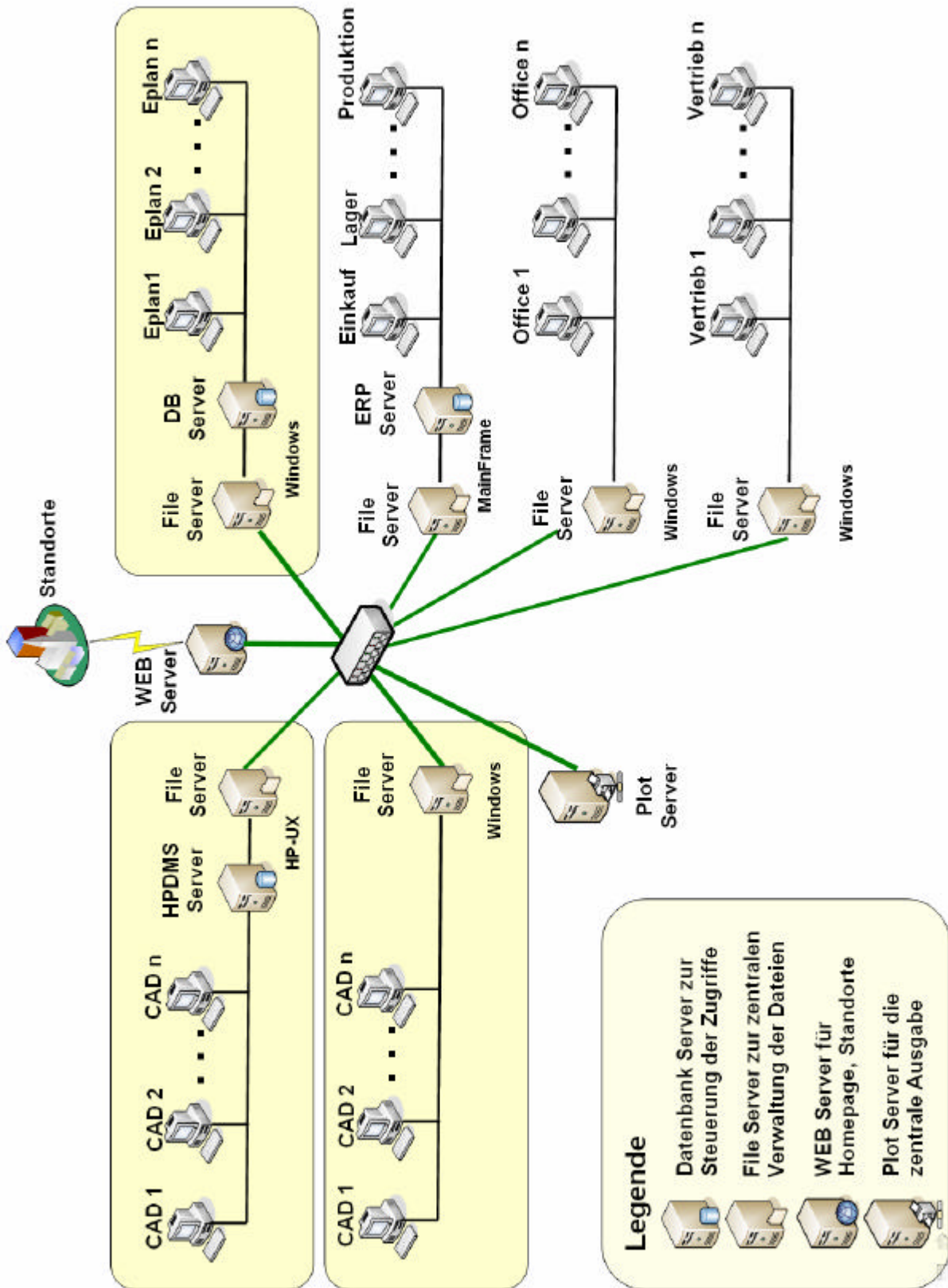


Abbildung 3-7: Darstellung der vorhandenen IT-Infrastruktur eines Standortes

Wenn z.B. die Benennung eines Artikels in dem ERP-System geändert wird, so erhält die Konstruktionsabteilung einen Hinweis (mündlich oder schriftlich). Danach muss manuell in der HPDMS in den Metadaten die Benennung zu dieser Artikelnummer geändert und zusätzlich in der ME10-Zeichnung aktualisiert werden. Anschließend muss in dem Dateisystem in Winword das entsprechende Änderungsdienstdokument gesucht und geöffnet werden, damit auch dort der Benennungstext in dem Winword Dokument aktualisiert und anschließend abgespeichert werden kann. Bei dieser intensiven manuellen Vorgehensweise können unterschiedliche Probleme auftreten:

1. Die Änderung wird nicht konsequent in allen betroffenen Systemen / Dateien vollzogen und damit liegt ein unterschiedlicher Informationsstand innerhalb der verschiedenen Systeme vor.
2. Die Änderung wird nur teilweise durchgeführt. Dann liegt entsprechend Punkt 1 ebenfalls ein unterschiedlicher Informationsstand vor.
3. Die Änderung führt in einem System zu einer neuen Version, aber in einzelnen Systemen wird keine Versionierung durchgeführt. Dies bedeutet, die Ursprungs-version und die neue Version verweisen auf dieselben Daten in verschiedenen Systemen und damit sind die Änderungen nicht vollständig protokolliert und in einem Fall werden versionsabhängig fehlerhafte Informationen angezeigt.

Ein ähnliches Szenario stellt sich für die Produktdaten dar, die nur in einem File-System abgelegt werden. Hier besteht allerdings zusätzlich die Gefahr, dass einzelne Daten in mehrfacher Kopie in verschiedenen Ordnerstrukturen zu finden sind, obwohl diese die beschreibenden Daten für dieselbe Artikelnummer enthalten. Damit ist nicht sichergestellt, dass ein Artikel immer nach denselben Fertigungsunterlagen gefertigt wird.

Bei der E-CAD Konstruktion werden aus den Schaltplänen Stücklisten abgeleitet, die aufwändig in das ERP-System übertragen werden müssen. Eine Versionierung der E-CAD Projektdaten ist nicht durchführbar, so dass immer nur auf den letzten Stand des E-CAD Projektes zugegriffen werden muss. Dadurch kann keine sichere Aussage über den Datenbestand getroffen werden, der bei Produktion und Auslieferung einer Maschine vorliegt.

Die Verantwortung für die Datenqualität und die Datenaktualität liegt bei den einzelnen Abteilungen, die aufgrund fehlender technischer Möglichkeiten nur mit hohem Aufwand in der Lage sind, diese Daten gemäß der ISO 9000 [18] vorzuhalten.

Um die einzelnen Standorte enger miteinander zu verbinden, muss eine konsistente Hardware- und Software-Umgebung geschaffen werden, damit die Kommunikation sowohl innerhalb eines Standortes als auch standortübergreifend deutlich verbessert werden kann. Dies bedeutet, dass das Betriebssystem in jedem Fall zu vereinheitlichen ist. Für die Konstruktion und zwar für den M-CAD- und den E-CAD-Bereich ist eine einheitliche Software zu installieren, damit eine standortübergreifende Konstruktion überhaupt möglich ist, denn unterschiedliche CAD-Systeme verlangen bei jeder Konstruktionsänderung ein wechselseitiges Konvertieren der Daten in das jeweilige CAD-System, was sowohl sehr zeitintensiv als auch fehleranfällig und mit Datenverlust behaftet ist.

Die vorhandenen CAD-Systeme müssen für eine längere Übergangsphase erhalten bleiben und werden unter anderem auch dazu benötigt, Minimaländerungen für Komponenten durchzuführen, für die nur Zeichnungen aus den CAD-Alt-Systemen vorliegen,. Die einzelnen ERP-Systeme hingegen verbleiben in den jeweiligen Standorten, da ein PDM-System nicht in der Lage ist, die Funktionalität eines ERP-Systems mit zu übernehmen. Vielmehr muss konzeptionell dafür Sorge getragen werden, dass jederzeit ein Datenabgleich zwischen diesen verschiedenen ERP-Systemen und dem neuen PDM-System ohne Datenverlust realisiert wird.

### **3.6 Zusammenfassung der Defizite und der Anforderungen**

Die an das Konzept gestellten Anforderungen berücksichtigen einerseits die Auflösung der im Konzern vorhandenen Defizite, die mit Hilfe der an den Standorten durchgeführten Ist-Analysen ermittelt wurden. Andererseits entsprechen sie der Unternehmensvision an eine konzernweite Vereinheitlichung der Produktdaten und an eine homogene Hardware- und Software-Umgebung, damit zukünftig ein standortübergreifendes Engineering zur Sicherung des Unternehmenserfolges möglich ist. Zur Verdeutlichung der Anforderungen sind hier zunächst noch einmal die ermittelten Defizite kurz zusammengefasst, denn jeder einzelne Standort:

1. hat sein eigenes Produktspektrum, das sich zum Teil überschneidet
  - ? da keine übergreifende Zeichnungsverwaltung vorhanden ist. Dies führt teilweise zu mehreren Artikeln, die dasselbe Teil beschreiben,
  - ? mit teilweise mehr oder weniger identischen Teilen / Baugruppen wie sie auch an anderen Standorten vorliegen und unter einer eigenen Artikelnummer verwaltet

werden. Damit ist eine standortübergreifende Verwendung solcher Teile / Baugruppen nicht möglich. Darüber hinaus werden

- ? identische Zukaufteile berücksichtigt, die an den einzelnen Standorten unter einer eigenen Artikelnummer verwaltet werden. Damit ist ein zentraler Einkauf nicht möglich.

2. hat seine eigenen Artikelnummernkreise. Dies bedeutet, dass die

- ? ERP systemspezifischen Artikelnummern nicht auf den ERP-Systemen der anderen Standorte abgebildet werden können und somit die.
- ? Gefahr von überschneidenden Artikelnummern an den verschiedenen Standorten besteht. Damit ist
- ? eine Übertragung von Artikeln und Stücklisten von einem Standort auf einen anderen nicht möglich.

3. arbeitet autark und deshalb ist eine

- ? standortübergreifende Parallelentwicklung an der Tagesordnung und es gibt z.B. keine Möglichkeit durch ein flexibles Zusammenstellen von Arbeitsgruppen eine Produktentwicklung zu betreiben, die dem gesamten Konzern einen Nutzen bringt. Ebenso ist die
- ? Auslagerung von Kapazitäten (Konstruktion und / oder Produktion) nicht möglich, da der dafür notwendige organisatorische Aufwand den möglichen Nutzen bei weitem übersteigen würde.

4. verfügt über eine eigene Konstruktion mit einem

- ? hohen organisatorischen Aufwand zur Pflege und zum Aufbau der Verzeichnisstrukturen und deshalb ist häufig
- ? kein Änderungsnachweis über Benutzer und Datum vorhanden, das bedeutet
- ? kein Datenschutz für freigegebene Modelle. Darüber führt eine
- ? redundante Zeichnungsverwaltung zur
- ? Mehrfacherfassung der Artikel- und Stücklistendaten, wodurch eine
- ? Wiederverwendung nicht nachvollziehbar gestaltet werden kann.

5. verfügt jeweils über eine eigene in sich geschlossene IT-Umgebung,

- ? ohne Abgleich mit den ERP-Systemen anderer Standorte und
- ? deren Verbindung für eine Zusammenarbeit mit den Konstruktionen der anderen Standorten ist völlig ungeeignet und damit ist ein
- ? hoher manueller Pflegeaufwand zur Bereitstellung der fertigungsrelevanten Daten notwendig.

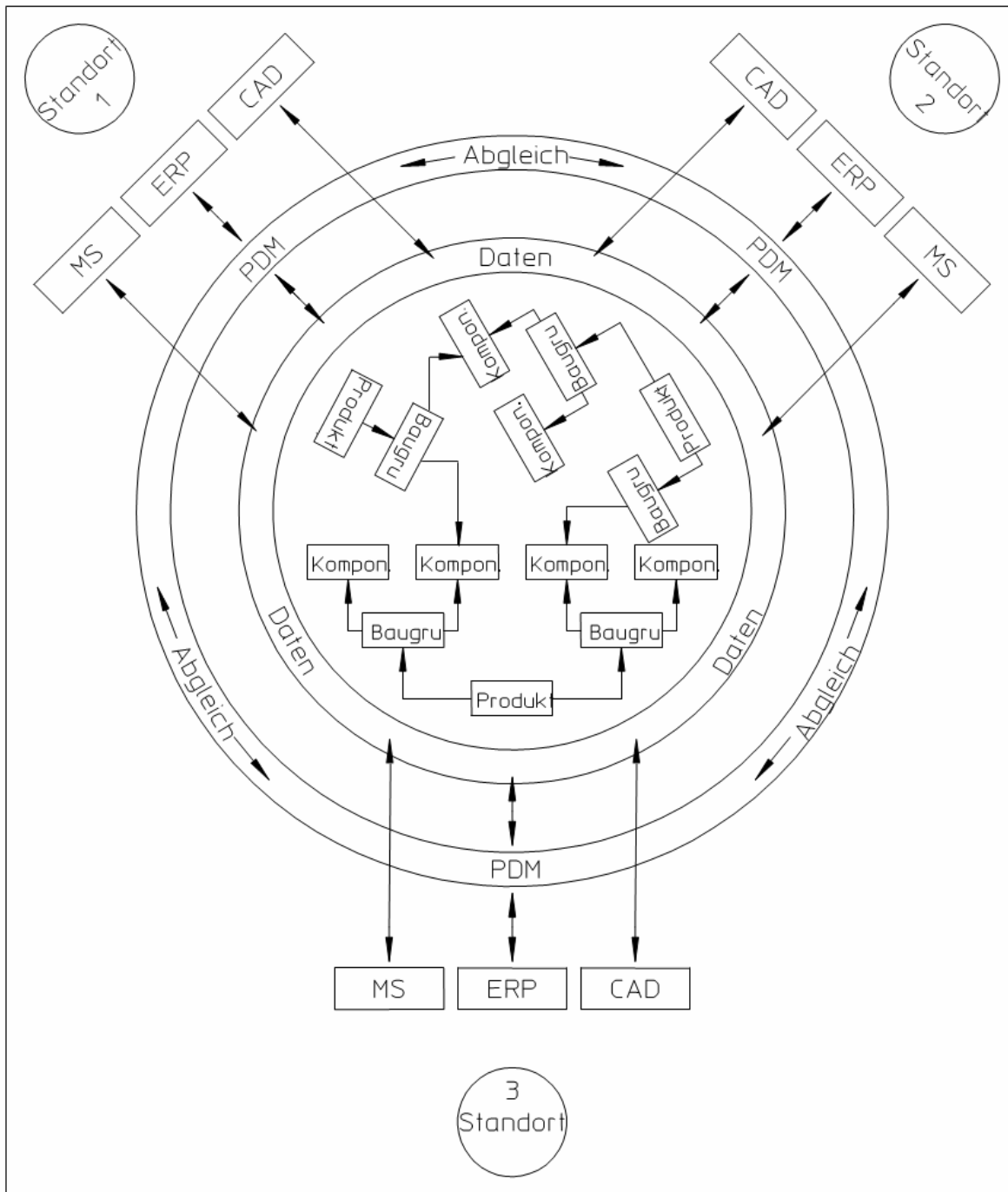


Abbildung 3-8: Grobstruktur einer konzernweiten Verwaltung der IT-Systeme und Produktdaten

Die aus diesen Defiziten resultierenden Anforderungen sind in **Abbildung 3-8** beispielhaft für 3 Standorte zusammengefasst dargestellt und werden hier nicht mehr im Detail beschrieben. Die Kernpunkte der Anforderungen sind:

- ? Konzernweite Wiederverwendung von Komponenten und Baugruppen.
- ? Konzernweiter Abgleich der jeweils aktuellen Daten (Dateien).
- ? Konzernweiter Abgleich der aktuellen beschreibenden Daten (Metadaten PDM).
- ? Standortspezifischer Abgleich der beschreibenden Daten mit dem ERP-System.

Die bisherigen Ausführungen haben gezeigt, dass eine standortübergreifende Produktentwicklung in einem Konzern, welcher sowohl eine teilweise inhomogene Produktvielfalt als auch eine heterogene IT-Landschaft aufweist, nur mittels des Einsatzes eines Verwaltungs-Systems möglich ist, welches eine konzernweite Kommunikation mit allen vorhandenen IT-Systemen durchführen kann, und dies selbst bei der Vorlage differierender Datensätze der einzelnen Systeme. Wenn dies gelingt, kann in einem zweiten Schritt eine Methode entwickelt werden, wie die vorhandenen Konstruktionsressourcen optimal zur Verbesserung der Produkte konzernweit eingesetzt werden können, ohne dass die einzelnen Mitarbeiter ihren Arbeitsplatz verlassen müssen. Als ein mögliches Verwaltungs-System für eine derart komplexe Aufgabe kommt in weiten Teilbereichen ein PDM-System in Frage.

Die Abbildung 3-8 zeigt zunächst ein grobes Konzept für die Verwaltung aller Daten und der IT-Systeme in einem Konzern mit dem Ziel, dass alle Zugriffe durch ein PDM-System gesteuert werden. Da ein Standard PDM-System eine derart komplexe Aufgabenstellung nicht lösen kann, muss für die Gesamtlösung des standortübergreifenden Engineering konzeptionell noch eine so genannte PLM-Erweiterung entwickelt und in das Standard PDM-System integriert werden.

## **4 Vorstellung der IT-Komponenten für das neue Konzept**

### **4.1 Allgemeines**

Um auch während der Installation eines neuen Konzeptes den Ablauf innerhalb des Unternehmens nur bedingt zu beeinträchtigen, darf die vorhandene technische Softwareumgebung nur schrittweise aufeinander abgestimmt werden. So bietet sich z.B. in einem ersten Schritt für die Konstruktion aller Standorte der Einsatz eines volumenorientierten 3D-CAD-System an. Der Austausch der Konstruktionsdaten kann mit Hilfe eines Verwaltungssystems, z.B. eines PDM-Systems, vorgenommen werden, welches die einzelnen Standorte miteinander verbindet und somit wird jederzeit überall ein aktueller Informationsstand sichergestellt.

Die Analyse hat gezeigt, dass ohne eine ergänzende Installation einiger IT-Systeme ein standortübergreifendes Engineering nicht möglich ist. Nachfolgend wird nun für die zu konzipierende Lösung der Leistungsumfang der vorhandenen IT-Systeme und auch der neu zu installierenden IT-Systeme kurz vorgestellt, so wie diese in dem Konzept auch berücksichtigt werden. Als IT-Systeme sind hier nur die Systeme gemeint, die den Anwender unmittelbar tangieren und nicht IT-Systeme wie z.B. der File-Server, welcher im Hintergrund arbeitet und für die Übertragung von Dateien zuständig ist. Ebenso wird auf die Darstellung der Microsoft Office Software verzichtet, da diese hinreichend bekannt ist und deren Einbindung in andere IT-Systeme heute kein Problem mehr darstellt.

### **4.2 M-CAD-Systeme**

Der hier analysierte Konzern setzt seit Jahren für die computergestützte Konstruktion 2D-CAD-Werkzeuge ein. Die Entscheidung, welches Werkzeug an welchem Standort zum Einsatz kam, wurde an den einzelnen Standort getroffen, da diese zum Zeitpunkt ihrer Entscheidungen noch nicht in den Konzern eingebunden waren. So sind heute in dem 2D-CAD-Bereich die CAD-Systeme ME10® von Hewlett Packard und / oder AutoCAD® von Autodesk in den jeweiligen Unternehmen im Einsatz. Die Installation dieser Systeme führte seiner Zeit dazu, dass die gesamte Konstruktionstätigkeit vollständig vom Zeichenbrett an die neu eingeführten CAD-Systeme verlagert wurde.

Das CAD-System ME10® bietet den Konstrukteuren und Ingenieuren ein umfassendes 2D-Konstruktionswerkzeug, das noch heute zu den führenden Systemen für die Erstellung von 2D-Zeichnungen zählt. Der damalige Auswahlprozess für das einzusetzende System wurde von der Forderung bestimmt, den Konstruktionsprozess möglichst einfach und verständlich auf den Computer zu übertragen. Des Weiteren wurde bei der Auswahl das Augenmerk darauf gelegt, die Prozessschritte möglichst mit Hilfe einer CAD-Software zu automatisieren. Dies führte im Ergebnis zu der Einführung von ME10®, da dieses Produkt zur damaligen Zeit über besondere Funktionalitäten verfügte, die die Konstruktionsarbeit wesentlich unterstützten:

- ? Unterstützung der Variantenkonstruktion,
- ? Unterstützung von baugruppenorientierter Konstruktion,
- ? Umfangreiche Makro- und Programmierschnittstellen,
- ? Normteilverwaltung sowie
- ? Vollautomatische Schraffurerstellung und
- ? Halbautomatische Bemaßung.

Mit dieser Funktionalität war es möglich, die typische Arbeitsweise des Konstrukteurs weitgehend zu unterstützen und ihn von Nebentätigkeiten wie dem Erstellen von Schraffuren und Bemaßungen zu entlasten. Zusätzlich wurde durch die Teilautomatisierung der Konstruktionstätigkeiten ein erhebliches Rationalisierungspotential erzielt. [19]

An einigen Standorten wurde als Konstruktionssystem das 2D-CAD-System AutoCAD® ausgewählt und installiert. Mit diesem System wurden ebenfalls die Konstruktionstätigkeiten vom Zeichenbrett vollständig auf den Rechner verlagert. Für die AutoCAD® Entscheidung war nicht in erster Linie die Funktionalität des Systems ausschlaggebend, sondern die einfache Handhabung und die weite Verbreitung des Systems. Insbesondere das letzte Kriterium gestattete einen problemlosen Austausch der Konstruktionsdaten mit anderen Unternehmen. Das Rationalisierungspotential ergab sich hier durch die Verwendung vorhandener Zeichnungen, so dass die Konstrukteure von lästigen Zeichenarbeiten befreit wurden.

Mit den beiden 2D-CAD-Programmen ist es zwar möglich, den Konstrukteur in seiner Arbeit zu unterstützen, es fehlt ihnen jedoch die grundlegende Funktionalität, um eine gesicherte Konstruktion durchzuführen. Insbesondere in der zunehmenden Komplexität der Maschinen und einer erhöhten Dokumentationspflicht zeigt sich die Schwäche von 2D-CAD Systemen.



So hat der Anwender z.B. keine Möglichkeit:

- ? einen dreidimensionalen realitätsnahen Eindruck der Konstruktion zu erstellen,
- ? die Kollision von Bauteilen zu bestimmen, um
- ? Einbauuntersuchungen vorzunehmen und
- ? Bewegungssimulationen durchzuführen sowie
- ? Änderungen an den Bauteilen im gesamten Anlagenkontext durchzuführen oder
- ? Explosionsdarstellungen zu Dokumentationszwecken zu erstellen.

Um solchen Aufgabenstellungen gerecht zu werden, muss eine 3D-Software eingeführt werden. Im Rahmen der Ist-Analyse wurde ein langer Analyse- und Auswahlprozess durchgeführt, bei dem die am Markt verfügbaren 3D-CAD-Systeme auf die Belange des Konzerns geprüft wurden. Als Kriterien für die Auswahl dienten u. a. folgende Forderungen:

- ? Parametrisierbarkeit der Einzelteile und Baugruppen
- ? Automatische Zeichnungs- und Schnittableitung
- ? Mögliche Anbindung der Fertigungssteuerung (CAM)
- ? Handling großer Baugruppen
- ? Leichte Erlernbarkeit des Systems
- ? Akzeptanz bei den Anwendern
- ? Weiterbearbeitung der Modelldaten

Die Wahl fiel schließlich auf das System SolidWorks® aus dem Hause SolidWorks®. Dieses System zählt zu den weltweit führenden High-End-CAD-Systemen und verzeichnet seit seinem Markteintritt 1996 die höchsten Wachstumsraten in dieser Branche. Zahlreiche Produktkonstrukteure und Ingenieure in aller Welt vertrauen auf die SolidWorks® CAD-Software, um die Qualität ihrer Produkte zu verbessern und die Konstruktions- und Entwicklungszyklen zu verkürzen.

Das System überzeugt unter anderem durch seine einfache Bedienung, welche kurze Schulungszeiten und eine schnelle Einarbeitung ermöglicht. Die Mitarbeiter benötigen lediglich eine fünftägige Schulung und können danach selbstständig mit dem neuen 3D-System arbeiten. Die dynamische Modellieretechnik des 3D-Systems erleichtert nicht nur die Einarbeitung, sondern unterstützt auch die Arbeitsweise des Konstrukteurs optimal. Da die Projektteams bei wachsendem Arbeitsaufkommen um zusätzliche Mitarbeiter ergänzt werden, ist es wichtig, dass die Konstrukteure mit den Modelldaten ihrer Kollegen weiterarbeiten können, ohne sich um ihre Entstehungsgeschichte kümmern zu müssen. Zudem

haben die Produkte eine Lebenszeit von über zehn Jahren und werden häufig von Anwendern weiterentwickelt, die nicht die ursprünglichen Modelle erzeugt haben. Der klar strukturierte Feature-Baum von SolidWorks® zeigt den Anwendern transparent den Aufbau der Modelle und unterstützt somit optimal diese Anforderung.

Die SolidWorks® CAD-Software bietet auch ein voll integriertes und einfach zu verwendendes Analysewerkzeug an, mit welchem in mehreren Simulations-Szenarien die Konstruktionen getestet und anschließend in SolidWorks® optimiert werden können. Mit Hilfe dieser Werkzeuge können die Konstruktionen unter realen Bedingungen überprüft und auf diese Weise die Produktqualität gesteigert sowie die Kosten gesenkt werden [20].

Laut Aussage von SolidWorks® [21] ist eine Verbesserung der Kapitalrendite für den Kunden zu erwarten, da mit dem Einsatz der Software eine Effektivitätssteigerung zu erwarten ist, die sich in den nachfolgenden Zahlen widerspiegelt:

- ? 30 % kürzerer Produktkonstruktionszyklus,
- ? 32 % weniger Prototypen,
- ? 23 % weniger physikalische Tests,
- ? 21 % weniger Ausschussware,
- ? 29 % weniger technische Änderungsanweisungen (ECO),
- ? 20 % weniger Feldversagen und
- ? 15 % weniger Produktrückrufaktionen.

### **4.3 E-CAD-System**

Die Entwicklung von Maschinen und Anlagen hängt nicht nur von der mechanischen Konstruktion ab, sondern im Wesentlichen auch von der eingesetzten Verfahrenstechnik. Für die Steuerung einer Anlage und für die Optimierung der Verfahrenstechnik sind umfangreiche Steuerungssysteme nötig. Die Programmierung und Auslegung dieser Steuerungssysteme stellen ebenso eine Kernkompetenz dar, wie die Entwicklung der mechanischen Konstruktion. Um dieses spezifische Know-how der Steuer- und Regelungstechnik im eigenen Unternehmen zu halten und damit vor dem Zugriff der Wettbewerber zu schützen, wird die Entwicklung dieser Technologien in den Unternehmen in einer eigenen Abteilung betrieben [1].

Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um elektrotechnische und elektromechanische Entwicklungen, mit denen auch die zu den Maschinen gehörenden Schaltschränke und Steuerpulte konzipiert und gefertigt werden. Wie in der mechanischen Konstruktion, so werden auch diese Arbeiten durch eine CAD-Technologie unterstützt. An zwei Unternehmensstandorten wird zu diesem Zweck die Software „EPLAN“ aus dem Hause Eplan eingesetzt. Sie eignet sich insbesondere für die Schaltplanerstellung, die Schaltschrankauslegung und die Programmierung der SPS-Steuerungen. Aufgrund der guten Erfahrungen mit diesem System innerhalb eines Unternehmens wurde beschlossen, das System EPLAN konzernweit für den E-CAD-Bereich einzuführen. [22]

#### **4.4 ERP-Systeme**

Zur Planung und Steuerung der Fertigung ist der Einsatz von ERP-Systemen zwingend erforderlich. Dazu zählen Aufgaben aus der Materialwirtschaft, wie Lagerverwaltung, Bestellwesen etc., ebenso wie der Durchlauf der Aufträge, die Kapazitätsplanung in der Montage und Fertigung, sowie die auftragsbezogene Zeiterfassung der Mitarbeiter in der Produktion. Die Aufgabenstellung ist jedoch an den einzelnen Standorten unterschiedlich und umfasst nicht alle Aufgaben, die ein ERP System leisten kann.

So hat sich beispielsweise an einem Standort eine selbst entwickelte Lösung (Lisa) etabliert, die im Laufe der Jahre exakt an die Anforderungen der Produktion angepasst wurde. Diese Lösung erfüllt in erster Linie die Bedürfnisse der Fertigungsabteilung, zumal zu dem System auch eine Kopplung mit dem vorhandenen Dokumentenverwaltungssystem HPDMS existiert. Weitergehende Anforderungen, wie in dem neuen konzernweiten Konzept gefordert, kann dieses System nicht mehr abbilden. Das ERP-System Lisa kann in einer Übergangsphase noch von der neuen PDM-Lösung unterstützt werden, aber auf Dauer ist hier ein Wechsel gegen ein „Standard ERP-System“ geplant.

An einem anderen Standort hat sich das Unternehmen vor dem Eintritt in den Konzern für das ERP-System BaaN entschieden. Dieses System unterstützt die notwendigen fertigungsrelevanten Abläufe. Zur Rationalisierung und im Sinne einer Produktharmonisierung wird ein ERP-System zukünftig zusätzlich immer von der neuen PDM-Lösung mit Daten (Artikeldaten und Stücklisten) versorgt.

An einem weiteren Standort ist momentan das ERP-System SAP installiert, welches ohne Zweifel in diesem Bereich zu den Marktführern gehört. Das System ist in diesem

Unternehmen in die dortige Organisation integriert und steuert den gesamten Ablauf. Zur konzernweiten Optimierung der Prozesse muss auch dieses System über eine Kopplung mit dem neuen PDM-System mit den dafür notwendigen Daten versorgt werden.

#### **4.5 Verwaltungs-System**

Für ein konzernweites Engineering Konzept reicht es nicht aus, wenn alle Produktdaten in verschiedenen IT-Systemen erzeugt werden. Vielmehr muss gewährleistet sein, dass alle Produktdaten aufeinander abgestimmt verwendet werden können. Dies bedeutet, die Daten und Informationen sind so zu verwalten, dass jeder Anwender an jedem Standort zu jeder Zeit immer die aktuellen Daten zur Verfügung hat. Dies verlangt nach einer konzernweiten Verwaltung aller Daten, welches die bisher installierten IT-Systeme nicht gewährleisten können.

Die Verwaltung der CAD-Daten wird auf jedem Standort unterschiedlich durchgeführt (vgl. Abbildung 3-5). So wird beispielsweise auf dem Standort 1 für die Verwaltung der ME10-Daten das hausintern entwickelte System HPDMS von Hewlett Packard eingesetzt. Diese Zeichnungsverwaltung ist so aufgesetzt, dass eine Zeichnungssuche nach vorgegebenen Kriterien möglich ist. So kann beispielsweise nach einer Zeichnungsnummer, einer Beschreibung, dem Ersteller der Zeichnung oder dem Erstellungsdatum gesucht werden. Dies sind alle Informationen, die auch in dem Schriftkopf der Zeichnungen wiedergegeben werden.

Das System ist speziell darauf ausgerichtet, Zeichnungen unter einer Zeichnungshistorie zu verwalten und den Freigabeprozess von Zeichnungen zu unterstützen. Eine Kopplung zum hauseigenen ERP-System ist ebenfalls realisiert, um Teilenummern und Stücklisten an dieses System zu übergeben. Der eigentliche Nutzen liegt darin, aus den in ME10 generierten Zeichnungen in Verbindung mit dem ERP-System automatisch CAD generierte Konstruktionsstücklisten zu erzeugen, um daraus die Fertigungsstücklisten abzuleiten.

Auf dem Standort 3 wird für die Verwaltung der ME10-Daten das ERP-System Cadim32 der Firma Eigner&Partner ebenfalls auf Rechnern unter dem Betriebssystem HP-UX eingesetzt. Dieses System verwaltet ausschließlich die ME10-Daten ohne zusätzliche Kopplung an das auf diesem Standort eingesetzte ERP-System BaaN. Die Verwaltungsaufgaben von CADIM32 sind den Leistungen des beschriebenen Systems HPDMS ähnlich.

Für die AutoCAD Zeichnungen werden keine Verwaltungssysteme eingesetzt. Alle Dateien werden im File-System mit hohem organisatorischem und manuellem Aufwand verwaltet. Eine Historie ist für diesen Datenbestand nur lückenhaft geführt.

Die eingesetzten Verwaltungssysteme haben aber Grenzen, da ausschließlich ME10-Daten verwaltet werden. Zudem sind diese nur lauffähig unter dem Betriebssystem HP-UX. Dies widerspricht auch der Konzernentscheidung, dass alle technischen Arbeitsplätze umzurüsten sind, da zukünftig konzernweit das Betriebssystem Windows von Microsoft eingesetzt werden soll.

Ein weiterer erheblicher Nachteil ist dadurch gegeben, dass keine Verbindung der 2D-Lösung ME10® mit den 3D-CAD-Arbeitsplätzen besteht und auch nicht realisierbar ist. So können zwar aus dem 3D-System SolidWorks® abgeleitete Ansichten in ME10 weiterverarbeitet werden bzw. die ME10-Zeichnungen können als Basis für eine 3D-Modellierung in SolidWorks® verwendet werden, aber ohne eine übergreifende Verwaltung (CAD übergreifende Historie) stehen diese Änderungen in den Zeichnungen nicht mehr im Bezug zu der Ursprungszeichnung und sind damit nach deren Ausführung nicht mehr nachvollziehbar. Somit ist eine Weiterverwendung der in ME10® erstellten Konstruktionen und Zeichnungen auf der 3D-Seite faktisch nicht möglich. Gleiches gilt für die AutoCAD Zeichnungen.

Das E-CAD System EPLAN ist ebenfalls standalone installiert, eine Kopplung an das jeweilige ERP-System fehlt. Somit sind auch hier Artikel- und Stücklistendaten aus der Elektrokonstruktion manuell in dem jeweiligen ERP-System anzulegen und mit den Stücklisten aus der mechanischen Konstruktion abzugleichen.

Dies bedeutet, dass die bereits in Kap. 2.3 angedeutete Lösung für eine konzernweite Nutzung der Produktdaten auch für die Kopplung der CAD-Systeme untereinander ihre Anwendung findet. Um eine einheitliche Grundlage für die Verwaltung aller Daten und Informationen und die Kopplung der IT-Systeme zu schaffen, die auf unterschiedlichen Datenmodellen basieren, ist ein PDM-System auszuwählen, welches zumindest die folgenden Bedingungen erfüllen muss:

- ? Tiefe Integration in SolidWorks®
- ? Verwaltung von ME10 Daten
- ? Verwaltung von AutoCAD Daten
- ? Verwaltung von EPLAN Daten

- ? Anbindung an unterschiedliche ERP Systeme
- ? Standortübergreifende Prozesse
- ? Akzeptanz bei den Anwendern
- ? Windows konforme Bedienoberfläche
- ? Projektteam mit Erfahrung in der Umsetzung großer Projekte
- ? Projektteam mit Erfahrung in der Datenanalyse und Datenübernahme von Altsystemen

Bei der Vielzahl der Anforderungen kristallisierte sich schnell heraus, dass das PDM-System **keytech PDM Suite** der Firma keytech Software GmbH als das System übrig blieb, welches diese Anforderungen nahezu alle erfüllen kann. [23]

#### 4.6 Programmiersprache für die Softwareanpassung

Mit der Entscheidung konzernweit zukünftig nur noch Windows-Arbeitsplätze in den Abteilungen einzusetzen, muss das auszuwählende PDM-System nah mit dem Betriebssystem von Microsoft verbunden sein. Auch aus diesem Grund bot sich das PDM-System **keytech PDM Suite** an, da durch die Gold Partnerschaft zu Microsoft gewährleistet ist, dass das System stets auf den neuesten Betriebssystemen von Microsoft mit einer Microsoft konformen Oberfläche unter Verwendung der in Microsoft bekannten Werkzeuge zur Verfügung gestellt wird. Der Status des Gold Partners wird von Microsoft kontinuierlich überwacht, indem die Produktqualität und Produktentwicklung zusätzlich durch ½ jährliche Kundenbefragungen kontrolliert wird. Mit all diesen Maßnahmen stellt das Unternehmen keytech sicher, dass der Kunde ein ausgereiftes Produkt einsetzt, dass ständig optimiert wird und auf den neuesten Technologien aufsetzt.

So stehen in der aktuellen Version der **keytech PDM Suite** auch Produkte wie der Bearbeitungsclient unter VisualBasic zur Verfügung, während andere Produkte wie die Server-Prozesse und die Beauskunftungsarbeitsplätze als **.net** Anwendungen eingesetzt werden. Diese Technologie erlaubt dem Kunden, die Beauskunftung im firmeneigenen Intranet und / oder über das Internet zu betreiben, und bietet die Grundlage für den Einsatz der Server-Prozesse DFS und FED. Bei dieser Technologie kann ebenfalls die lokale Installation entfallen, so dass der Beauskunftungsclient zentral abgelegt werden kann. Die Umstellung des Bearbeitungsclient auf die **.net** Technologie ist bereits in der Entwicklung und wird den Kunden im Zuge der Wartung demnächst ebenfalls zur Verfügung gestellt.

## 5 Konzept für eine standortübergreifende Konstruktion

Für die Entwicklung eines neuen Konzeptes, in dessen Mittelpunkt ein so genanntes „konzernweites Verwaltungssystem“ (PDM-System) steht, welches die technischen Daten aller Standorte speichert, aktualisiert und jederzeit zur Verfügung stellt, sind eine ganze Reihe von Detailaufgaben zu lösen. Damit das zum Einsatz kommende PDM-System um die zur Lösung der Gesamtaufgabe notwendigen Funktionalitäten erweitert wird und damit auch konzernweit mit den verschiedenen ERP-Systemen kommunizieren kann, ist zunächst ein Datenmodell zu entwickeln, welches die Vereinheitlichung der Produktvielfalt, einen standortübergreifenden Datenabgleich und eine flexible Zusammenarbeit der standort-spezifischen Konstruktionen ermöglicht. Ein derartiges Datenmodell in Verbindung mit der Installation des PDM-Systems bietet den vorhandenen ERP-Systemen an ihren Standorten die Möglichkeit, den Aufbau der logistischen Daten mit Hilfe der vom PDM-System gelieferten technischen Grunddaten (Artikel, Stücklisten, Zeichnungen) aufzubauen.

Obwohl die zu lösenden Detailaufgaben voneinander abhängig sind und aufeinander aufbauen, werden die einzelnen Punkte nachfolgend zum besseren Verständnis in Detailkonzepten zusammengefasst. Dies sind im Einzelnen:

1. Aufbau einer einheitlichen IT-Struktur mit einer (vgl. Kap. 5.1)
  - ? Vereinheitlichung des Betriebssystems durch eine Umstellung von Unix auf Windows und einer
  - ? Ablösung aller vorhandenen technischen Verwaltungssysteme und Umstellung auf ein einheitliches Verwaltungssystem und einer
  - ? Datenübernahme aus den alten Verwaltungssystemen und den Dateisystemen.
  
2. Definition eines Datenmodells als (vgl. Kap. 5.2)
  - ? Voraussetzung für einen allgemeingültigen Datenabgleich und zur
  - ? Harmonisierung der Produktdaten, einschließlich einer
  - ? Übertragung von Datenhoheiten und zur
  - ? Verlagerung kompletter Produktionen mit allen steuernden Dokumenten.
  
3. Möglichkeiten des Daten-Austausch zum (vgl. Kap. 5.3)
  - ? Abgleich der technischen Daten über die verschiedenen Standorte, um
  - ? überall aktuelle Daten im Zugriff zu haben.

4. Vereinheitlichung der Produktvielfalt durch die (vgl. Kap. 5.3.5)
  - ? Einführung einer konzernweiten einheitlichen Klassifizierung und die
  - ? Erstellung eines einheitlichen Nummernsystems für eine
  - ? Parallele Verwaltung der standortspezifischen Artikelnummern.
  
5. Standortübergreifende Konstruktionstätigkeit durch die (vgl. Kap. 5.5)
  - ? Einführung eines 3D-CAD-Systems in allen Konstruktionsabteilungen und eine
  - ? konzernweite Einführung eines E-CAD-Systems zur
  - ? Schaffung geeigneter Konstruktionszeichnungen als Voraussetzung für die
  - ? Bildung von flexiblen standortübergreifenden Arbeitsgruppen.

### 5.1 Struktur der standortübergreifenden IT-Architektur

Damit zukünftig die einzelnen Standorte und insbesondere die Konstruktionsabteilungen zusammenarbeiten können, muss zunächst eine konzernweite homogene IT-Umgebung geschaffen werden (vgl.

**Abbildung 5-1).** Obwohl die vorhandenen IT-Systeme an den einzelnen Standorten unterschiedlich sind (vgl. Abbildung 3-5), ist für eine Beschreibung eine allgemeingültige IT-Situation ausreichend, wenn diese im weitesten Sinne den einzelnen IT-Umgebungen der Standorte entspricht. Als Grundlage für die Definition der neuen IT-Architektur wird die Darstellung der beispielhaften IT-Architektur gemäß der Abbildung 3-7 zu Grunde gelegt.

Der Einsatz der neuen IT-Lösung soll schwerpunktmäßig die gesicherte Verwaltung nach ISO 9000 und den Austausch aller Daten innerhalb der Abteilungen eines Standortes und zwischen den Standorten gewährleisten. Den Mittelpunkt der IT-Lösung stellt die Installation und die Integration eines PDM-Systems dar, welches als konzernweites Verwaltungssystem den Datenabgleich für alle anderen IT-Systeme übernimmt. Damit dieses Ziel erreicht wird, sind einige organisatorische und hardwaretechnische Umstellungen vorzunehmen. Im Folgenden werden zunächst die neuen Möglichkeiten hinsichtlich der Nutzung des PDM-Systems innerhalb eines Standortes beschrieben. [24]



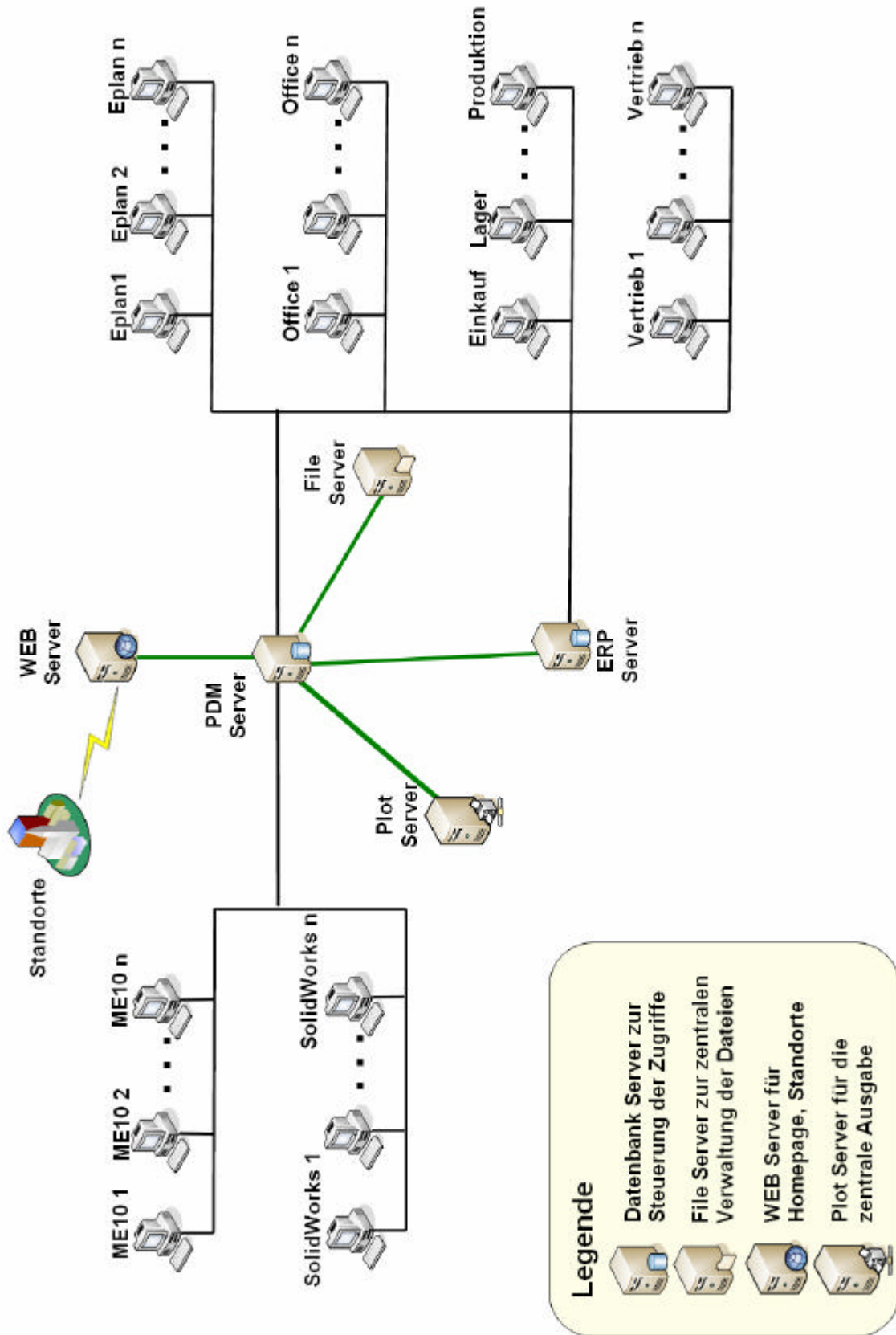


Abbildung 5-1: Darstellung der neuen IT-Infrastruktur eines Standortes

Die ME10-Konstruktion (2D-CAD) wird komplett auf Windows umgestellt und die vorhandenen Daten aus dem HPDMS ausgelesen und in das PDM-System importiert. Dazu müssen alle ME10 Unix-Dateien von Unix auf Windows konvertiert und im Vault des PDM-Systems abgelegt werden. Die Verwaltung und der Zugriff auf die ME10-Dateien erfolgt nunmehr ausschließlich über das PDM System.

Alle Daten, die über das neu eingeführte 3D-CAD-System SolidWorks® erstellt werden, werden ebenfalls ausschließlich mit dem PDM-System verwaltet. Auch wenn die Konstruktion zukünftig überwiegend mit dem neuen 3D-CAD-System arbeitet, so hat diese trotzdem einen Zugriff auf die vorhandenen ME10-Daten, da das PDM-System über die CAD-Systeme ME10® und SolidWorks® eine so genannte übergreifende Versionsverwaltung abbildet. Dadurch können ME10-Fertigungszeichnungen zusammen mit SolidWorks-Fertigungszeichnungen in einem Projekt gemeinsam verwendet werden. Dies bedeutet, dass nicht für jedes 3D-CAD-Modell, das in einer neu zu konstruierenden Baugruppe eingesetzt wird, zusätzlich die fertigungsrelevante Zeichnung erstellt werden muss, wenn diese als ME10-Zeichnung noch Gültigkeit besitzt. Lediglich bei Änderungen an der Zeichnung wird eine neue Version erstellt und dies geschieht dann konsequent im neuen 3D-CAD System. Somit wird insgesamt ein schrittweiser Übergang von 2D-CAD auf 3D-CAD unterstützt.

Die Ergebnisse der Projekte, die mit dem E-CAD-System EPLAN bearbeitet werden, werden nach der Fertigstellung in dem PDM-System unter eine Versionierung gestellt und verwaltet. Die Projektdaten wie Artikel und Stücklisten werden über die vorhandene EPLAN-Integration ausgelesen und zusammen mit den MCAD Stücklisten dem ERP-System zur Verfügung gestellt. Der versionsabhängige Zugriff auf EPLAN-Projekte erfolgt zukünftig ebenfalls nur noch über das PDM-System.

Alle Office Arbeitsplätze, die für die Erstellung und die Pflege der technischen Unterlagen eingesetzt werden, speichern ihre Dateien (Winword, Excel, Projekt, etc.) in dem PDM-System ab. Die vorhandene Office-Integration unterstützt diese Arbeit, da das PDM-System ähnlich wie bei den Schriftfeldern in den Zeichnungen, die Metadaten auch in den Dokumenten zur Verfügung stellt und damit aktualisiert. So ist es möglich, z.B. die Vorlagen für den Änderungsdienst einmalig zu erstellen und automatisch durch das PDM-System zu füllen.

Die Ausgabe von technischen Unterlagen, unabhängig ob es sich um CAD-Zeichnungen, Änderungsmitteilungen oder Dokumentationen handelt, erfolgt nur über das PDM-System.

Dieses bietet die Möglichkeit, alle technischen Unterlagen zu sammeln, die zu einer Anlage gehören und diese abschließend auf die entsprechenden Ausgabegeräte zu verteilen. Anforderungen, wie das Stempeln der Unterlagen, das Set-Plotting, die Steuerung von Hochleistungsplottern mit angeschlossenem Falter, werden dabei ebenfalls von dem PDM-System unterstützt. So ist durch den Einsatz des PDM-Systems auch für die Arbeitsvorbereitung und die Repro-Abteilungen eine erhebliche Entlastung der täglichen Arbeit zu verzeichnen.

Diese IT-Architektur gewährleistet, dass alle relevanten technischen Daten in dem PDM-System unter den entsprechenden Projektsichten und Artikelnummern erfasst werden. Durch die zentrale Erfassung unterliegen zukünftig alle Dateien einem kontrollierten und überwachten Änderungsdienst einschließlich eines zentralen Freigabe-Workflow, da auch der Zugriff auf beliebige technische Dokumente nur noch zentral über das PDM-System vorgenommen werden kann.

Durch die ERP-Integration wird sichergestellt, dass alle Artikel- und Stücklistendaten ebenfalls mit dem ERP-System synchronisiert werden. Damit wird nicht nur eine doppelte Erfassung dieser Daten vermieden, sondern zusätzlich gewährleistet, dass ausgehend von der CAD-Datenstruktur bis hin zur ERP-Stückliste diese Daten konsistent einer Aktualisierung unterzogen werden. Fehlerhafte Abweichungen zwischen CAD-Baugruppen und ERP-Stücklisten gehören damit der Vergangenheit an.

Alle Abteilungen, die nicht mit der Oberfläche des PDM-Systems arbeiten, erhalten dennoch einen Zugriff auf die technischen Dokumente, indem in den Programmen dieser Abteilungen (ERP-System, Vertriebssystem, etc.) hinter die Artikel- und Stücklistenfunktionen softwaretechnisch ein Funktions-Aufruf hinterlegt wird. Über diese Funktion wird ein externes Programm gestartet, über das direkt aus dem PDM-Vault – unter der Berücksichtigung aller Zugriffsrechte – die dem Artikel zugeordneten Dokumente ausgecheckt und zum Viewen bereit gestellt werden.

Bezüglich der Verbindungen zu den anderen Standorten wird später ein Detail-Konzept entwickelt (vgl. Kap. 5.3.1), welches bei einer Änderung der Produktdaten einen gesteuerten Datenabgleich und eine Synchronisation der einzelnen Dateien gewährleistet. Mit Hilfe des PDM-Systems wird konzernweit eine einheitliche IT-Plattform geschaffen und damit der Medienbruch und die fehlende Daten-Synchronisation zwischen den Standorten überwunden (vgl. **Abbildung 5-2**). Dazu wird das PDM-System an allen Standorten installiert und über eine Schnittstelle werden alle Daten abgeglichen. Diese Vorgehensweise garantiert

gleichzeitig überall einen einheitlicher Informationsstand und es können immer alle technischen Unterlagen aktualisiert zur Verfügung gestellt werden.

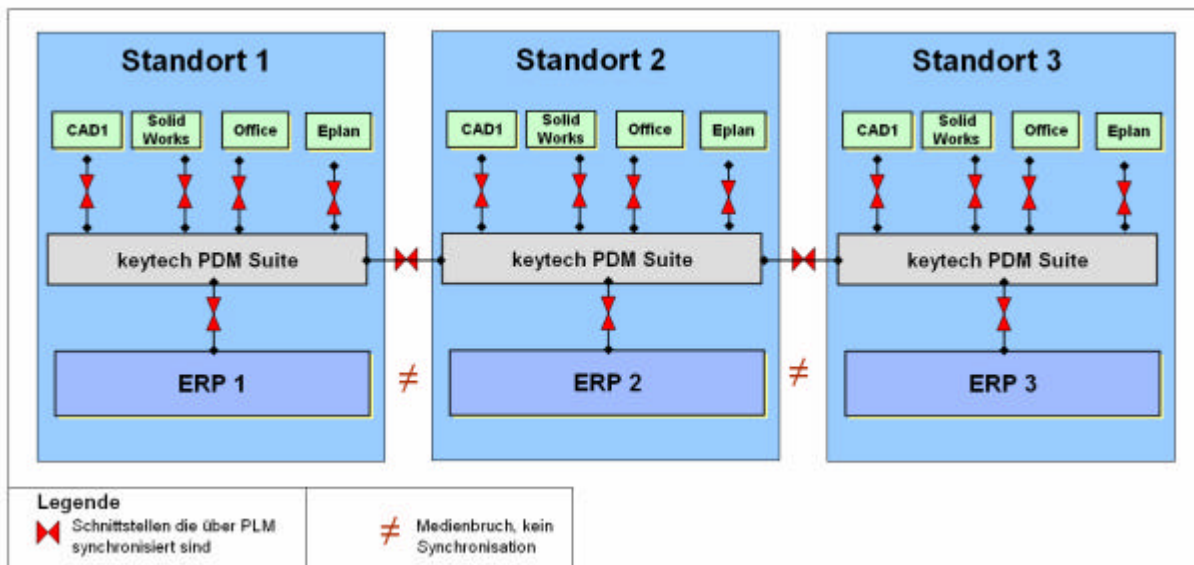


Abbildung 5-2: Konzernweite IT-Architektur (Auszug)

Bei der Wahl des PDM-Systems ist in erster Linie darauf zu achten, dass das zum Einsatz kommende PDM-System über eine möglichst große Anzahl von Schnittstellen zu verschiedenen IT-Systemen (CAD-Systeme, Office-Anbindung, ERP-Schnittstellen) verfügt. Wie bereits ausgeführt, sind die Schnittstellen von den IT-Systemen zu den ERP-Systemen kaum vorhanden, da diese für jedes eingesetzte System hätten entwickelt werden müssen. Diese Möglichkeit wird hier konzeptionell nicht weiter verfolgt, da dem Nutzen ein zu hoher Aufwand für die Entwicklung und Pflege der Schnittstellen gegenüber steht, so dass aus diesem Grunde weitestgehend auf die ERP-Kopplungen verzichtet wurde. Der Sachverhalt bezüglich der Entwicklung und Pflege von Schnittstellen wird in [8] ausreichend diskutiert und auch belegt.

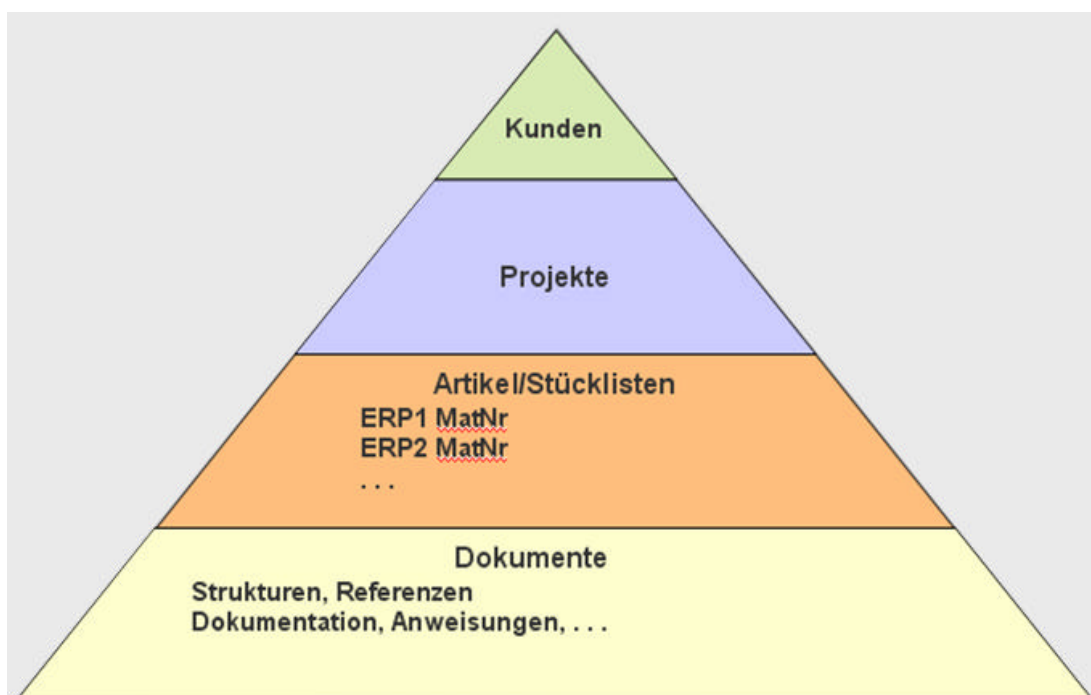
Die konzernweite Einführung eines PDM-Systems ermöglicht einen standortübergreifenden Datenaustausch und die Altsysteme sind unter derselben Datenhoheit des PDM-Systems verwaltet. Ebenso lassen sich die verschiedenen ERP-Systeme über einen PLM-Backbone synchronisieren. Allerdings müssen hier sicherlich noch einige Schnittstellen zu einzelnen ERP-Systemen generiert werden, da man nicht davon ausgehen kann, dass ein PDM-System über Schnittstellen zu allen ERP-Systemen verfügt.

Mit der gleichzeitigen Einführung eines 3D-CAD-Systems und eines E-CAD-Systems können die technischen Abteilungen aller Standorte und hier insbesondere die Konstruktions-

abteilungen standortübergreifend zusammen arbeiten, da diese jeweils immer mit denselben CAD-Systemen arbeiten und daher gegenseitig direkt auf die gleichen Konstruktionsdaten zurückgreifen können.

## 5.2 Aufbau des Datenmodells

Bevor eine optimierte Produktentwicklung auf der Basis der neuen IT-Architektur (vgl. Abbildung 5-2) im Einzelnen konzipiert werden kann, muss zunächst ein Datenmodell definiert werden, welches die Realisierung der weit reichenden Anforderungen an ein standortübergreifendes Engineering sicherstellt. Die Struktur des zu konzipierenden Datenmodells ist so aufgebaut, dass ausgehend von einem bestimmten Kunden auf die ihm zuzuordnenden Projekte zugegriffen werden kann. Innerhalb der Projekte werden wiederum die Stücklisten aller Produkte verwaltet, welche mit Hilfe von Zeigern auf die beschreibenden Dokumente eines Produktes verweisen (vgl. **Abbildung 5-3**). Durch die hier gewählte Form der Referenzierung ist gewährleistet, dass nicht nur der Kunde als Ausgangspunkt für die Suche nach bestimmten Informationen benutzt werden kann, sondern letztendlich jede Information aus jeder der hier vorliegenden vier Ebenen. Hierdurch hat der Anwender die Möglichkeit, nach unterschiedlichen Kriterien einen Suchvorgang zu initiieren, was wiederum die Suche generell vereinfacht und auch beschleunigt.



**Abbildung 5-3: Struktur des Datenmodells**

Zunächst sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die einzelnen Standorte in ihrer bisherigen Arbeitsweise sehr autark auf der Grundlage ihrer jeweiligen spezifischen Organisationsformen gearbeitet haben. Diese Organisationsformen verfügen allerdings über wenige Gemeinsamkeiten, so dass zukünftig als verbindendes Element für alle Standorte eine globale Arbeitsweise für alle zu verteilenden Daten vorgegeben wird. Darüber hinaus wird den Standorten gestattet, zukünftig auch außerhalb dieser Vorgaben zu arbeiten, so dass das erweiterte Datenmodell neben diesen generellen, globalen Strukturen auch lokale, standortspezifische Strukturen abbilden muss.

Um die in Kapitel 3 formulierten Anforderungen in ihrer Gesamtheit abzudecken, verfügt das Datenmodell über Klassen und Methoden sowie Datentypen (Objekte), denen Attribute mit variablem Inhalt zugeordnet werden. Mit diesen Objekten ist eine getrennte Verwaltung von Projekten, Artikeln und Dokumenten möglich. Zur Erfüllung aller vorgesehenen Aufgaben muss das Datenmodell neben den Objekten zumindest auch über die folgenden Merkmale verfügen:

- ? Verwaltung / Mappen (Kunden, Projekte, Aufgaben)
- ? Klassifizierung (sämtliche Datenbankelemente)
- ? Stücklisten
- ? Referenzen (sämtliche Abhängigkeiten zwischen den Elementen der einzelnen Objekte selbst und auch objektübergreifend wie Dokumentstrukturen, Mappenreferenzen, Artikel- Dokumentverbindungen, etc.)

Mit dem Datenmodell werden die Strukturen beschrieben, mit denen das neue IT-System die Informationen verwaltet. Das Datenmodell ist so konzipiert, dass aus unterschiedlichen Sichten ein Zugriff auf die Daten erfolgen kann. Die Daten werden dabei in ihrem jeweiligen Kontext visualisiert. Als möglicher Einstieg für eine Suche sind die Objekte

- ? Mappe
- ? Artikel
- ? Dokument

vorgesehen. Das Suchergebnis wird in einem Struktur- oder Wiederverwendungsbaum angezeigt (wird noch erläutert) und liefert dem Anwender eine Sicht auf die abhängigen bzw. übergeordneten Daten.

Jedes Objekt muss sowohl standortübergreifende (globale) als auch standortabhängige (lokale) Attribute und Werte (Inhalte) verwalten können. Das Datenmodell ist so aufzusetzen, dass alle lokalen Attribute an dem jeweiligen Standort bearbeitet und verändert werden können, während die globalen Attribute jeweils nur an einem Standort veränderbar sind. Nachfolgend werden nur die Objektdefinitionen genauer beschrieben, welche unmittelbar die Arbeitsweise der Konstruktion, auch standortübergreifend, nachhaltig beeinflussen. Hierbei handelt es sich um die Objekte Mappe, Artikel und Dokument.

### 5.2.1 Darstellung der Objekte

Der Zusammenhang zwischen den Objekten und ihren Referenzierungen wird in der **Abbildung 5-4** dargestellt. Die Abhängigkeiten ergeben sich aus dem logischen Aufbau des Datenmodells. Bezüglich der Objekte kann generell gesagt werden, dass

- ? **Mappen**, als übergreifendes Ordnungskriterium sämtliche definierten Objekttypen beinhalten können. Mappen können daher ineinander strukturiert sein (z.B. zum Abbilden von Projektstrukturen), sie können aber auch Artikel und Dokumente enthalten (z.B. Mappe Bilder einer Maschine).
- ? **Artikel** können Artikelstrukturen abbilden, die als Stücklisten im System verwaltet und dargestellt werden, sowie alle Artikel beschreibenden Dokumente (z.B. Fertigungszeichnung, Änderungsmitteilung, Beiblatt, Dokumentation, etc.).
- ? **Dokumente** können Dokumentenstrukturen abbilden (z.B. alle 3D-Daten über Baugruppen und Einzelteile, die zum Aufbau einer CAD-Baugruppe notwendig sind).

Alle diese Objekte können zusätzlich **klassifiziert** werden, um jedem Objekt weitere beschreibende Daten zuordnen zu können. Der Zusammenhang zwischen den Objektdaten wird vom Anwender für jedes Objekt selbst bestimmt und in der Datenbank hinterlegt. Eine Suche nach einem Objekt kann über jeden beliebigen Objekttyp durchgeführt werden. Das Einzelergebnis dieser Suchaktion wird in einem Strukturbaum dargestellt. In diesem Baum sind alle Abhängigkeiten erkennbar. Die einzelnen Elemente sind dabei grafisch dargestellt, damit der Anwender aufgrund der geometrischen Unterschiede auch bei komplexen Strukturen die einzelnen Elemente und ihre Zustände schnell erfassen kann. Der in der **Abbildung 5-5** dargestellte Strukturbaum dient als Grundlage zur Erklärung der einzelnen Elemente und Symbole.

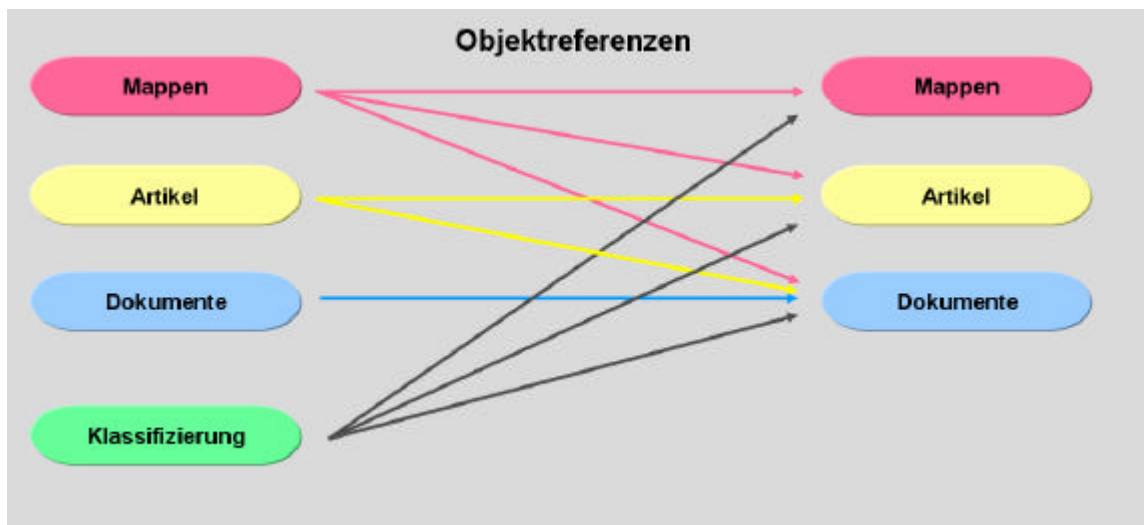


Abbildung 5-4: Objektreferenzen

Jedem in dem Struktur- bzw. Wiederverwendungsbaum abgebildeten Objekt ist ein grafisches Symbol vorangestellt, das diesem Objekttyp entspricht. Darüber hinaus können die Elemente des Strukturfensters statusabhängig eingefärbt werden. Dies erhöht die Erkennbarkeit, so dass auf einen Blick alle zu bearbeitenden Elemente sichtbar sind. In der Darstellung in der Abbildung 5-5 sind die freigegebenen Elemente grün eingefärbt. Neben den beschriebenen Symbolen kann die Anzeige im Strukturbaum frei konfiguriert werden. Die Definition der Anzeige kann für jeden Objekttyp getrennt vorgegeben werden. In der Abbildung 5-5 werden in dem Strukturbaum folgende Informationen angezeigt:

Symbol – Identifikationsnummer – Version – Beschreibung – Status

Die im Strukturfenster dargestellte Sicht beschreibt in den ersten Ebenen eine Ordnerstruktur, die auf einem Kundenordner basiert. So ist unter dem Kundenbeispiel Crosstrainer der Projektordner Trailer abgebildet, der sich in die einzelnen abteilungsspezifischen Teilprojekte untergliedert. In dem Unterordner Schaltpläne der Abteilung Elektrokonstruktion befindet sich eine E-Konstruktion, die über das Symbol des entsprechenden E-CAD-Systems, hier das System EPLAN, dargestellt wird. Das erste Element in dem Ordner Baugruppen beschreibt einen Artikel, der als Strukturelement eine Stückliste besitzt. Durch das Öffnen der Stückliste werden die Artikel des Baukastens angezeigt. Jedes „+“ Zeichen zeigt an, dass unter dem Element eine weitere Struktur liegt. Dem Artikel Trailer sind neben der Stückliste auch weitere Dokumente (3D-CAD Baugruppen, Excel Dokumente) zugeordnet.



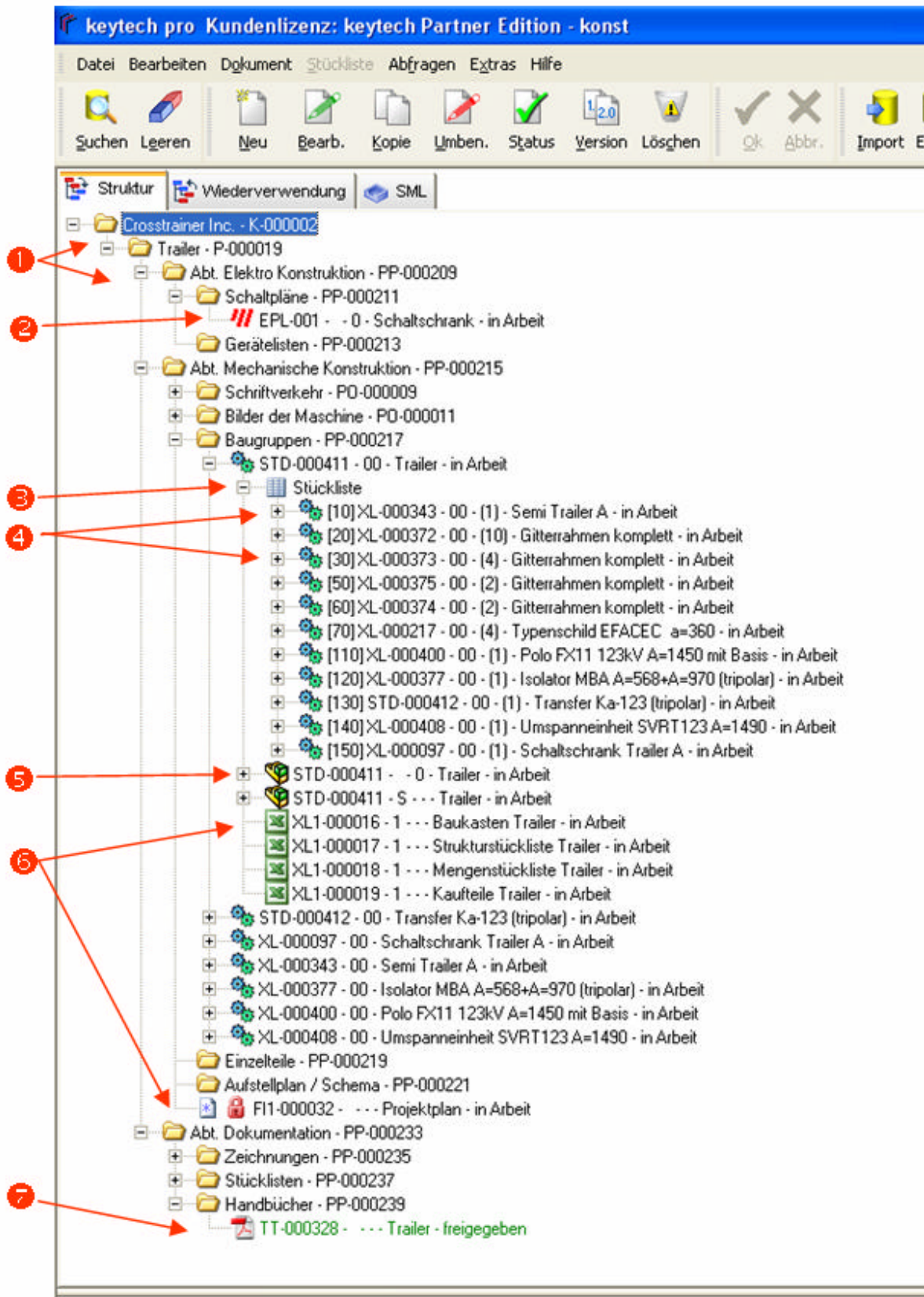


Abbildung 5-5: Strukturbaum

Der Strukturbaum in der Abbildung 5-5 enthält unter anderem:

☞ Ordner (Mappen)

Eine Mappe ist mit dem Mappensymbol gekennzeichnet. Die Beschreibung der Mappe und ihrer Struktur ist dem Kapitel 5.2.2 zu entnehmen.

☞ Elektro-CAD

Hierbei handelt es sich um ein EPLAN-Projekt, welches dem Ordner Schaltpläne zugeordnet und dass durch das Symbol von EPLAN gekennzeichnet ist. Dadurch wird der Wiedererkennungswert erhöht. Der Anwender erkennt direkt an Hand des Symbols, dass hier ein EPLAN-Dokument verwaltet wird.

☞ Stücklisten

Das Stücklistensymbol verweist auf eine Baukastenstückliste. Durch Anwahl dieses Symbols werden im Anzeigefenster der Kopfsatz und alle Komponenten mit ihren beschreibenden Ausprägungen dargestellt, wie Positionsnummer, Menge, Artikelinformationen und zusätzlichen Stücklistenattributen. Unterhalb der Stückliste sind die einzelnen Artikel im Strukturfenster erkennbar.

☞ Artikel

Ein Artikel ist mit dem Symbol für Artikel gekennzeichnet. Die Beschreibung des Artikels und seiner Strukturen ist dem Kapitel 5.2.3 zu entnehmen.

☞ 3D-CAD Dokumente

Jeder einzelne Dokumententyp ist durch sein spezifisches Symbol beschrieben. Hier ist das Symbol einer SolidWorks Baugruppe eingeblendet. Bei Anwahl dieses Symbols werden die baugruppenspezifischen beschreibenden Daten im Anzeigefenster dargestellt. Das „+“ Zeichen weist darauf hin, dass unterhalb der Baugruppe eine Dokumentenstruktur existiert. Die generelle Beschreibung der Dokumente ist dem Kapitel 5.2.4 zu entnehmen.

☞ Office Dokumente

Bei den Office Dokumenten verweisen die Symbole darauf, dass im oberen Teil Excel-Dokumente und im unteren Teil ein Projektplan unter den entsprechenden Ordnern abgelegt ist. Der Projektplan ist zusätzlich mit einem roten Schloss gekennzeichnet. Dieses Schloss weist darauf hin, dass der Projektplan vom aktuellen Anwender für sich in der Datenbank reserviert wurde. Dies bedeutet, dass nur der aktuelle Anwender Schreibrechte auf diese Datei einschließlich ihrer Metadaten besitzt. Bei einem grau hinterlegten Schloss wäre das Dokument von einem anderen Anwender reserviert worden, was bedeutet, dass der aktuelle Anwender ausschließlich Leseberechtigungen auf diese Datei und ihre Metadaten besitzt.

#### ☞ PDF- bzw. TIF Dokumente

Über das PDF-Symbol ist erkennbar, dass es sich hier um eine PDF-Datei handelt. Zusätzlich ist erkennbar, dass die Beschreibung dieser PDF-Datei grün eingefärbt ist. Die Farbgebung ist frei wählbar und zeigt den Status der einzelnen Elemente an. In diesem Fall bedeutet die Farbgebung, dass das PDF-Dokument freigegeben und damit für jeden bearbeitenden Zugriff gesperrt ist.

### 5.2.2 Objektdefinition Mappe

Unter einer Mappe wird ein Objekttyp verstanden, der frei definierbare Beziehungen zu allen Objekten einer Datenbank aufbauen kann. Dadurch werden Strukturen geschaffen, die die Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Objekten beschreiben. Mappen können aufeinander referenzieren, wodurch Sichten wie „Kunde – Projekt – Unterprojekt“ abgebildet werden können. Ebenso können Mappen auf die Objekte Artikel und Dokument referenzieren, wodurch Sichten wie Entwicklungsordner, Arbeitsmappe, etc. abgebildet werden können.

In der Regel werden die Mappen als Ordnungskriterium an jedem Standort eingesetzt. Da die Objekte die Ausprägungen der Klassen zur Laufzeit darstellen, kann es eine Klasse Mappe geben und beliebig viele Mappen-Objekte. In der generellen Definition wird eine Mappenstruktur für die Kunden- und Projektverwaltung vorgegeben. Diese strukturiert alle mit dem Kunden im Zusammenhang stehenden Projekte in den ersten Ebenen. Jedes Kundenprojekt ist nach diesem Muster aufgebaut, damit alle Mitarbeiter immer mit ähnlichen Strukturen arbeiten (vgl. **Abbildung 5-6**) und sich daran auch in anderen Projekten orientieren können.

Die Erklärung der einzelnen Symbole ist dem Kapitel 5.2.1 zu entnehmen. An dieser Stelle soll vielmehr aufgezeigt werden, dass über das PDM-System eine einheitliche Projektstruktur vorgegeben werden kann. Immer wenn ein Konstrukteur ein neues Projekt zu einem Kunden anlegt, wird die in Abbildung 5-5 beschriebene Ordnerstruktur erzeugt. Neben den Ordnern können auch Dokumentvorlagen (siehe Projektplan FI1-000032) automatisiert mit erzeugt werden.

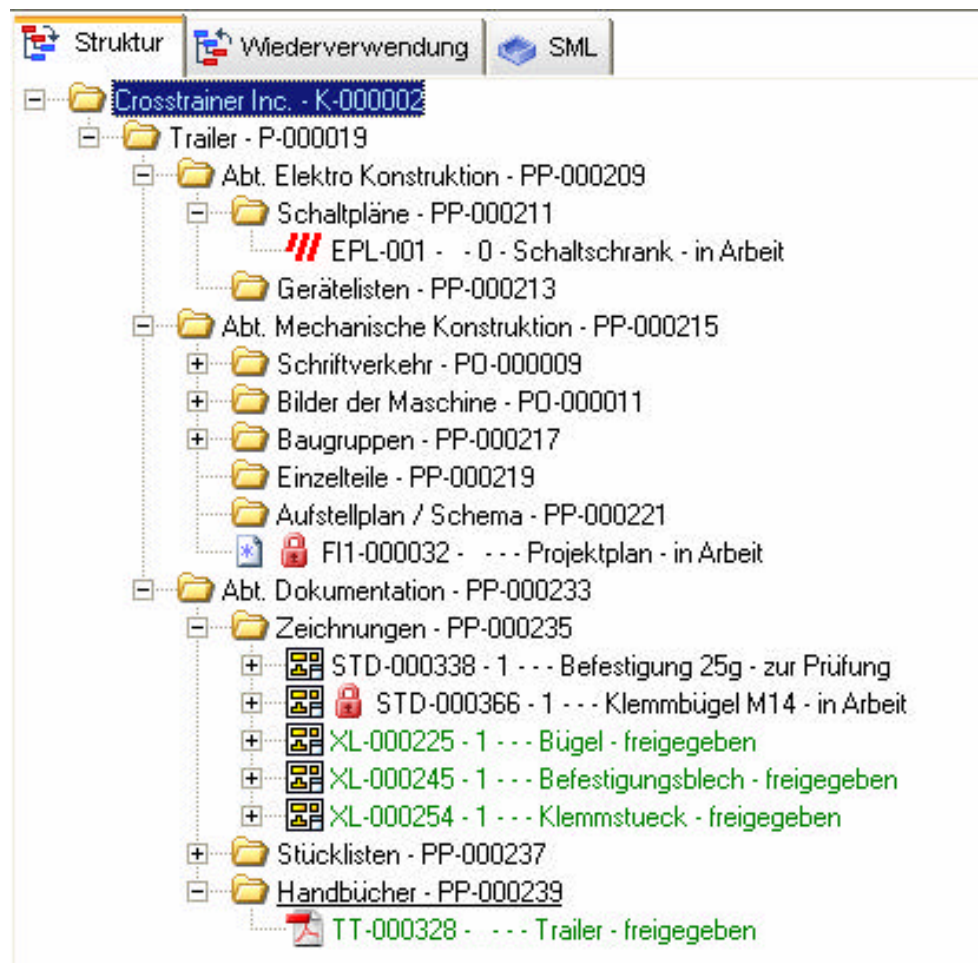


Abbildung 5-6: Globaler Mappenstrukturbaum (Auszug)

Die Definition der Mappen erfolgt in diesem Beispiel auf den ersten drei Ebenen des Strukturbaumes, kann aber projektspezifisch erweitert werden. Der vorgegebene Aufbau lautet:

Kunde => Projekt => Abteilung => Objekttyp (Baugruppen, Schriftverkehr, Bilder, ...)  
=> Objektart (CAD-Modell, Zeichnungen, Pläne, Liste, etc.)

Dieser Aufbau kann noch über ein Stufe Teilprojekt mit den entsprechenden Unterstrukturen erweitert werden. Der Aufbau gestaltet sich dann in der folgenden Form:

Kunde => Projekt => Teilprojekt (Schaltschrank, Umspanneinheit, etc.)  
=> Abteilung => Objekttyp => Objektart

Zusätzlich zu den globalen Definitionen werden für alle lokalen Definitionen immer die Mappentypen ToDo und Monitoring für jeden Mitarbeiter vorgegeben (vgl. **Abbildung 5-7**).

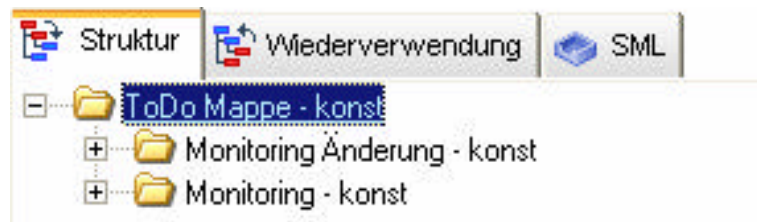


Abbildung 5-7: Lokale Mappenstruktur (Auszug)

In der Mappe ToDo kann jeder Mitarbeiter alle zur Zeit in Arbeit befindlichen Projekte zusammenfassen (Arbeitsmappe), wobei er in der Mappe Monitoring die Projekte bestimmen kann, für die er bei einer Änderung / Erweiterung dieses Projektes eine Rückmeldung wünscht. Parallel dazu wird die Mappe Monitoring Änderung bereitgestellt, in die automatisch jede Änderung eingetragen wird, die ein anderen Mitarbeitern an einem der überwachten Projekte (Mappe Monitoring) durchgeführt hat. Neben diesen vorgegebenen Mappen kann sich jeder Mitarbeiter weitere Mappenstrukturen anlegen, die er für die Organisation seiner Daten benötigt.

Schon bei der Anmeldung am System wird dem Mitarbeiter unter seinem Login Namen seine persönliche Arbeitsmappe direkt angezeigt. In diesem Fall steht der Name „konst“ stellvertretend für den Login Namen eines Mitarbeiters aus der Konstruktion. Ist ein Mitarbeiter stellvertretend für einen Kollegen tätig, so kann er, bei entsprechender Berechtigung, sich auch den Arbeitsordner seines Kollegen in gleicher Weise anzeigen lassen.

Für einen standortübergreifenden Datenabgleich sind in der **Abbildung 5-8** einige Mappenklassen mit den dazugehörigen Mappentypen dargestellt, wobei die Mappen in die beiden Datentypen global und lokal aufgeteilt sind. Die Darstellung zeigt, dass bei einem Datenabgleich zwischen den PDM-Datenbanken der Standorte nur die Mappentypen berücksichtigt werden, welche die Typkennung global besitzen.

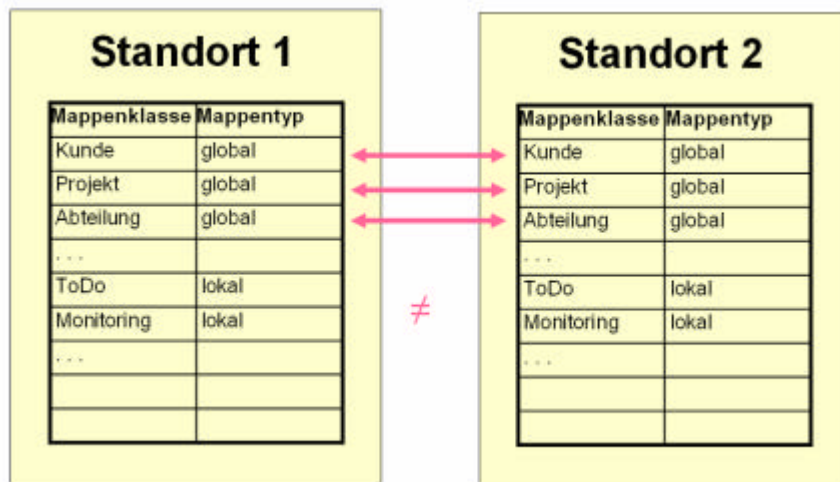


Abbildung 5-8: Standortübergreifender Datenabgleich für Mappen

Außerdem verfügt jede Mappe über eine Kennung, mit der festgelegt wird, an welchem Standort diese Mappe verändert werden kann. Damit aber auch standortübergreifend in ein Kundenprojekt zusätzlich Informationen eingepflegt werden können, kann eine Berechtigung durch das Hinzufügen von Informationen (vgl. Kap. 5.2.5) entsprechend der Darstellung in der **Abbildung 5-16** geändert werden.

Mit Hilfe der Vererbung wird es ermöglicht, dass unterschiedliche Mappen-Objekte typabhängige Eigenschaften besitzen. So verfügt ein Mappen-Objekt neben den allgemeinen Attributen, welche in der Basisklasse `K_t_Workflow` definiert sind, noch über zusätzliche Attribute aus der objektspezifischen abgeleiteten Klasse (z.B. `K_t_Kunde_wf`) (vgl. **Abbildung 5-9**). Ebenso können die Methoden zur Behandlung der Objekte durch Berechtigungsdefinitionen in den abgeleiteten Klassen separat festgelegt werden.

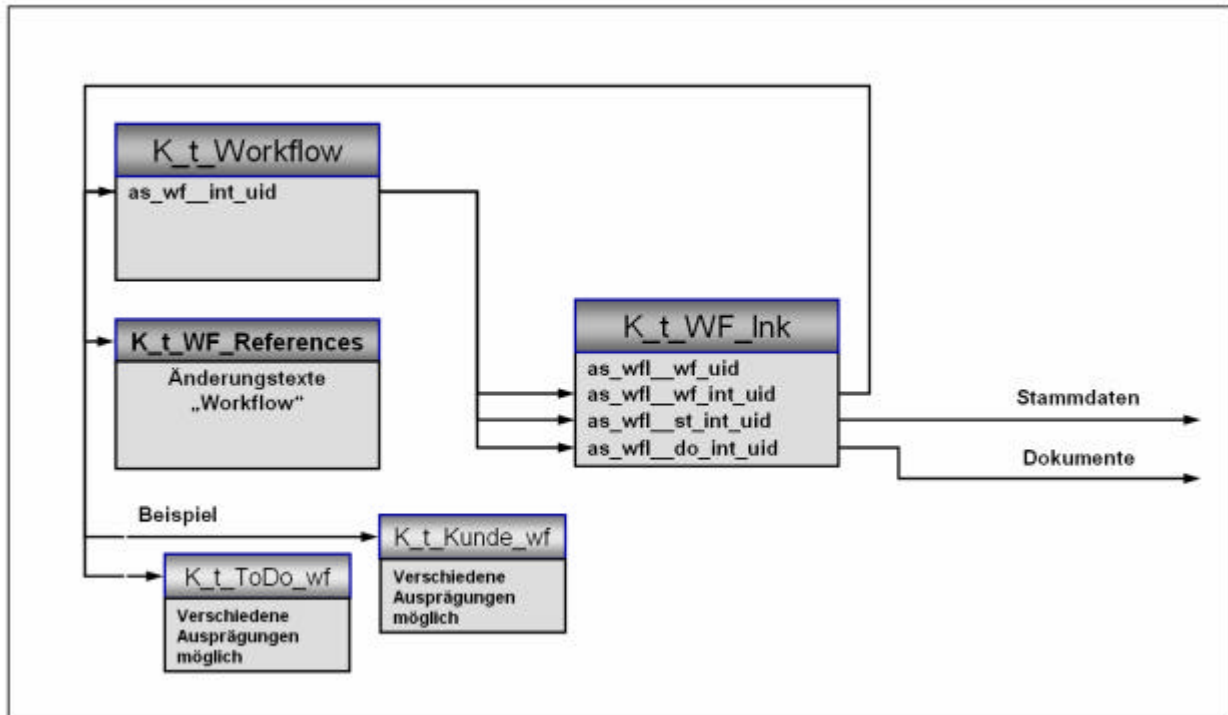


Abbildung 5-9: Objektstruktur für Mappen

Über die Verbindungen K\_t\_WF\_Ink wird die Abhängigkeit zu weiteren Objekten der Klassen K\_t\_Workflow (Mappen), K\_t\_Stammdaten (Stammdaten / Artikel) und K\_t\_Documents (Dokumente) hergestellt.

### 5.2.3 Objektdefinition Artikel

Unter einem Artikel wird ein Objekttyp verstanden, der das Verbindungsglied zu einem ERP-System darstellt. Unter einem Artikel können beliebige Artikelstrukturen (Stücklisten), wie auch alle artikelbeschreibenden Dokumente referenziert werden. Ein Artikelstamm wird so aufgebaut, dass er sowohl standortübergreifende (globale) als auch standortabhängige (lokale) Attribute enthält. Die globalen Attribute sind für alle Standorte identisch aufgesetzt, da diese über den Datenabgleich miteinander synchronisiert werden. Die Ausprägung der lokalen Attribute bleibt den einzelnen Standorten überlassen, da diese erfahrungsgemäß voneinander abweichen.

Jeder Artikel erhält über das PDM-System eine eindeutige Kennzeichnung (vgl. Kap. 5.4.2). Mit der Einführung des PDM-Systems werden zunächst aus den ERP-Systemen eines jeden Standortes alle relevanten Artikel in das PDM-System übernommen. Mit der Übernahme wird



jedem dieser Artikel eine „*neue*“ eindeutige Artikelnummer zugeordnet und in das Feld Artikel-Nr. (vgl. **Abbildung 5-10**) eingetragen. Zusätzlich wird die vorhandene „*alte*“ Artikelnummer auf das lokal verwaltete Feld alte ERP-Nummer eingetragen. Bei einer Neuanlage eines Artikels bleibt das Feld alte ERP-Nummer immer leer.

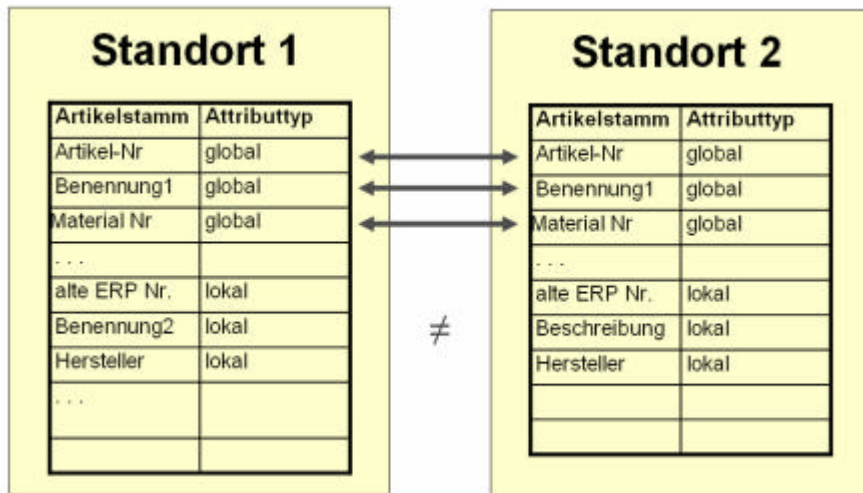


Abbildung 5-10: Standortübergreifender Datenabgleich für Artikel

Wird ein Artikel an die anderen Standorte verteilt, so liegt die Datenhoheit (vgl. Kap. 5.2.7) eines Artikels zunächst an dem Standort, an dem er erstellt wurde. Jedes der vorab definierten Objekte arbeitet auf diese Art und Weise und kann somit prioritätsgesteuert zwischen allen beteiligten Standorten abgeglichen werden (vgl. Abbildung 5-10). Diese Abbildung zeigt auch, welche der Attribute abgeglichen werden können. Im Gegensatz zu den globalen Attributen wird auf dem lokalen Attribut alte ERP-Nummer die Artikelnummer des jeweiligen ERP-Systems als ERP-spezifische Artikelnummer mitgeführt. Jeder Artikel erhält eine PDM-Artikelnummer auf dem globalen Attribut, die über alle Systeme hinweg eindeutig ist. Diese PDM-Artikelnummer beinhaltet eine Standortkennung, mit welcher jederzeit der Ursprung eines Artikels festgestellt werden kann.

Wenn an einem Standort erkannt wird, dass ein bestehender Artikel bereits unter einer anderen globalen PDM-Artikelnummer existiert, so wird die ERP-Nummer in das standortspezifische Artikelnummernfeld alte ERP-Nummer eingetragen. Dadurch greifen immer alle Standorte auf eine einheitliche globale Artikelnummer zu, können aber trotzdem einen Verweis auf ihre alte im ERP-System existierende Artikelnummer mitführen. Dieser Eintrag ist für die Kommunikation mit dem standortspezifischen ERP-System unbedingt notwendig. Ist das Feld alte ERP-Nummer belegt, so wird bei der Übertragung von Artikel- und Stücklisteninformationen an das ERP-System immer die lokale alte ERP-Nummer auf die Material-Nummer des ERP-Systems gemappt. Sämtliche technischen Dokumente



werden auf die PDM-Artikelnummer bezogen, damit eine Vereinheitlichung / Zusammenführung schrittweise durchgeführt werden kann.

Wird auf diese Weise im Nachhinein erkannt, dass unterschiedliche Artikelnummern eigentlich dasselbe Produkt beschreiben, sind zwei Vorgehensweisen denkbar. Zunächst wird die „alte“ Artikelnummer in das beschreibende Feld alte ERP-Nummer der „neuen“ Artikelnummer eingetragen und gleichzeitig alle vorhandenen Referenzen auf die neue konzernweit gültige Artikelnummer umgesetzt und die alte Artikelnummer gelöscht. Wenn andererseits allerdings zu viele Abhängigkeiten vorliegen (z.B. Artikel ist in unterschiedlichen Stücklisten verbaut), wird die „alte“ Artikelnummer mit einem speziellen Kennzeichen auf ungültig gesetzt und gleichzeitig wird auf dieser Artikelnummer ein Verweis auf die „neue“ konzernweit gültige Artikelnummer eingetragen.

Die einzelnen Abteilungen in den Standorten haben nach der Einführung des Konzeptes die Aufgabe, ihren vorhandenen Artikelstamm zu sichten und entsprechend der vorhergehenden Beschreibung zu bearbeiten. Dadurch kann mittelfristig der Bestand von Einkaufsartikeln reduziert und der Einkauf dieser Artikel zentralisiert werden. Im Ergebnis führt dies zu einer Reduktion der Verwaltungskosten und es können bessere Einkaufskonditionen aufgrund höherer Abnahmemengen erwartet werden. Gleiches gilt für die Werksnormen und die Fertigungsartikel. Darüber hinaus wird durch die Zusammenfassung der standortspezifischen Artikel der Materialstamm in einem ERP-System deutlich gestrafft.

Des Weiteren kann durch die Mehrfachverwendung der Artikel über alle Standorte zukünftig eine sinnvolle Planung durchgeführt werden. Die Optimierung bezüglich des Materialeinsatzes kann sowohl fertigungstechnisch durch eine standortübergreifende Auflage von Kleinserien als auch technisch durch eine kostenberücksichtigende Überarbeitung der technischen Unterlagen erfolgen. Dies führt im Ergebnis auf der einen Seite zu einer Kostenreduzierung und auf der anderen Seite zu einer besseren Auslastung der einzelnen Produktionsstandorte, wodurch auch noch zusätzlich eine effizientere Abwicklung von Projekten erreicht werden kann.

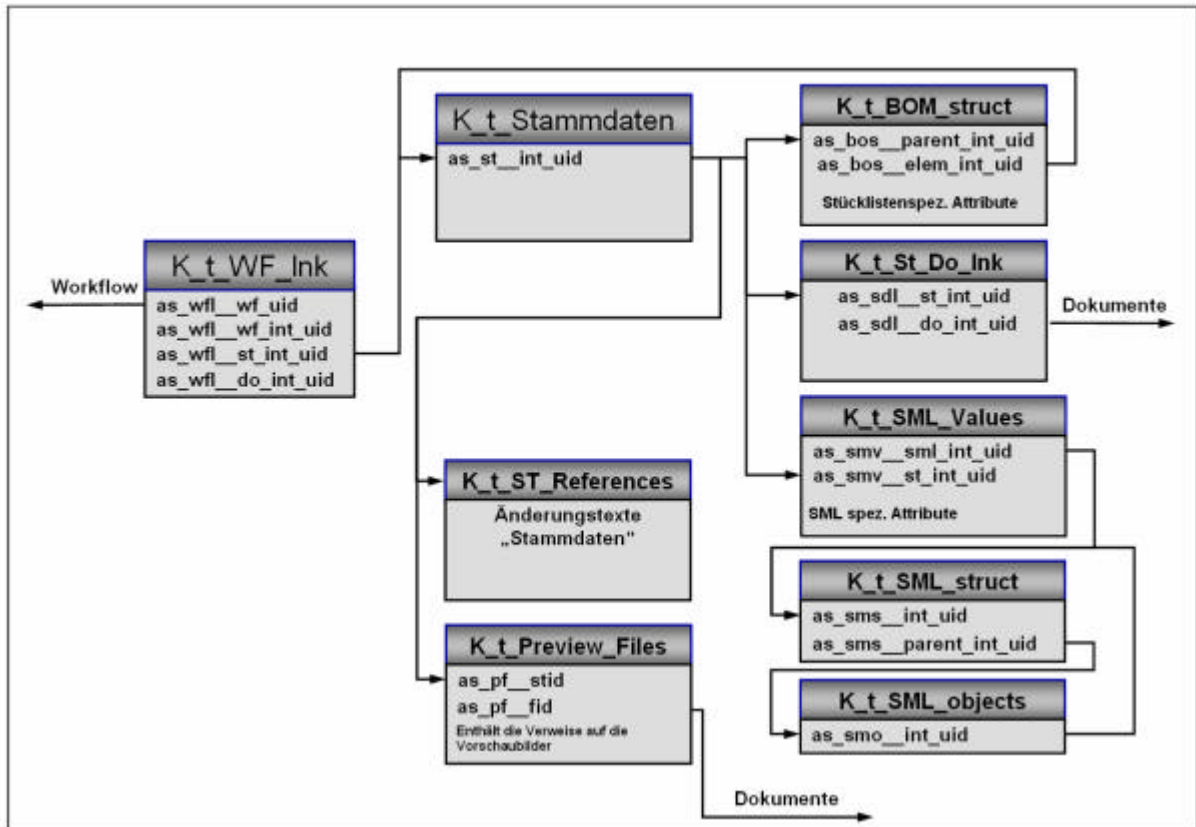


Abbildung 5-11: Objektstruktur für Artikel

Die möglichen Objektbeziehungen der Artikel zeigt beispielhaft die **Abbildung 5-11**. Wie bereits bei den Mappen beschrieben, gibt es einerseits die Referenzierung zu den Mappen (**K\_t\_Workflow**, **K\_t\_WF\_Ink**), wie auch eine Referenzierung zu den Artikeln (Stücklisten) über die Klasse **K\_t\_BOM\_struct**. Alle von einem Artikel abhängigen Dokumente werden über die Verbindung **K\_t\_St\_Do\_Ink** mit den Dokumenten Objekten (**K\_t\_Documents**) verknüpft. Darüber hinaus werden zusätzlich Dateien zur Visualisierung der artikelspezifischen Ausprägung angehängt, die in der Klasse **K\_t\_Preview\_Files** verwaltet werden.

Damit ist die Möglichkeit gegeben, auch Variantenteile mit mehrfachem Artikelbezug zu verwalten und die artikelabhängigen Ausprägungen zu visualisieren. Klassifizierende Attribute können ebenfalls mit den Artikelobjekten in Beziehung gesetzt werden; eine nähere Definition erfolgt in dem Kapitel 5.2.6.

#### 5.2.4 Objektdefinition Dokument

Ein Dokument definiert einen Objekttyp, welcher die eigentlichen beschreibenden Daten (Zeichnung, Prüfplan, 3D Modell, etc.) verwaltet. Unter einem Dokument können beliebige Dokumentstrukturen referenziert werden. Diese ergeben sich in der Regel beim Speichern der Dokumente aus einem 3D-CAD-System und werden in dem PDM-System automatisch angelegt. Darüber hinaus kann ein Dokument zusätzlich auf die zugehörigen neutralen Datenformate verweisen. Alle technischen Dokumente werden auf die PDM-Artikelnummer referenziert, damit alle artikelbeschreibenden Daten durch einfachen Zugriff auf die Artikelnummer verfügbar sind.

Änderungen an einem Dokument sind in der Regel Änderungen innerhalb der Datei (CAD-Modell, Änderungsmitteilung, Datenblatt, etc.). Dies bedeutet, dass für Dokumente keine Unterscheidung zwischen lokalen und globalen Attributen erforderlich ist. Bei den Dokumenten ist vielmehr sicherzustellen, dass von den verschiedenen Standorten Dokumente erstellt und den jeweiligen Artikeln zugeordnet werden können, auch wenn der Artikel an einem anderen Standort erstellt wurde bzw. ein anderer Standort über die Datenhoheit verfügt. In diesem Fall muss trotzdem die Möglichkeit bestehen, das erstellte Dokument diesem Artikel zuzuordnen, da die Artikeldaten im Schrifefeld des Dokumentes oder als beschreibende Daten innerhalb des Dokumentes angezeigt werden. Dem Dokument kommt somit eine besondere Rolle in den Objektbeziehungen zu.

Die **Abbildung 5-12** zeigt beispielhaft die Objektbeziehungen der Dokumente. In Analogie zu der Definition der Objekte Mappe und Artikel können auch die Dokumente von diesen beiden Objekten abhängig sein. Für die Mappen wird dieser Bezug über die Klassen K\_t\_Workflow und K\_t\_WF\_Ink und für die Artikel über die Klassen K\_t\_Stammdaten und K\_t\_St\_Do\_Ink gesteuert.

Das Objekt Dokument verwaltet über die Beziehung K\_t\_Files das anhängende Originaldokument und über die Beziehung K\_t\_Preview\_Files die zusätzlichen beschreibenden Dokumente wie Vorschaubilder und die neutralen TIF- und PDF Dokumente.

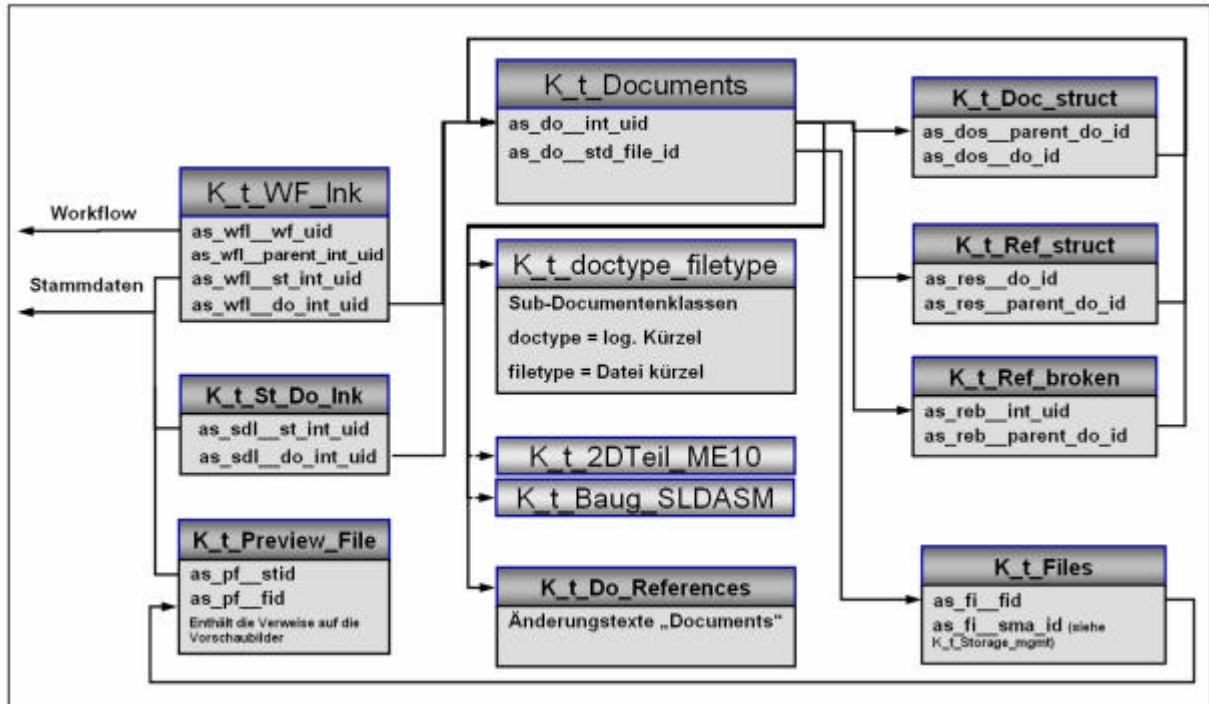


Abbildung 5-12: Objektstruktur für Dokumente

Für jeden Dokumententyp gibt es eine Klasse mit den typabhängigen Attributen, welche hier für die Klasse SolidWorks Baugruppen (**K\_t\_Baug\_SLDASM**) dargestellt ist. Für die Dokumentstrukturen werden die Beziehungen in der Klasse **K\_t\_Doc\_struct**, für Referenzen in den Klassen **K\_t\_Ref\_struct** und **K\_t\_Ref\_broken** verwaltet. Die Referenzen sind CAD spezifische Elemente und müssen daher ebenfalls in der PDM-Datenbank verwaltet werden. Unter Referenzen sind Verweise auf andere CAD-Dateien zu verstehen (z.B. Basisteile, Spiegelteile), die einen direkten Einfluss auf die Geometrie des referenzierten Teils besitzen.

### 5.2.5 Definition der Objektbeziehungen

Alle diese Objekte und die möglichen Abhängigkeiten werden in dem Datenmodell hinterlegt. Der Aufbau des Datenmodells gestaltet sich entsprechend der vorherigen Beschreibung. Allerdings sind für die beschreibenden Daten der einzelnen Objekte noch zusätzliche Sub-Klassen vorhanden. Diese Objektbeziehungen werden mittels Verbindungen definiert. So können die Mappen-Objekte Kunde und Projekt voneinander abweichende beschreibende Daten besitzen, die in den Sub-Klassen Kunde und Projekt entsprechend definiert werden können. Einen beispielhaften Zusammenhang zwischen verschiedenen Objekten zeigt die

**Abbildung 5-13.** In dieser ist ebenfalls der hierarchische Aufbau der Objekte Mappen => Artikel => Dokumente erkennbar.

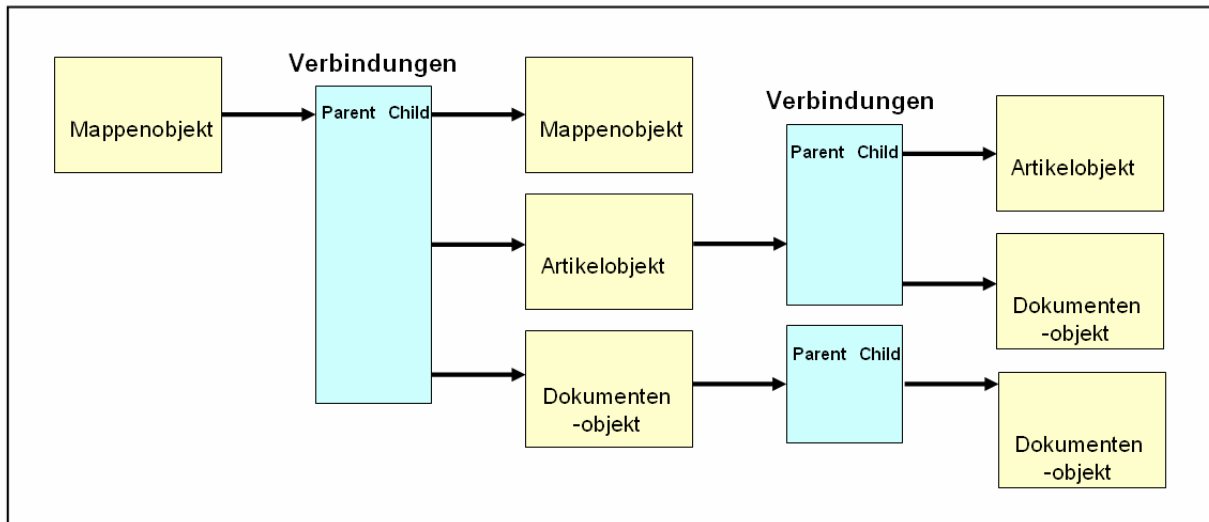


Abbildung 5-13: Beispiel einer Objekt-Struktur

#### 5.2.6 Klassifizierung der Produktdaten

Das Ziel der Klassifizierung besteht darin, den Datenbestand zu sichten und die Artikelvielfalt zu reduzieren. Da an den verschiedenen Standorten in der Vergangenheit eine Vielzahl von Artikeln entstanden ist, die sich zum Teil überschneiden, wird mit der Klassifizierung den Konstrukteuren ein Hilfsmittel an die Hand gegeben, die Artikel zu sinnvollen Artikelgruppen zusammenzustellen. Innerhalb einer Artikelgruppe kann dann im zweiten Schritt eine Artikelbereinigung stattfinden.

Werden z.B. durch die Klassifizierung doppelte Artikel erkannt, so wird unmittelbar festgelegt, welcher der beiden Artikel in Zukunft der konzernweit relevante Artikel ist. Dieser erhält dann die lokale ERP-spezifische Artikelnummer; der andere Artikelsatz wird auf „ungültig“ gesetzt. Um den technischen Abteilungen zukünftig eine Grundlage zu bieten, nach welcher diese arbeiten können, wird ein Klassifizierungsbaum definiert, der sich in die Bereiche globaler Klassifizierungsbaum und lokaler Klassifizierungsbaum unterteilt. Diese Vorgehensweise berücksichtigt die unterschiedlichen Ausprägungen der Klassifizierung an den verschiedenen Standorten (vgl. **Abbildung 5-14**).

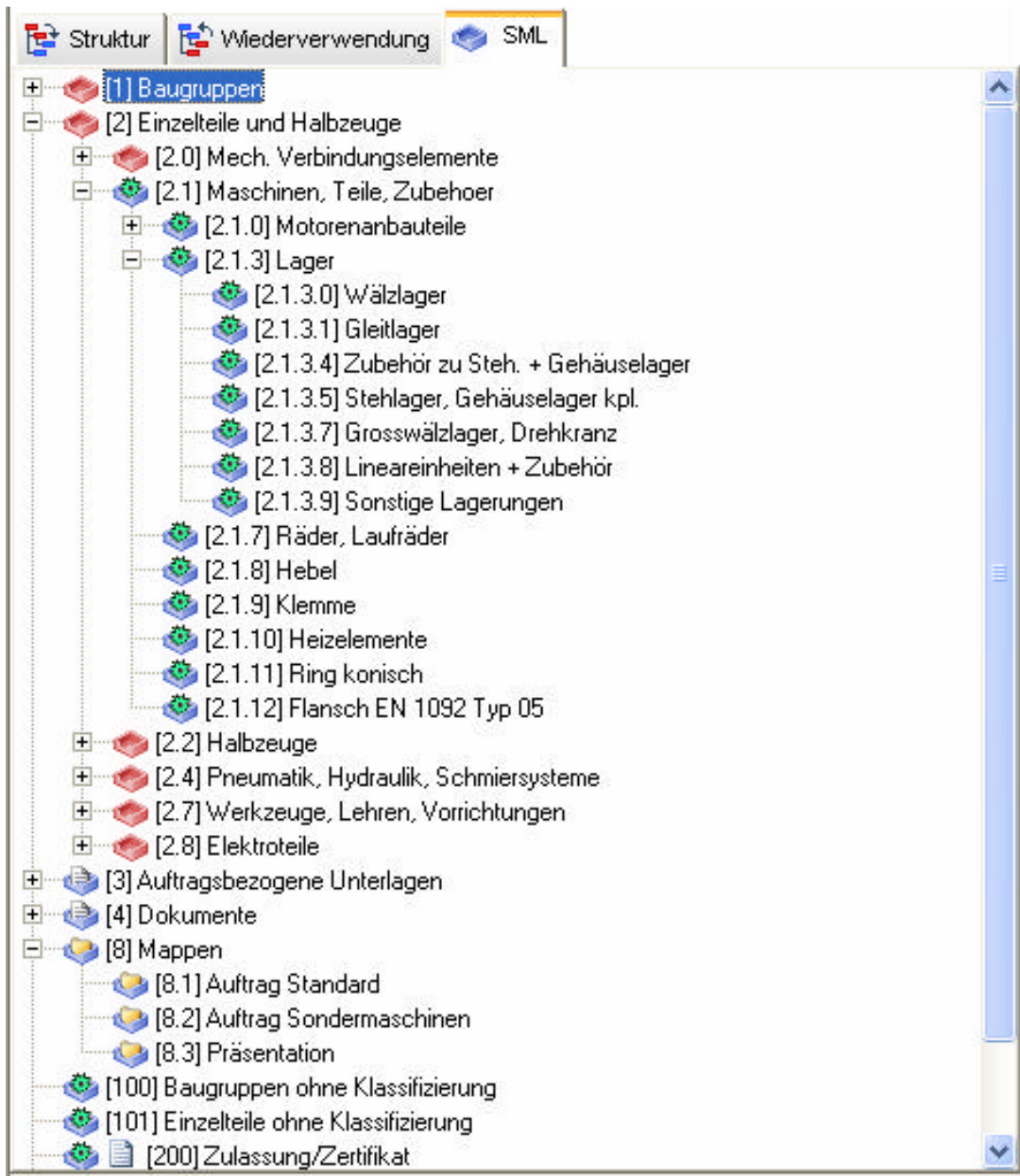


Abbildung 5-14: Klassifizierungsbaum (Auszug)

Der Klassifizierungsbaum ist von der Symbolik ähnlich dem Suchbaum aufgebaut. Die grafischen Symbole zeigen an, um welche Art von Klassifizierungselement es sich handelt. So beschreibt ein

- ? Rotes leeres Symbol einen Klassifizierungsknoten, dem keine Objekte (Mappe, Artikel, Dokument) zugeordnet werden können.
- ? Blaues Symbol mit gelber Mappe eine Sachmerkmalreihe in der nur Mappen klassifiziert werden können.

- ? Blaues Symbol mit grünem Zahnrad eine Sachmerkmallemiste in der nur Artikel klassifiziert werden können.
- ? Blaues Symbol mit weißem Dokument eine Sachmerkmallemiste in der nur Dokumente klassifiziert werden können.
- ? Blaues leeres Symbol eine Sachmerkmallemiste in der alle Objekte klassifiziert werden können.
- ? zusätzliches Dokumentensymbol (siehe Zulassung / Zertifikat), das einer Sachmerkmallemiste ein zusätzliches beschreibendes Dokument (z.B. Normblatt) zugeordnet ist.

Zur Abbildung der notwendigen Funktionalität wird in dem Datenmodell jedem Element des Klassifizierungsbaums eine Kennzeichnung zugeordnet. Damit ist erkennbar, ob es sich um ein konzernweites (globales) Klassifizierungselement oder um ein standortspezifisches (lokales) Klassifizierungselement handelt. Alle globalen Klassifizierungselemente einschließlich ihrer Strukturinformation (vgl. **Abbildung 5-15**) werden immer über alle Datenbanken abgeglichen. Alle lokalen Klassifizierungselemente bleiben von einem Datenabgleich unberührt.

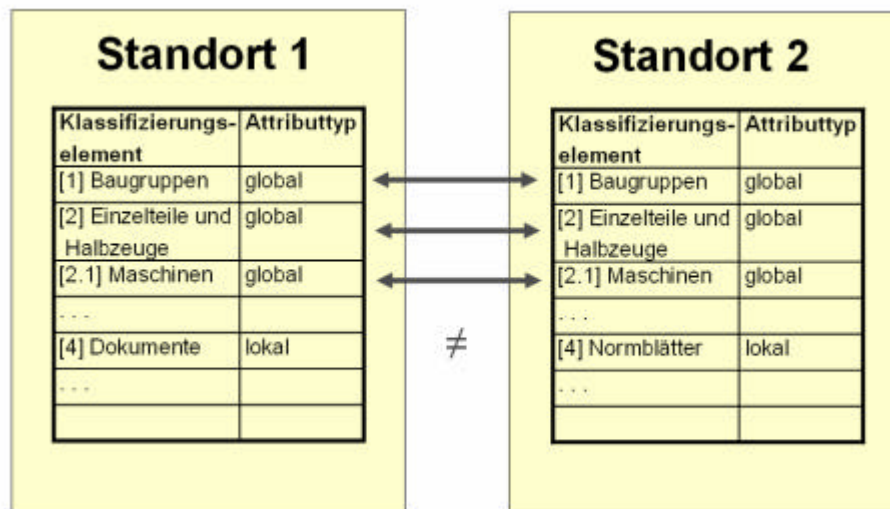


Abbildung 5-15: Standortübergreifender Datenabgleich für Klassifizierungselemente

Bei dieser Definition besteht allerdings die Einschränkung, dass einem globalen Klassifizierungselement ein lokales Klassifizierungselement standortspezifisch zugeordnet werden kann. Demgegenüber können unter einem lokalen Klassifizierungselement nur weitere lokale Klassifizierungselemente strukturiert werden. Damit ist sichergestellt, dass an allen Standorten die Struktur der globalen Klassifizierungselemente identisch und damit für einen allgemeingültigen Datenabgleich geeignet ist. Diese Maßnahme beinhaltet den Vorteil, dass

auch strukturelle Änderungen des globalen Klassifizierungsbaums zentral ausgeführt und automatisch auf die anderen Standorte verteilt werden können.

### 5.2.7 Berücksichtigung der Datenhoheit

Der größte Teil der zu erstellenden und zu bearbeitenden Daten an einem Standort wird auch nur an diesem Standort benötigt. Dadurch ergibt sich der Einsatz von standortgebundenen lokalen Datenbanken, um eine hohe Performance und Ausfallsicherheit zu gewährleisten. Dennoch muss ein Teil der Daten über die unterschiedlichen Standorte hinweg verteilt werden, damit Konstruktion und Fertigung einen konzernweiten Zugriff auf diese Daten erhalten. Dafür müssen Regeln vorgegeben werden, mit denen die Daten der Standorte miteinander abgeglichen werden dürfen. Bei einem Datenabgleich ist zu berücksichtigen, dass:

- ? Standorte autark und offline arbeiten.
- ? Änderungen an einem Bauteil nicht an mehreren Standorten parallel erfolgen dürfen.
- ? Änderungen an einem Bauteil an unterschiedlichen Standorten durchgeführt werden können.

Die zu definierenden Regeln für diesen speziellen Datenabgleich müssen berücksichtigen, dass an den einzelnen Standorten jedem Datenbank-Element (Artikel, Dokument, Mappe, Klassifizierung, Verbindung, etc.) eine so genannte Datenhoheit zugeordnet wird. Unter Datenhoheit wird hier der schreibende / verändernde Zugriff (*neu anlegen, bearbeiten, umbenennen, löschen*) auf das jeweilige Datenbank-Element verstanden. Hierzu erhält ein Objekt eine Kennung, mit welcher die Datenhoheit der globalen Attribute gesteuert werden kann. Für eine Verlagerung der Datenhoheit von einem zu einem anderen Standort wird ein Transferkennzeichen vorgesehen, damit eine redundante Änderung der globalen Daten in keinem Fall auftreten kann, die Bearbeitung der Daten an einem anderen Standort aber ermöglicht wird.

Wenn nun tatsächlich eine Änderung der Attribute an einem Objekt vorgenommen wird, so werden lediglich die globalen Daten von dem einen auf den anderen Standort übertragen. Hierzu benötigt der Standort für das Datenbank-Element die Datenhoheit. Im anderen Fall können von diesem Standort nur die lokalen Attribute verändert oder auf dieses Datenbank-Element nur lesend zugegriffen werden, um das Datenbank-Element zu verbauen



(Baugruppe, Stückliste) oder auszudrucken (Fertigungsunterlagen). Zur Sicherung der Datenhoheit der einzelnen Datenbank-Elemente werden die nachfolgenden Regeln definiert:

- ? Jeder Standort erhält für jedes Datenbank-Element eine interne Standortkennung, damit zu jedem Zeitpunkt nachvollziehbar bleibt, an welchem Standort der Datensatz angelegt worden ist.
- ? Jeder Standort erhält einen eigenständigen Nummernkreis. Damit ist sichergestellt, dass an unterschiedlichen Standorten nicht dieselbe Identifikationsnummer vergeben werden kann (eindeutige Datensätze).
- ? Ein Datensatz darf nur bearbeitet / verändert werden, wenn er die Datenhoheit besitzt. Damit ist sichergestellt, dass dieser Datensatz nicht parallel an verschiedenen Standorten verändert werden kann.
- ? Wird ein Datensatz neu angelegt, so erhält dieser Standort automatisch die Datenhoheit auf den neu angelegten Datensatz. Die Bearbeitung des Datensatzes ist für alle anderen Standorte gesperrt.
- ? Eine Datenhoheit kann nur von dem Standort aus auf einen anderen Standort übertragen werden, der die Datenhoheit auf diesem Datensatz besitzt.
- ? Wird eine Datenhoheit auf einen anderen Standort übertragen, so verliert der übertragende Standort die Datenhoheit. Eine Bearbeitung des Datensatzes ist nun an diesem Standort nicht mehr möglich.
- ? Mit der Übertragung (siehe Federation Konzept) wird ebenfalls die Datenhoheit mit übertragen. Nach erfolgreichem Abgleich liegt die Datenhoheit auf dem Zielstandort. Dort kann der Datensatz nun bearbeitet / verändert werden.

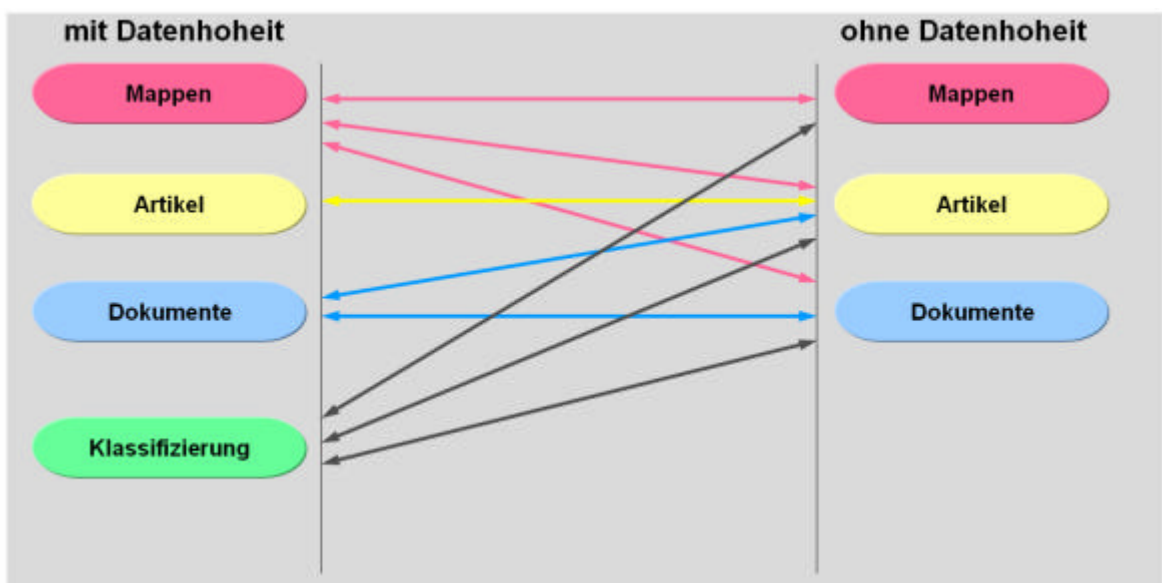


Abbildung 5-16: Objektreferenzen mit Berücksichtigung der Datenhoheit

Eine Übertragung der Datenhoheit ist immer dann erforderlich, wenn die Produktverantwortung von einem auf einen anderen Standort verlagert werden soll. Wie die Abbildung 5-16 zeigt, werden erhöhte Anforderungen an die Objektreferenzen gestellt, da bei der Referenzierung der Objekte auch noch die Datenhoheit berücksichtigt werden muss.

Zunächst ist davon auszugehen, dass grundsätzlich alle möglichen Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Objekten hergestellt werden müssen. Damit die damit verbundene Komplexität etwas verdeutlicht wird, sollen nachfolgend die Möglichkeiten von 2 Objekten beispielhaft aufgezeigt werden.

Wenn zwei Objekte voneinander abhängig sind, so sind vier verschiedene Konstellationen möglich:

1. Objekt\_1 mit Datenhoheit    Objekt\_2 mit Datenhoheit
2. Objekt\_1 mit Datenhoheit    Objekt\_2 ohne Datenhoheit
3. Objekt\_1 ohne Datenhoheit    Objekt\_2 mit Datenhoheit
4. Objekt\_1 ohne Datenhoheit    Objekt\_2 ohne Datenhoheit

In Abhängigkeit von der Einflussnahme dieser Objekte ist nun die Erstellung einer Verbindung zwischen diesen beiden Objekten zulässig. Am Beispiel der Objekte Artikel und Dokument ergeben sich für diese vier Fälle die folgenden Berechtigungen:

1. Referenz kann erstellt werden
2. Referenz kann nicht erstellt werden
3. Referenz kann erstellt werden
4. Referenz kann nicht erstellt werden

Diese Berechtigungen resultieren daraus, dass die Informationen von Objekt\_1 Artikel Auswirkungen auf das Objekt\_2 Dokument haben, wie zum Beispiel der Ausdruck der Artikelnummer im Schriftfeld der Zeichnung, welche dem Objekt\_2 Dokument zugeordnet ist.

Wie zuvor bereits aufgezeigt, ist der Objekttyp Dokument im Fall 3 als Sonderfall zu betrachten. In der Regel wird die Datenhoheit immer für den Objekttyp benötigt, an den eine weitere Objektverbindung angefügt werden soll.

So ergeben sich am Beispiel der Objekte Artikel (Objekttyp 1) und Artikel (Objekttyp 2) für diese vier Fälle die folgenden Berechtigungen:

1. Referenz kann erstellt werden
2. Referenz kann erstellt werden
3. Referenz kann nicht erstellt werden
4. Referenz kann nicht erstellt werden

Dies ist insofern notwendig, da der Anwender zur Veränderung der Stückliste {Hinzufügen eines weiteren Artikels (Objektyp 2) auf dem Kopfartikel (Objektyp 1)} Schreibberechtigung besitzen muss.

Für alle diese Objekte ergeben sich generell die folgenden Abhängigkeiten:

- ? Im Fall 1 kann immer eine Objektbeziehung aufgebaut werden und
- ? im Fall 4 kann nie eine Objektbeziehung aufgebaut werden.

Diese Aussage gilt unabhängig vom jeweiligen Objektyp für alle Objektbeziehungen. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird das Datenmodell bei der Beschreibung der Funktionalität des zu konzipierenden IT-Systems im Detail noch ausführlich diskutiert. In der Folge werden zunächst die Möglichkeiten der Kommunikation zwischen den einzelnen Standorten vorgestellt.

### 5.3 Datenaustausch zwischen den Standorten

Eine unternehmensweite, anwendergerechte Integration der Geschäftsprozesse, auch über Ländergrenzen hinweg, beinhaltet neben einer Prozessoptimierung auch teilweise eine Umstrukturierung bis hin zu einer Reorganisation einzelner Werks-Standorte (vgl. **Abbildung 5-17**). Die Abbildung zeigt in sehr vereinfachter Form das Zusammenwirken der übergreifenden Prozesse und Organisationsstrukturen sowie einer IT-Landschaft mit dem dazugehörenden Datenfluss. Gleichgültig welche Art der Veränderung bzw. Verbesserung der Organisation oder einzelner Bereiche wie Konstruktion und Fertigung auch gewählt wird, eine zukünftige unternehmensübergreifende Bearbeitung der Produkte verlangt einen gesicherten standortweiten Austausch bzw. Abgleich aller Produktdaten.

Für ein standortübergreifendes Engineering wurde ein Datenmodell definiert (vgl. Kap. 5.2), welches sowohl die standortspezifischen Gegebenheiten berücksichtigt, als auch eine redundantfreie Speicherung der Daten an einem so genannten „*hoheitlichen Standort*“ gewährleistet. Damit alle Abteilungen in allen Standorten jederzeit über eine aktualisierte

Datenbasis verfügen, ist unbedingt ein Detail-Konzept für einen zukünftigen standortübergreifenden Datenaustausch zu entwickeln. Für diesen Datenaustausch werden zwei unterschiedliche Verfahren konzipiert, da mit den beiden Verfahren jeweils aufgabenbedingt unterschiedliche Aufgaben gelöst werden. Hierbei handelt es sich um die Verfahren:

- a) **Distributed File Server** (DFS) (vgl. Kap. 5.3.1)
- b) **Federation Server** (FED) (vgl. Kap. 5.3.2).

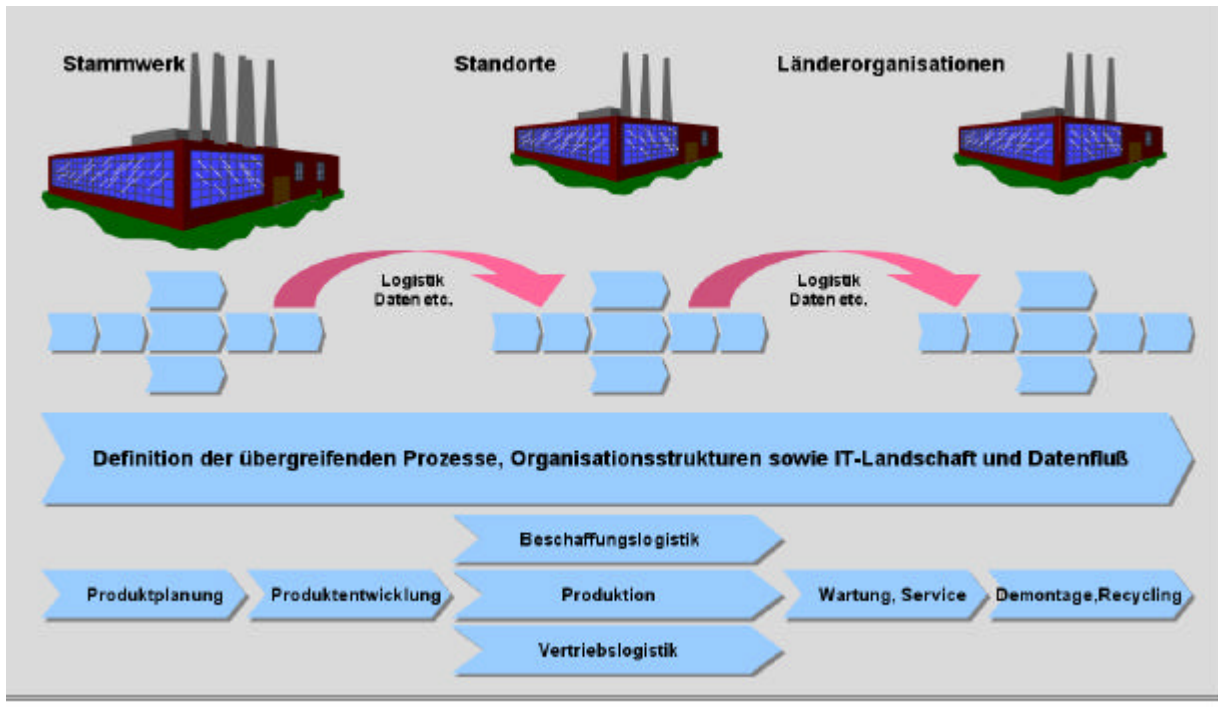


Abbildung 5-17: Struktur für standortübergreifendes Engineering

Der Datenaustausch nach a) gewährleistet das Zusammenfassen einzelner Mitarbeiter aus den Konstruktionsabteilungen verschiedener Standorte zu einer flexiblen Konstruktionsgruppe (Concurrent Engineering), die gemeinsam ein Projekt bearbeiten, ohne dass diese Mitarbeiter ihren Arbeitsplatz verlassen müssen. Die zweite Form des Datenaustausches nach b) ermöglicht bei einer Verlagerung einer einzelnen Abteilung oder Verlagerung eines Produktes die komplette Übergabe aller Daten bzw. Informationen (standortspezifisches Engineering), die in elektronischer Form vorliegen, von einem auf einen anderen Standort.

Grundsätzlich ist bei einer standortübergreifenden Konstruktion in Arbeitsgruppen das Konzept DFS vorzuziehen, wobei bei den reinen Fertigungsstandorten ohne eine enge Kommunikation zu den anderen Standorten das Konzept FED in Betracht zu ziehen ist. Um aber insgesamt konzernweit eine möglichst hohe Flexibilität und eine gute Performance,

jeweils angepasst an die täglichen Engineering-Aufgaben zu erreichen, ist es sinnvoll, beide Verfahren gleichzeitig zu installieren und dies auch gemischt zu nutzen.

### 5.3.1 Datenaustausch für ein Concurrent Engineering

Für das Concurrent Engineering ist es unbedingt erforderlich, dass die flexiblen Konstruktionsteams unabhängig vom jeweiligen Standort auf eine gemeinsame Datenbasis zugreifen können, damit keinerlei Leerzeiten oder Überschneidungen entstehen, welche eine Zusammenarbeit verzögern könnten. Diese Arbeitsweise setzt allerdings voraus, dass die technischen Daten – und dies sind bei einer Anlage durchaus mehr als 10.000 Einzelteile – an den einzelnen Standorten immer in der aktuellen Ausprägung vorhanden sind.

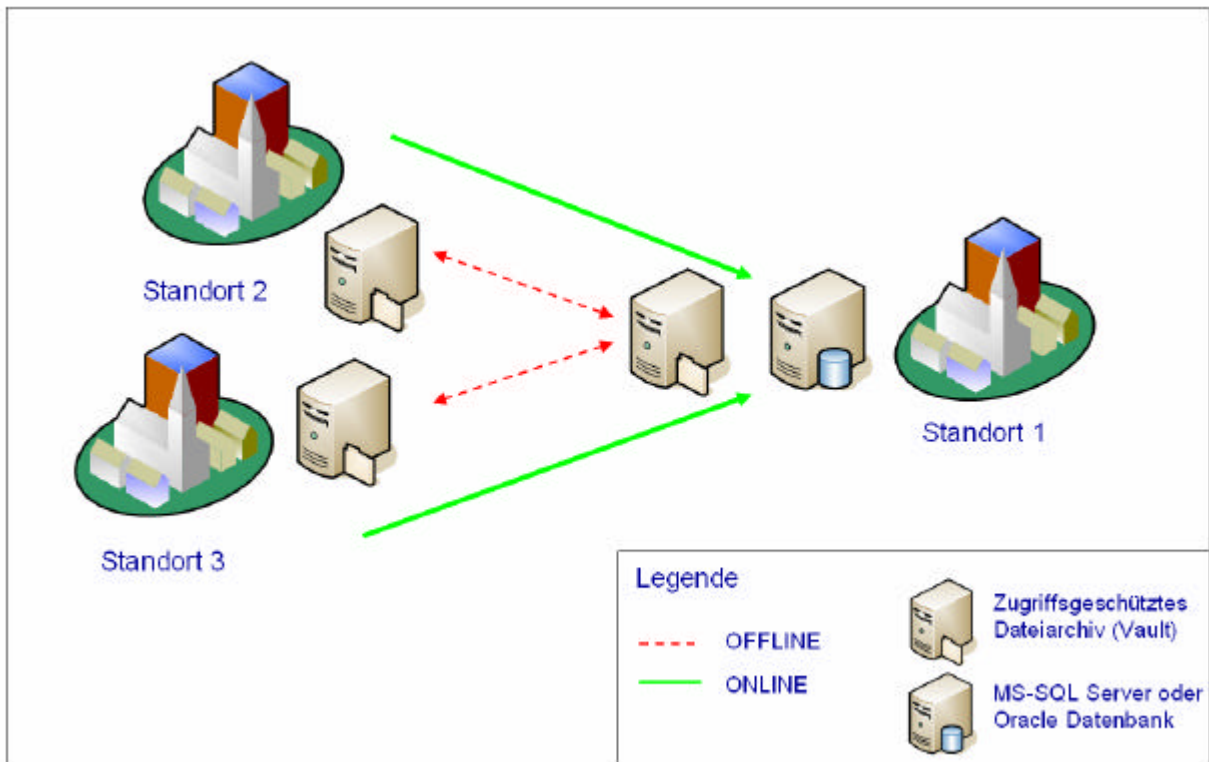


Abbildung 5-18: Verfahren Distributed File Server [23]

Für den dafür notwendigen Datenaustausch wurde der Distributed File Server (vgl. **Abbildung 5-18**) konzipiert, mit dem sich die Anwender einzelner Standorte über eine DFÜ-Leitung an einer zentralen Datenbank anmelden können. Dies ist immer dann erforderlich, wenn eine Bearbeitung eines standortübergreifenden Projektes vorgesehen ist und trotzdem alle aktuell zu bearbeitenden Dokumente lokal auf dem jeweiligen Standort verfügbar sein müssen. Diese Vorgehensweise ist schon deshalb sinnvoll, da einzelne Dokumente und hier

speziell die Dokumente, welche 3D-CAD-Daten beinhalten, einen hohen Speicherbedarf erfordern. Durch dieses Abgleich-Konzept ist gewährleistet, dass jeder Standort zwar per DFÜ auf die zentralen Metadaten zugreifen kann, die speicherintensiven Dateien jedoch überwiegend vollständig in seinem lokalen Bereich vorliegen hat.

Ein derartiges Konzept des Datenaustausches muss sicherstellen, dass bei einer Änderung einzelner Daten ein automatisierter Abgleich der Daten zwischen den Standorten erfolgt. Dies wird mit dem DFS ermöglicht, indem ein Server-basierender Prozess aufgesetzt wird, der bei einer Änderung der technischen Dokumente den Datenabgleich zwischen den Standorten automatisch ausführt. Zur Optimierung dieses Abgleichprozesses werden nur die tatsächlich geänderten Dateien übertragen. Die zentrale Datenbank verwaltet dabei die Aktualität der Daten eines jeden Standortes und berechtigt bei veralteten lokalen Daten einen Anwender lediglich zum lesenden Zugriff auf diese Dateien.

Mit Hilfe entsprechender Konfigurationsdateien kann der Datenabgleich über die Standorte eingeschränkt werden, indem über eine anwenderspezifische Schnittstelle jede einzelne abzugleichende Datei zur Übertragung gesperrt werden kann. Bei der Übertragung von Originaldateien werden die einzelnen neutralen Dateien, sofern sie verändert wurden, mit übertragen.

Um die Netzbelastung während der Arbeitszeit möglichst gering zu halten, wird der Server-Prozess des DFS häufig erst nach den Bürozeiten gestartet, in denen keine direkten standortübergreifenden Zugriffe der Anwender erfolgen. So steht für die Tagesaufgaben die volle Bandbreite des Netzes zur Verfügung. Damit aber die Entwicklungsteams „concurrent“ miteinander arbeiten können, wird ausgesuchten Anwendern zusätzlich die Berechtigung einer Online-Aktualisierung zugeordnet. Dies bedeutet, dass beispielsweise beim Laden einer Baugruppe das PDM-System die Aktualität der zugehörigen 3D-Dateien überprüft und, wenn veraltete Daten erkannt werden, nur diese für den speziellen Zugriff benötigten Daten von dem anderen Standort über das Netzwerk überträgt, im lokalen File-Server ablegt und dann für den Anwender öffnet. Damit wird die Netzbelastung auf das absolut notwendige Minimum beschränkt.

Der DFS verfügt über ein zugriffgeschütztes Dateiarchiv (Vault) auf jedem Standort und eine zentrale Datenbank (MS SQL Server oder Oracle), dadurch ist

- ? kein Datenabgleich notwendig bei einer
- ? sehr geringen Netzlast und es ist eine
- ? hohe Datensicherheit durch die gespiegelten Dateien gegeben.

### 5.3.2 DFS - notwendige Erweiterungen in der Datenbank

Für den Datenabgleich der standortspezifisch vorgehaltenen Dateien ist es notwendig, in der Datenbank die Aktualität der Dateien standortspezifisch voneinander getrennt zu verwalten. Hierzu wird die Tabelle, in diesem Fall K\_t\_Files, die alle notwendigen Informationen zu jeder einzelnen Datei enthält, um das Attribut as\_fi\_location erweitert, mit dem eine Kennzeichnung für jeden Standort mitgeführt wird. Anhand dieser Kennzeichnung kann das PDM-System beim Zugriff auf die lokale Datei in der Datenbank direkt erkennen, ob diese lokale Datei des Standortes auch den letzten Bearbeitungszustand besitzt. Ist die lokale Datei nicht mehr aktuell, greifen die Mechanismen, die in Kapitel 5.3.3 beschrieben sind. Die Kennzeichnung einer jeden Datei kann unterschiedliche Zustände annehmen:

- O: die Datei ist an diesem Standort zuletzt bearbeitet und gespeichert worden (Original).
- X: die Datei wurde an diesen Standort kopiert und besitzt den letzten Bearbeitungszustand (Kopie).
- U: die Datei liegt an diesem Standort vor, ist aber veraltet (Ungültig).
- L: die Datei liegt an diesem Standort vor, soll aber nicht auf andere Standorte übertragen werden (Lokal).
- Leer: die Datei liegt noch nicht an diesem Standort vor und muss erst von einem anderen Standort übertragen werden.

### 5.3.3 DFS - notwendige Änderungen in der Programmierung

Der programmtechnische Eingriff zur Abbildung der geforderten Funktionalität ist in der Client Applikation (User Interface) schwerpunktmäßig an zwei Stellen vorzunehmen. Diese Stellen liegen im Kern des Produktes und steuern den Zugriff für das Laden und Speichern von einzelnen Dateien bis hin zu kompletten Strukturen.

#### **Laden**

Beim Laden einer einzelnen Datei oder einer Struktur, die aus einer Vielzahl von Dateien besteht, prüft der Ladeprozess, ob es sich bei jeder einzelnen Datei um eine aktuell gültige Datei handelt, indem das Kennzeichen as\_fi\_location für diesen Standort abgefragt wird.

```
' Liegt die Datei auf dem aktuellen Standort?
' -----
v_pos = CInt(K_v_g_dfs_location)

v_load_from_diff_location = False
v_file_location = K_v_g_dfs_location
If (IsNull(rs_elo_file!as_fi_location)) Then
    v_locstr = ""
Else
    v_locstr = rs_elo_file!as_fi_location
End If

If (Mid(v_locstr, v_pos, 1) = "X" Or Mid(v_locstr, v_pos, 1) = "O") Then
    ' Datensatz auf diesem Standort aktuell
    v_file_location = K_v_g_dfs_location
    v_load_from_diff_location = False
    ElseIf K_v_g_dfs_online Then
        v_load_from_diff_location = True
        ' Datei muß von anderem Standort geladen werden !
        v_akt_standort = "-"
        v_lauf = 1
        Do While (v_akt_standort <> "O") And (v_akt_standort <> "X") And
            (v_akt_standort <> "")
            v_akt_standort = Mid$(v_locstr, v_lauf, 1)
            v_lauf = v_lauf + 1
        Loop

        v_file_location = v_lauf - 1
        v_file_exists = (Mid$(v_locstr, CInt(K_v_g_dfs_location), 1) = "U")
    End If

' Holen des Speicherpfades
' -----
v_fil_area = K_pe_fil_dfs_query_area(v_sma_id, v_file_location)

If (v_fil_area = "ERROR") Then
    K_pe_fil_dfs_checkout = ""
    Exit Function
End If
P_v_g_fil_area = v_fil_area

If Not K_v_g_dfs_online And (Mid(v_locstr, v_pos, 1) = "-") Then
    ' OFFLINE, "-" auf aktuellem Standort -> keine aktuelle Datei,
    ' Datei evtl. nicht vorhanden
    ' -----
    v_i = K_o_blib_nls.K_pe_nls_msg_box("K_msg_fs_offline", vbInformation +
        vbOKOnly, rs_elo_file!as_fi_org_file_name, "")
    v_i = K_o_blib_nls.K_pe_nls_msg_box("K_msg_fs_offline_no_load",
        vbQuestion + vbYesNo, "", "")

    If (v_i = vbNo) Then
        K_pe_fil_dfs_checkout = ""
        K_f_main.Status = ""
        Exit Function
    End If

    ' Servername, User und Passwort für FTP-Zugriff einstellen
    ' (lokaler FTP-Server)
    ' -----
    If Not K_pe_fil_dfs_set_server(K_v_g_dfs_location) Then
        K_pe_fil_dfs_checkout = ""
        K_f_main.Status = ""
        Exit Function
    End If
End If
```



```
End If

Else
  ' Servername, User und Passwort für FTP-Zugriff einstellen
  ' -----
  If Not K_pe_fil_dfs_set_server(v_file_location) Then
    K_pe_fil_dfs_checkout = ""
    Exit Function
  End If
End If
```

Abbildung 5-19: Programmauszug zur Analyse der Aktualität von lokalen Dateien

Die Funktion gemäß der **Abbildung 5-19** ermittelt zunächst den eigenen Standort und prüft, ob die Datei auf diesem Standort den aktuellen Zustand besitzt. Ist die Bedingung erfüllt, kann die Datei geladen werden. Ist die Bedingung nicht erfüllt, wird geprüft, ob dem Benutzer eine Berechtigung zur Online-Aktualisierung erteilt wurde. In diesem Fall wird der nächste Standort ermittelt, auf dem die Datei aktuell vorliegt und dem DFS-Prozess als Aktion zur Übertragung auf den lokalen Standort gemeldet.

Hat der Anwender keine Berechtigung zur direkten Aktualisierung, so wird geprüft, ob die Datei überhaupt auf dem Standort verfügbar ist. In diesem Fall wird die Datei mit einer Warnung in das CAD-System geladen, dass es sich um eine veraltete Datei handelt und diese daher nur lesend verwendet werden kann. Ein Bearbeiten und Zurückspeichern der Datei wird vom System unterbunden.

### **Speichern**

- ? Beim Speichern einer Datei wird das Attribut `as_fi_location` ausgewertet. Besitzt der aktuelle Standort die Kennung L = lokal, so wird die Datei in den Vault zurückgespeichert. Eine Auswertung bzw. das Setzen einer Kennung ist nicht notwendig.
- ? Besitzt der aktuelle Standort die Kennung U = ungültig, kann die Datei nicht gespeichert werden. Dieser Hinweis ist dem Anwender schon beim Ladevorgang mitgeteilt worden.
- ? Besitzt der aktuelle Standort die Kennung O = Original oder X = Kopie, so wird beim Zurückspeichern der Datei diese Kennung auf O = Original gesetzt. Alle anderen Standorte, die zu diesem Zeitpunkt ein O oder ein X als Kennung besitzen, werden auf U = ungültig zurückgesetzt.

Somit wird jede Änderung an einer Datei direkt in der Datenbank gekennzeichnet.

### 5.3.4 Datenaustausch für ein standortspezifisches Engineering

Das zweite Verfahren (FED) sieht vor, dass die Standorte eine eigene Produkt- / Projektentwicklung durchführen können. Damit die Produktion auch auf einen anderen Standort verlagert werden kann, muss eine Lösung geschaffen werden, die die erstellten konstruktionsrelevanten Daten (Metadaten, Modelle, Zeichnungen, Prüfpläne, etc.) automatisiert an einen anderen Standort überträgt. Darüber hinaus müssen für die Arbeitsvorbereitung die technischen Daten nach der Übertragung in das standortspezifische ERP-System eingespielt werden, damit diese Daten mit den dort vorliegenden Logistikdaten ergänzt werden können.

Dieser Datenaustausch (vgl. **Abbildung 5-20**) gestattet ein standortspezifisches Engineering, da dadurch eine lokale Erstellung und Bearbeitung der technischen Daten an jedem Standort und zwar jeweils unabhängig voneinander, möglich ist. Dieses Konzept gewährleistet, dass sowohl die Datenbanken als auch die technischen Dokumente redundant auf den einzelnen Standorten zur Verfügung stehen, wobei nur während des Daten-Abgleichs eine DFÜ-Verbindung verfügbar sein muss.

Über den FED wird ein Server-basierender Prozess aufgesetzt, der bei Änderung der technischen Daten und Dokumente diese Änderungen in den Datenbanken und Fileareas der betroffenen Standorte automatisch abgleicht. Zur Optimierung dieses Abgleichprozesses sind nur die Dateien zu übertragen, die während der Bearbeitung einer komplexen Baugruppe auch tatsächlich verändert oder neu angelegt werden. Die einzelnen Datenbanken verwalten die Aktualität ihrer Daten und Dokumente in eigener Regie. Sehr vorteilhaft bei dieser Vorgehensweise ist die Tatsache, dass bei dieser Lösung die einzelnen Standorte verschiedene Datenbanken (z.B. ORACLE, SQL-SERVER, ...) einsetzen können.

Da hier ein echter Offline-Betrieb aufgesetzt wird, liegt die Datenhoheit der einzelnen Artikel- und Dokumentendaten bei den Standorten, an denen diese Informationen erzeugt werden. Dies bedingt, dass an den einzelnen Standorten für eine Neuanlage von Artikeln und Dokumenten jeweils getrennte Nummernkreise aufzusetzen sind bzw. das Standortkennzeichen als Bestandteil der eindeutigen Nummernvergabe aufgesetzt werden muss. Die Datenhoheit der standortspezifischen Daten muss jedoch auch auf einen anderen Standort übertragbar sein. In diesem Fall muss der Ursprungsstandort zunächst die Datenhoheit, die er auf diese Daten besitzt, an den anderen Standort abgeben. Dies erfolgt durch Setzen eines Transferkennzeichens, das den Zielstandort angibt. Von diesem Moment an sind die Daten gegen ein Bearbeiten auf dem Ursprungsstandort gesperrt.

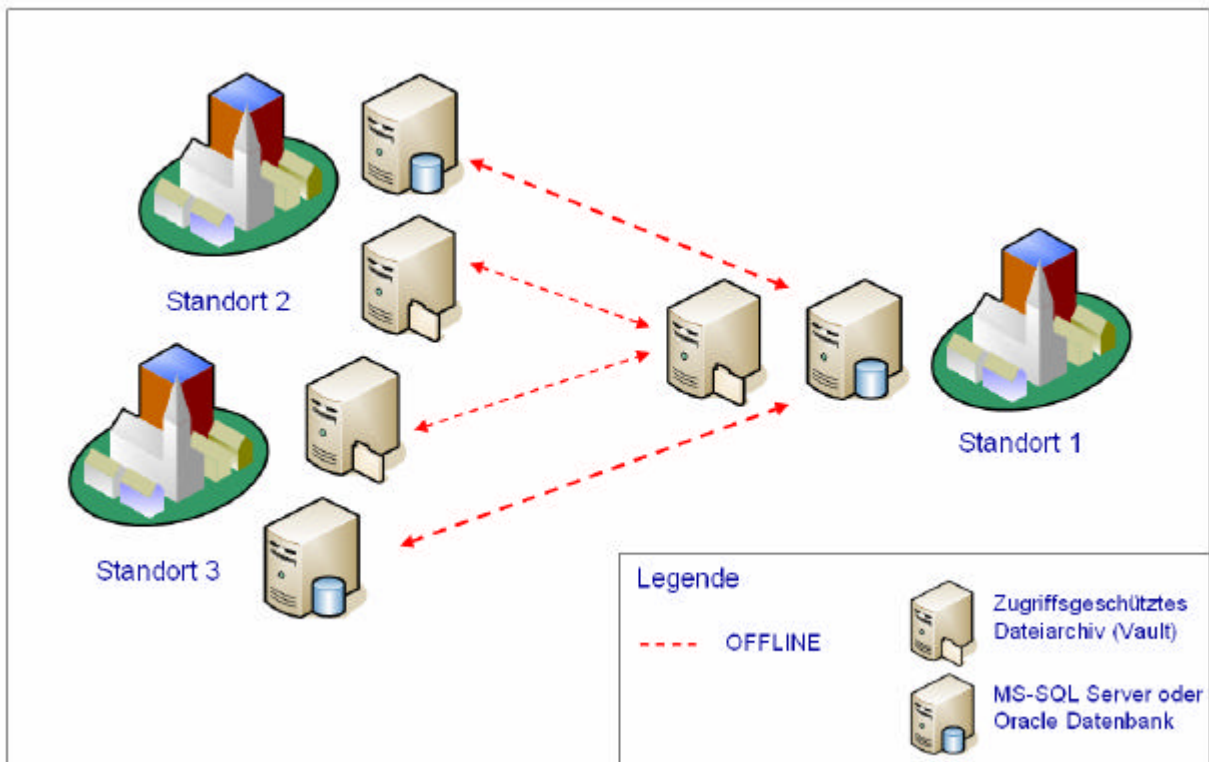


Abbildung 5-20: Verfahren Federation Server [23]

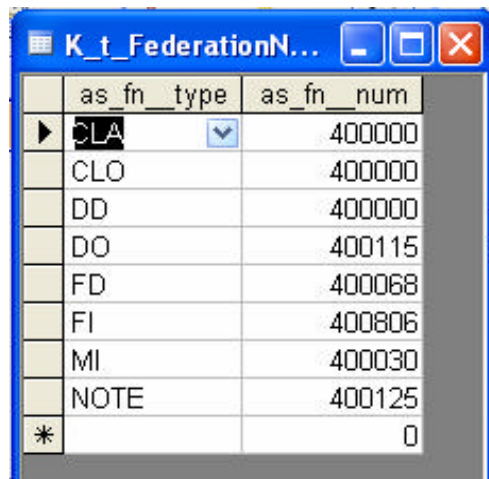
Nach Abgleich der Daten durch den Federation-Server ist die Datenhoheit dem Zielstandort bekannt und er kann schreibend auf diese Daten zugreifen. Eine Steuerung zum Setzen des Transferkennzeichens kann über standortspezifische Mappen (übertrage alle Elemente der aktuellen Mappe), in denen alle zu übertragenden Daten gesammelt werden, ebenso wie über Strukturauflösungen (übertrage alle Elemente der aktuellen Struktur) initiiert werden. Der Datenabgleich zwischen den Standorten kann dabei ähnlich dem DFS-Konzept firmenspezifisch angepasst werden.

Der FED verfügt auf jedem Standort über ein zugriffsgeschütztes Dateiarchiv (Vault) und verbindet die Datenbanken (MS SQL Server oder Oracle) mehrerer Standorte miteinander. Dadurch ist

- ? keine permanente Netzwerkverbindung notwendig bei einer
- ? hohen Performance und einer
- ? hohen Datensicherheit sind
- ? Abgleichstrategien definierbar, die eine Kostenersparnis beinhalten und bei einem
- ? Ausfall ist nur der jeweilige Standort betroffen.

### 5.3.5 FED - notwendige Erweiterungen in der Datenbank

Für den Datenabgleich der unterschiedlichen Standorte ist es notwendig, in den Datenbanken jedes einzelnen Standortes die Aktualität der Metadaten und der standort-spezifischen Dateien zu protokollieren. Hierzu ist das Datenmodell zunächst um mehrere Steuertabellen, hier bezeichnet mit K\_t\_Federation<Name>, zu erweitern. Beispielhaft wird diese Erweiterung an der Tabelle K\_t\_FederationNo (vgl. **Abbildung 5-21**) dargestellt.



	as_fn_type	as_fn_num
▶	CLA	400000
	CLO	400000
	DD	400000
	DO	400115
	FD	400068
	FI	400806
	MI	400030
	NOTE	400125
*		0

Abbildung 5-21: Datenbanktabelle K\_t\_FederationNo

Jeder Standort erhält einen internen Nummernkreis, nicht zu verwechseln mit dem Nummernkreis der global aufgesetzten Artikelnummern, über den die Datenherkunft eines jeden Datenbankelementes eindeutig nachvollziehbar ist. In der Tabelle sind die aktuellen internen Identifikationsnummern der standortspezifischen Datenbank erkennbar. Diese sind für jeden Objekttyp definiert. Der standortspezifische Nummernkreis wird in der Federation Tabelle K\_t\_FederationRange aufgesetzt und überschneidet sich nicht mit den Nummernkreisen der anderen Standorte. Auf diese Weise wird jeder Datensatz in der Datenbank eindeutig seinem Standort (Entstehung) zugeordnet.

In diesem Beispiel ist erkennbar, dass für die Dokumente die zuletzt vergebene interne ID an diesem Standort die 400115 ist. Beim Erzeugen eines neuen Objektes in der Datenbank wird die objekttypspezifische Nummer erhöht und in die Tabelle K\_t\_FederationNo zurück geschrieben.

Unter der Datenkontrolle des Federation-Servers stehen folgende Objekte:

- CLA: Klassifizierungen / Sachmerkmale (**C**lassification)
- CLO: Klassifizierungsobjekte Knoten und Klassen (**C**lassification **O**bjects)
- DD: **D**ata **D**ictionary Tabellen wie Werkstoffkataloge, Benennungskataloge, etc.
- DO: alle Dokumente (**D**ocuments)
- FD: alle Mappen (**F**older)
- FI: alle Dateien (**F**iles)
- MI: alle Artikel (**M**aster**I**tem)
- NOTE: Notizen (**N**otes)

Neben der eindeutigen Kennzeichnung der Datensätze über ihre interne ID sind für den Datenabgleich jedem Objekttyp zusätzliche Attribute zuzuordnen (vgl. **Abbildung 5-22**), um einen konsistenten Datenabgleich zwischen den einzelnen Datenbanken durchführen zu können.



Feldname	Felldatentyp	
as_do_fed_date	Datum/Uhrzeit	letzte Aktualisierung durch Federation-Server
as_do_fed_location	Text	Location-String f. Federation-Update
as_do_fed_source	Zahl	Federation-ID der Source-DB (Owner)
as_do_fed_target	Zahl	Federation-ID der Target-DB bei Übertragung der Datenhoheit

Abbildung 5-22: Auszug aus der Datenbanktabelle K\_t\_Documents

In dem Auszug aus der Dokumententabelle K\_t\_Documents ist erkennbar, dass der Abgleich zwischen den Datenbanken für jedes einzelne Datenbankelement über die Belegung dieser Attribute gesteuert wird.

#### Bedeutung der Attribute:

- as\_do\_\_fed\_date: letztes Datum, an dem dieser Datensatz durch den Federation-Server aktualisiert wurde.
- as\_do\_\_fed\_location: Kennzeichnung der Datenaktualität (vgl. Kapitel 5.3.2)
- as\_do\_\_fed\_source: Attribut zur Übertragung der Datenhoheit. Mit diesem Attribut ist die aktuelle Datenhoheit festgelegt.
- as\_do\_\_fed\_target: Attribut zur Übertragung der Datenhoheit. Mit diesem Attribut ist der Zielstandort festgelegt, auf den die Datenhoheit übertragen werden soll.

### 5.3.6 FED - notwendige Änderungen in der Programmierung

Neben der kompletten Funktionalität des FED-Servers, der als Dienst auf mindestens einem Standort aufgesetzt werden muss, sind ebenfalls in der Client Applikation (User Interface) programmtechnische Änderungen vorzunehmen, um die Neuanlage von Datensätzen ebenso wie die Änderung bestehender Daten zu kennzeichnen [25]. Diese Kennzeichnung muss auf allen bearbeitenden Funktionen eines jeden Datenbankobjektes erfolgen. Die Beschreibung der Datenbankobjekte ist dem Kapitel 5.3.5 zu entnehmen. Als bearbeitende Funktionen sind verfügbar:

- ? Neu: Neuanlage eines Datenbankelementes.
- ? Editieren: Bearbeiten eines vorhandenen Datenbankelementes.
- ? Umbenennen: Ändern der Keyfelder eines vorhandenen Datenbankelementes.
- ? Löschen: Löschen eines vorhandenen Datenbankelementes.

Jede dieser Funktionen kennzeichnet bei allen definierten Datenbankobjekten die Änderung. Für den Fall, dass ein Datensatz gelöscht wird, ist diese Kennzeichnung separat in einer weiteren Tabelle zu verwalten, da der Datensatz aus der aktuellen Datenbank entfernt wird und damit für den FED-Server-Abgleich später nicht mehr verfügbar ist. Alle anderen Datensätze erhalten ihren Änderungsvermerk. In **Abbildung 5-23** ist dargestellt, welche Werte zur Kennzeichnung eines neuen Datensatzes belegt werden.

Nur im Fall, dass das FED-Konzept (verteilte Datenbanken) aktiviert ist, wird zunächst aus der Tabelle K t FederationNo (vgl. Abbildung 5-21) zu diesem Objekttyp eine neue standort-spezifische interne Verwaltungsnummer ausgelesen und der Tabelleneintrag aktualisiert. Danach werden in die Federation Attribute die entsprechenden Kennungen eingetragen:

- as\_do\_\_fed\_location: Kennung O = Original
- as\_do\_\_fed\_source: Standortkennung des aktuellen Standortes; damit erhält der aktuelle Standort die Datenhoheit über das neu angelegte Element.
- as\_do\_\_fed\_target: Standortkennung 0, da zum Zeitpunkt der Neuanlage eine automatische Übertragung der Datenhoheit keinen Sinn machen würde.

```
If (P_v_g_use_fed) Then
  ' Distributed Database: IntUID generieren
  v_int_uid = K_o_blib_lib.K_pe_lib_get_fed_uid("DO")
  If (v_int_uid = 0) Then
    K_pe_elo_Doc_New_rec = 0
    Exit Function
  End If
  If (P_v_g_fed_id > 0) Then
    v_sql = "INSERT INTO K_t_Documents (as_do__id, as_do__org_id,
      as_do__name, as_do__class_label, as_do__class_type,
      as_do__fed_location, as_do__fed_source, as_do__fed_target)
      VALUES (" & v_int_uid & ", 0, '" & v_ident & "', '" & v_p_dt &
        "', '" & v_p_ft & "', '" & String(P_v_g_fed_id - 1, "-") & "0',
        " & P_v_g_fed_id & ", 0)"

  Else
    v_sql = "INSERT INTO K_t_Documents (as_do__id, as_do__org_id,
      as_do__name, as_do__class_label, as_do__class_type) VALUES ("
      & v_int_uid & ", 0, '" & v_ident & "', '" & v_p_dt & "', '"
      & v_p_ft & "'"")

  End If
Else
  ' normale Datenbank: IntUID = Autowert
  v_sql = "INSERT INTO K_t_Documents (as_do__org_id, as_do__name,
    as_do__class_label, as_do__class_type) VALUES (0, '" & v_ident
    & "', '" & v_p_dt & "', '" & v_p_ft & "'"")

End If
K_db_g_data.Execute v_sql
```

Abbildung 5-23: Programmauszug zum Setzen der standortspezifischen Änderung

Der FED-Server wertet beim Abgleich diese Daten aus. Wenn das Datum `as_do__fed_date` noch nicht belegt ist, ist dieser Datensatz noch nie übertragen worden. Ist in diesem Fall die Kennung `as_do__fed_location` auf 0 gesetzt, wird der Datensatz auf den anderen Standort übertragen. Die Standortkennung des anderen Standortes wird in diesem Datensatz eingetragen und das Übertragungsdatum wird auf das aktuelle Datum und die aktuelle Uhrzeit gesetzt. Damit kann der FED Server beim nächsten Abgleich feststellen, welche Datensätze noch nicht übertragen wurden, und welche Datensätze nach dem letzten Datenabgleich erneut verändert worden sind.

## 5.4 Reduzierung der Artikel- bzw. Produktvielfalt

Auf der Grundlage des definierten Datenmodells kann anforderungsgemäß zur Reduzierung der Produktvielfalt und zur Vereinheitlichung des Artikelstamms ein konzernweit gültiges Nummernsystems eingeführt werden und des Weiteren können parallel dazu die Produkte standortübergreifend klassifiziert (vgl. Kap. 5.4.2) werden.

### 5.4.1 Vereinheitlichung des Artikelstamms

Zur Vereinheitlichung müssen vorab zunächst die einzelnen artikelrelevanten Daten hinsichtlich ihrer Attribute, ihres Typs und ihrer Länge in den verschiedenen ERP-Systemen analysiert werden. Anschließend wird die neue Artikelnummer als 10stellige Zahl definiert, wobei die ersten beiden Stellen den Standort bezeichnen. Damit ist zukünftig sichergestellt, dass keine doppelten Nummern über die Standorte vergeben werden können. Wie in Kap. 5.2.3 bereits definiert, wird mit dem Einlesen einer vorhandenen „alten“ Artikelnummer für jeden Artikel eine neue standortspezifische Artikelnummer erzeugt und mit der „alten“ Artikelnummer als gemeinsamer Datensatz in dem PDM-System angelegt.

Dadurch wird erreicht, dass bei einer Kommunikation mit dem ERP-System sofort transparent wird, ob die in Arbeit befindlichen Artikelnummern bereits über eine so genannte „alte“ Artikelnummer verfügen. In diesen speziellen Fällen ist die existierende Artikelnummer bei der Übertragung von Artikeländerungen und Stücklisten an das jeweilige ERP-System zu verwenden. Im Laufe der Jahre wird die Anzahl dieser teils sprechenden Artikelnummern immer mehr abnehmen, bis letztendlich nur noch die einheitliche 10stellige Artikelnummer übrig bleibt. Für eine eindeutige Identifikation eines Artikels wird dieses einheitliche Nummernsystem wie folgt definiert:

- ? Über das Nummernsystem kann der Datensatz (Artikel, Dokument, Mappe) eindeutig einem Standort zugeordnet werden. Hierzu erhält jeder Standort eine 2-stellige Zahl, die als Präfix der Identifikationsnummer vorangestellt wird.
- ? Die Länge der Nummer wird auf 10 Stellen begrenzt, damit diese in jedem der aktuell im Einsatz befindlichen ERP-Systeme dargestellt werden kann.
- ? Die Nummer ist eine fortlaufende 8-stellige Zählnummer, die autark an jedem Standort über einen Nummerngenerator gebildet wird. Eine Überschneidung der



Nummern ist ausgeschlossen, da die standortspezifische 2-stellige Kennzeichnung vorangestellt und damit ein Bestandteil der 10-stelligen Nummer ist.

- ? Bei der Datenübernahme erhalten alle Datensätze eine über den Nummerngenerator erzeugte eindeutige 10-stellige Identifikationsnummer. Die vorhandene Identifikationsnummer (Artikel-, Zeichnungsnummer) wird auf dem standortspezifischen Identifikationsfeld (alte ERP-Nummer) mitgeführt und bei der Kommunikation mit dem ERP-System gemappt.

#### 5.4.2 Einführung einer konzernweiten Klassifizierung

Parallel zu der Vereinheitlichung der Artikelnummer muss auch eine konzernweite Klassifizierung der Produkte vorgenommen werden. Zu deren Realisierung ist es zunächst sinnvoll, aus einem der vorhandenen ERP-Systeme den gesamten Klassifizierungsbaum auszulesen und in dem PDM-System abzubilden. In diesem speziellen Fall ist dies das ERP-System SAP, in dem bisher der umfangreichste Klassifizierungsbaum aufgebaut und verwaltet wurde. Der Klassifizierungsbaum muss dahingehend erweitert werden, dass neben einer konzernweiten Klassifizierung parallel auch eine standortspezifische Klassifizierung für standortspezifische Produkte und / oder projektspezifische Produkte durchgeführt werden kann. Diese Erweiterung bedingt auch eine Software-Anpassung des PDM-Systems und eine Erweiterung des Datenmodells der Datenbank. Bei der Lösung dieses Problems ist unbedingt darauf zu achten, dass bei einem Abgleich der Metadaten die lokalen Definitionen ignoriert werden (vgl. Kapitel 5.2.7). Diese Vorgaben stellen sowohl an die **Organisation** als auch an das **Datenmodell** eine erhöhte Anforderung.

Organisatorisch muss festgelegt werden, wer die Verantwortung für die Erstellung und die Pflege des Klassifizierungsbaums konzernübergreifend übernimmt, d.h., die zuständige Position ist allein verantwortlich für die Erweiterung, die Pflege und die Änderung der Klassifizierungsstrukturen und der Merkmale. Des Weiteren muss dafür gesorgt werden, dass alle von dieser Position definierten Änderungen konzernweit in der PLM-Datenbank eines jeden Standortes immer unmittelbar zur Verfügung stehen. Hingegen sind für die standortspezifischen Ausprägungen des Klassifizierungsbaums ausschließlich die einzelnen Standorte verantwortlich.

Das Datenmodell muss zwischen der globalen Klassifizierung und der lokalen Klassifizierung unterscheiden können. Dazu wird das Modell dahingehend erweitert, dass an den einzelnen Standorten an den globalen Klassifizierungsbaum zusätzlich lokale Knoten und Klassen

angehängt werden. Des Weiteren erhält jeder Knoten (Strukturelement), jede Klasse (Sachmerkmal) und jedes Attribut (Sachmerkmal) eine entsprechende Kennung, ob es sich um ein globales oder lokales Element des Klassifizierungsbaums handelt. Zusätzlich erhält jedes Element die Kennung, auf welchem Standort es erzeugt worden ist. Die als lokal definierten Klassen und Knoten (Getriebe lokal, Bosch Motor lokal) sind in dem Klassifizierungsbaum in der **Abbildung 5-24** farbig hervorgehoben.

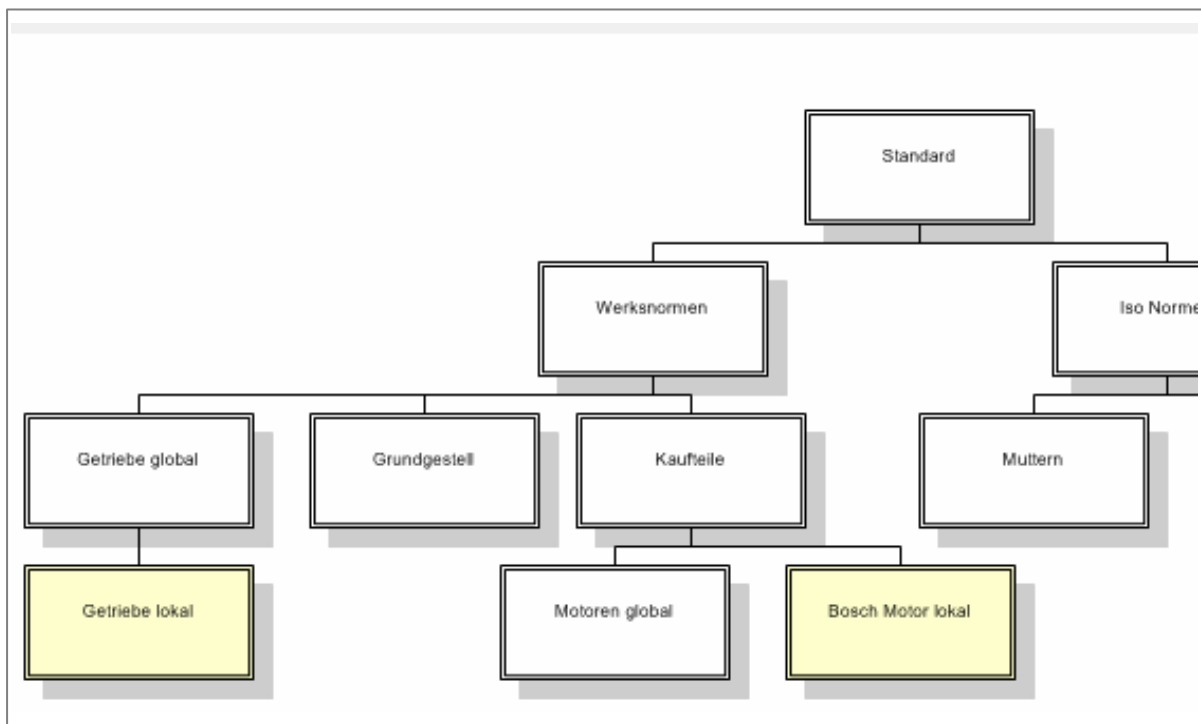


Abbildung 5-24: Auszug Klassifizierungsbaum

Damit ist die Grundlage gegeben, einen Standard für die Klassifizierung zu schaffen, ohne die notwendige Flexibilität und Anpassung an die speziellen Organisationen der einzelnen Standorte zu vernachlässigen. Abhängig vom Standort kann die Sicht auf den Klassifizierungsbaum unterschiedlich ausfallen. Jeder Standort sieht die identische Struktur der globalen Klassifizierungselemente und zusätzlich die an diesem Standort definierten lokalen Klassifizierungselemente. Wird nun ein Datenabgleich zwischen zwei Standorten durchgeführt, so werden lediglich die Änderungen / Klassifizierungen des globalen Klassifizierungsbaums übertragen. Die Klassifizierungen in den lokalen Bereichen des Baums verbleiben an dem Standort, an dem diese angelegt werden.

Das Einbringen der Daten für den Klassifizierungsbaum in die Datenbanken wird von den Arbeitsgruppen an den einzelnen Standorten durchgeführt. Diese erhalten für jede Sachmerkmalenliste ein Excel Sheet, in das die Artikelnummer und die ausprägenden Merkmale eingetragen werden. Über eine Sonderfunktion können diese Tabellen direkt in die

Sachmerkmalleisten eingelesen und in dem Klassifizierungsbaum aktualisiert werden. Für Standorte, die bereits eine Klassifikation aufgebaut haben, müssen Übernahmeroutinen bereitgestellt werden, die die klassifizierten Artikel in die Sachmerkmalleisten automatisch eintragen. Bei der täglichen Arbeit mit neu zu erstellenden Artikeln werden diese direkt über die Oberfläche des PDM-Systems klassifiziert.

#### 5.4.3 Standortübergreifende Artikelbeschreibung

Als weiterer Schritt zur Zusammenführung der Konstruktionseinheiten und zur Schaffung von Transparenz in den Artikelbeschreibungen werden Kataloge für die unterschiedlichen Attribute zentral definiert und bereitgestellt. So wird beispielsweise ein Beschreibungskatalog mit allen für die Zeichnungen und Dokumentation notwendigen Sprachen definiert. Dieser wird standortübergreifend gefüllt und gepflegt. Auch hier ist beim Abgleich zwischen den Standorten die Datenhoheit für jeden Katalogeintrag zu gewährleisten, damit die verschiedenen Standorte nicht gegenseitig die Katalogeinträge anderer Standorte überschreiben. Die Kataloge werden als Werthilfen in der Oberfläche mit den einzelnen Attributen der Datenbank verknüpft (vgl. **Abbildung 5-25**), so dass nur über diese Kataloge die Felder gefüllt werden können. Die in diesem Fall vorgegebene Beschreibung findet sich in der entsprechenden Sprache im Schriftfeld der Zeichnung wieder genau wie in der Stückliste und im an das ERP-System übertragenen Artikelstamm.

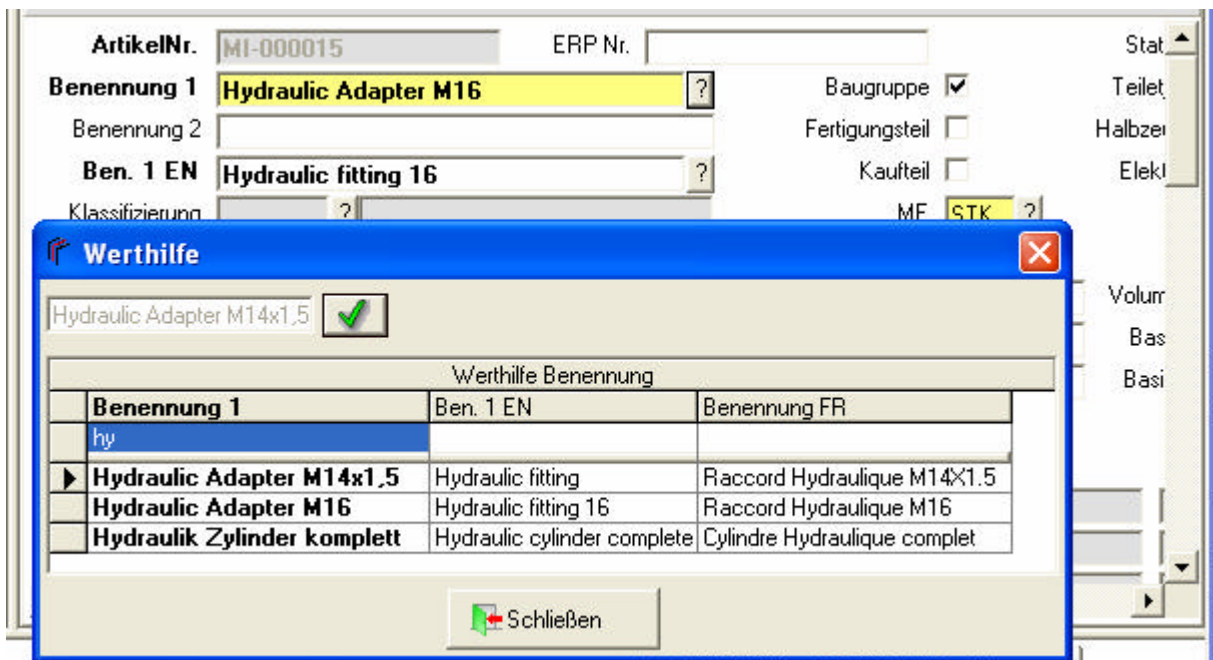


Abbildung 5-25: Werthilfekatalog zur gesteuerten Eingabe

## 5.5 Zukünftige Arbeitsweise der Konstruktionsabteilungen

Mit Hilfe des 3D-CAD-Systems SolidWorks®, welches zu der Gruppe der parametrischen, featurebasierten Volumenmodelliersysteme gehört, verfügt ein Konstrukteur über hervorragende Möglichkeiten, äußerst komplexe Einzelteile zu generieren und diese auch zu großen Baugruppen zu integrieren. Die 2D-Zeichnungsableitung sowie deren Aktualisierung wird immer auf der Basis des aktuellen 3D-Modells vorgenommen und damit ist eine manuelle Änderung an einer 2D-Zeichnung zukünftig nicht mehr notwendig [20]. Des Weiteren erlauben diese 3D-CAD-Systeme den Entwicklungsteams ein paralleles Arbeiten an dem 3D-Modell, was insbesondere auch für ein standortübergreifendes Konstruieren äußerst sinnvoll und notwendig ist.

Die zukünftigen Möglichkeiten lassen sich in drei Bereichen zusammenfassen und zwar in:

- ? eine prinzipielle Verbesserung der Konstruktionstätigkeit, (vgl. 5.5.1)

und durch den hier konzipierten Datenabgleich sind für eine zukünftige Zusammenarbeit der Standorte bezüglich der Konstruktion noch zwei Möglichkeiten gegeben und zwar

- ? eine standortübergreifende Zusammenarbeit, sowie (vgl. 5.5.2)
- ? eine standortabhängige Entwicklung mit anschließender Weitergabe zur Überarbeitung bzw. zur Produktion an einen anderen Standort. (vgl. 5.5.3)

Die jeweils zum Einsatz kommende Art der Zusammenarbeit ist flexibel wählbar und definiert sich durch die zu erledigende Konstruktionsaufgabe.

#### 5.5.1 Prinzipielle Verbesserungen in der Konstruktion

Die konzernweite Einführung der gleichen CAD-Systeme in den Bereichen M-CAD und E-CAD führt bezüglich der auszuführenden Tätigkeiten in den einzelnen Konstruktionsabteilungen zu einer deutlich verbesserten Harmonisierung der Produkte. Durch die Vereinheitlichung der beiden Systeme können die einzelnen Konstrukteure für den Bereich der Produktentwicklung auf die gleichen aktuellen Datenmodelle zurückgreifen. Des Weiteren entfällt der ständige Konvertierungsaufwand der CAD-Dateien an den jeweiligen Standorten, wie dies bei der Arbeit mit unterschiedlichen CAD-Systemen notwendig ist. Für ein langfristig korrektes Arbeiten mit den neuen Systemen sind allerdings konzeptionell einige Gesichtspunkte zu berücksichtigen:

1. Laufende Projekte dürfen sich mit der Einführung des neuen CAD-Systems nicht verzögern.
2. Änderungsaufträge in der Konstruktion dürfen nicht mit erheblichem Mehraufwand durchgeführt werden.
3. Die Produktivität der Konstruktionsabteilungen soll nur minimal beeinträchtigt werden.

Zu 1.) Hier wird gewährleistet, dass in den Konstruktionen sich einzelne Komponenten aus dem vorhandenen Datenbestand der alten CAD-Systeme berücksichtigen lassen, z.B. bei Änderungskonstruktionen, und dass ebenso auch Neukonstruktionen mit dem neuen leistungsfähigen 3D-CAD-System durchgeführt werden können.

Zu 2.) Den einzelnen Konstruktionsabteilungen wird die Entscheidungsfreiheit zugestanden, dass bei geringen Änderungen einer Komponente nur die 2D-Zeichnung auch mit dem alten CAD-System korrigiert werden darf, statt dass die gesamte Komponente mit dem neuen CAD-System modelliert werden muss, um daraus die 2D-Zeichnung abzuleiten.

Zu 3.) Da die Einführung des neuen CAD-Systems und die Weiterverwendung des alten CAD-Systems prinzipiell kontraproduktiv ist, wird mit der Unterstützung des PDM-Systems zunächst eine Basis geschaffen, die transparent die Historie jeder CAD-Zeichnung aufzeigt, unabhängig davon, mit welchem CAD-System die Zeichnung / Geometrie entwickelt wurde. Dies erlaubt den Konstrukteuren, bei Detailänderungen nach wie vor das alte CAD-System und bei Änderungen mit höherem Konstruktionsaufwand oder bei Neukonstruktionen immer das neue CAD-System einzusetzen. Hat ein Konstrukteur aus einer 2D-Zeichnung, die mit dem alten CAD-System erstellt wurde, ein Modell mit dem neuen CAD-System erzeugt, so ist dies jedem Konstrukteur bei Zugriff auf diesen Artikel transparent. Weitere Entwicklungen / Anpassungen erfolgen dann zwingend nur noch mit dem neuen CAD-System.

Wird eine Änderungskonstruktion mit dem neuen CAD-System durchgeführt, so sieht jeder Anwender im PDM-System sofort die Historie der Zeichnungen und verwendet bei einer weiteren Änderung automatisch die mit dem neuen CAD-System erstellte Datei. Damit wird der Übergang hinsichtlich der Anwendung von dem alten zu dem neuen CAD-System schrittweise durchgeführt. Ein weiterer, nur mit Unterstützung des PDM-Systems zu erzielender Vorteil besteht darin, dass die Konstruktion bei Neukonstruktion einer Anlage ebenfalls auf die vorhandenen, mit einem Altsystem erstellten Zeichnungen, zugreifen kann. So werden die Komponenten bzw. Einzelteile in dem neuen 3D-CAD System zwar generiert, aber ohne dass eine neue fertigungsrelevante Zeichnung erstellt werden muss, können diese Teile gefertigt und in die Anlage eingebaut werden.

Wird die Maschine zur Produktion freigegeben, so stellt das PDM-System die fertigungsrelevanten Zeichnungen der Komponenten / Einzelteile, die mit dem Alt-System erzeugt wurden, zusammen mit den neu entwickelten Fertigungsunterlagen der Produktion zur Verfügung. Damit verfügt die Konstruktion über den Vorteil, nur dann Fertigungsunterlagen aufbereiten zu müssen, wenn auch tatsächlich eine Änderung an dem zu fertigenden Teil vorgenommen wird. Konkret bedeutet dies, dass bei einem Bestand von 100.000 Fertigungszeichnungen nicht erst alle zur Fertigung benötigten Zeichnungen in das neue CAD-System konvertiert werden müssen, - und dies erfolgt immer mit einem Datenverlust -, sondern dass mit dem neuen CAD-System nur die 3D-Modelle, die für die neue Anlage benötigt werden, aus den vorhandenen Fertigungszeichnungen neu aufgebaut werden und

die Fertigungszeichnungen hingegen unverändert weiterverwendet werden können. Somit erfolgt die Übernahme der Fertigungszeichnungen in das neue 3D-CAD System schrittweise über mehrere Jahre hinweg und die Produktivität der Konstruktionsabteilungen wird damit insgesamt hochgehalten.

### 5.5.2 Standortübergreifende Zusammenarbeit der Konstruktionsabteilungen

Wenn für eine projektspezifische Konstruktion eine standortübergreifende Zusammenarbeit der Konstruktionsabteilungen notwendig ist (Fall a)), so muss ein flexibles Konstruktionsteam durch Mitarbeiter aus Konstruktionsabteilungen verschiedener Standort zusammengestellt werden (vgl. **Abbildung 5-26**). Für deren Tätigkeit muss gewährleistet sein, dass

- ? alle Teammitglieder einen ständigen Zugriff auf aktuelle Unterlagen haben,
- ? Teammitglieder „concurrent“ arbeiten im gleichen Baugruppenkontext und
- ? alle Teammitglieder mit derselben Datenbank arbeiten.

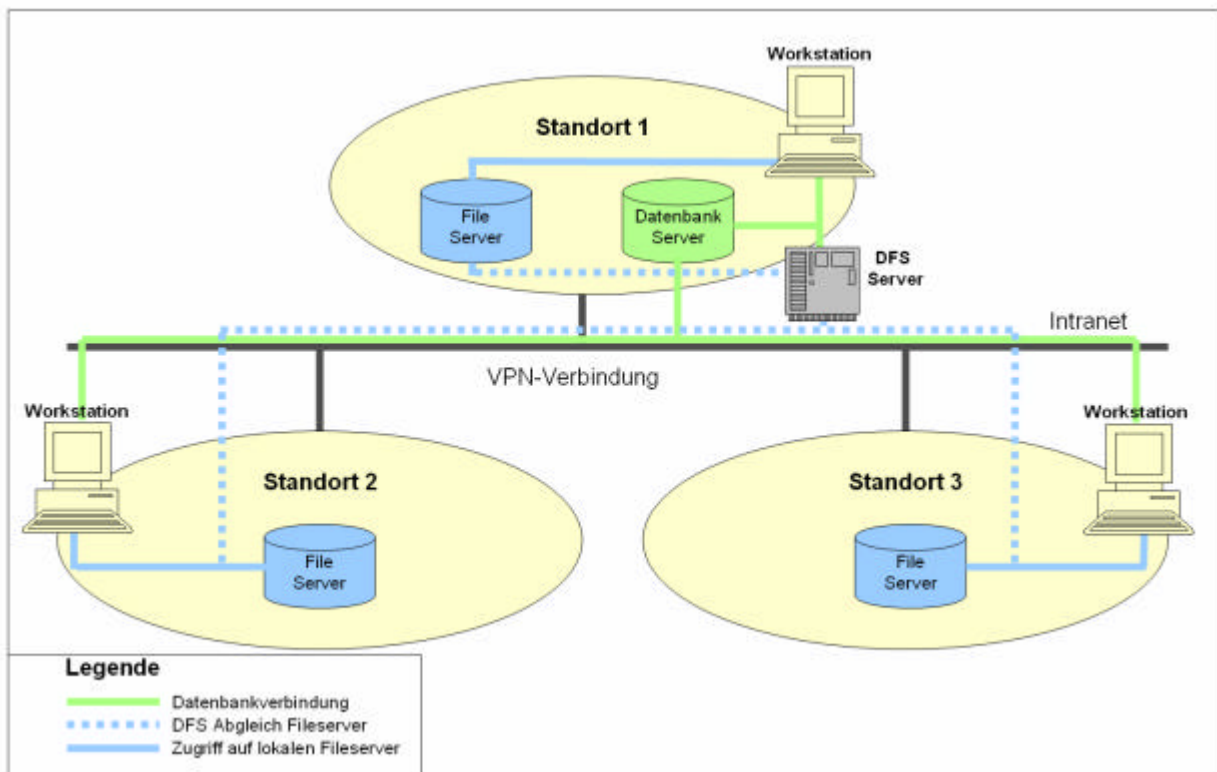


Abbildung 5-26: Standortübergreifende Konstruktion [23]

Beispielhaft soll hier die Zusammenarbeit mehrerer Teammitglieder unterschiedlicher Standorte verdeutlicht werden. Hierbei greifen die Teammitglieder der Standorte 2 und 3 über einen VPN-Tunnel direkt auf die Datenbank des Standortes 1 zu. Da die DFÜ-Leitungen aufgrund der geringen Bandbreite ein rationelles Arbeiten an den zentral vorliegenden 3D-CAD-Modellen nicht zulassen, werden über den DFS-Server die Dateien auf die unterschiedlichen Standorte gespiegelt und lokal vorgehalten.

Lädt ein Teammitglied von Standort 2 eine Baugruppe, so werden zunächst in der zentralen Datenbank (Standort 1) alle zugehörigen Elemente der Baugruppe sowie deren Aktualität ermittelt. Die ermittelten Dateien werden dann vom lokalen File Server des Standortes 2 geladen. Sollten eine oder mehrere Datei(en) der Baugruppe auf Standort 2 „veraltet“ (nicht mehr aktuell) vorliegen, so werden diese veralteten Dateien zunächst mittels eines DFS-Prozesses auf dem Standort 2 aktualisiert. Dann wird die gesamte Baugruppe vom lokalen File Server des Standortes 2 auf dem Arbeitsplatz des Konstrukteurs bereitgestellt und in das 3D-CAD-System geladen.

Die Praxis hat gezeigt, dass normalerweise weit über 90% der Dateien an jedem Standort aktuell sind und nur die restlichen Dateien während des Zugriffes synchronisiert werden müssen. Ist die Bandbreite zwischen den Standorten ausreichend, kann der DFS-Server online betrieben werden und damit direkt jede geänderte Datei im Hintergrund aktualisieren. In diesem Fall liegt die Aktualität der Dateien bei nahezu 100%.

### 5.5.3 Standortabhängige Konstruktion mit anschließender Weitergabe

Im Gegensatz zu der standortübergreifenden Konstruktion ist für eine standortabhängige Konstruktionsaufgabe mit einer anschließenden Weitergabe des Projektes zur Überarbeitung bzw. zur Produktion an einen anderen Standort die Lösung (vgl. **Abbildung 5-27**) so konzipiert, dass

- ? alle Teammitglieder autark an ihrem Standort arbeiten und jederzeit
- ? die Übergabe eines Projektes / Teilprojektes auf einen anderen Standort zur Weiterbearbeitung gegeben ist und nach der Übergabe
- ? an einem anderen Standort auch genutzt werden kann, aber die
- ? Unterlagen können nur an einem Standort geändert werden und dafür wird auch die
- ? Datenhoheit bei der Übertragung auf einen anderen Standort mit übertragen.



Des Weiteren müssen bei der Übertragung technischer Daten an einen anderen Standort diese Daten auch in das dortige standortspezifische ERP-System eingetragen werden und dabei wird sichergestellt, dass

- ? Artikel, die dem ERP-System noch nicht bekannt sind, automatisch angelegt werden.
- ? Artikel, die dem ERP-System bereits bekannt sind, tatsächlich verwendet werden.
- ? Stücklisten, die dem ERP-System noch nicht bekannt sind, automatisch angelegt werden.

Die Konstruktionsabteilung von Standort 1 entwickelt ein neues Produkt. Nach Abschluss der Konstruktionstätigkeit wird festgelegt, dass das Produkt an Standort 2 gefertigt werden soll. Wenn z.B. aus der Fertigung Rückfragen vorliegen, ist zu prüfen, wer im weiteren Verlauf die Produktverantwortung übernimmt. Wenn diese auf Standort 2 übertragen werden soll, erhalten alle Daten, wie Projektdaten, Artikel und Dokumente die Standortkennzeichnung 2.

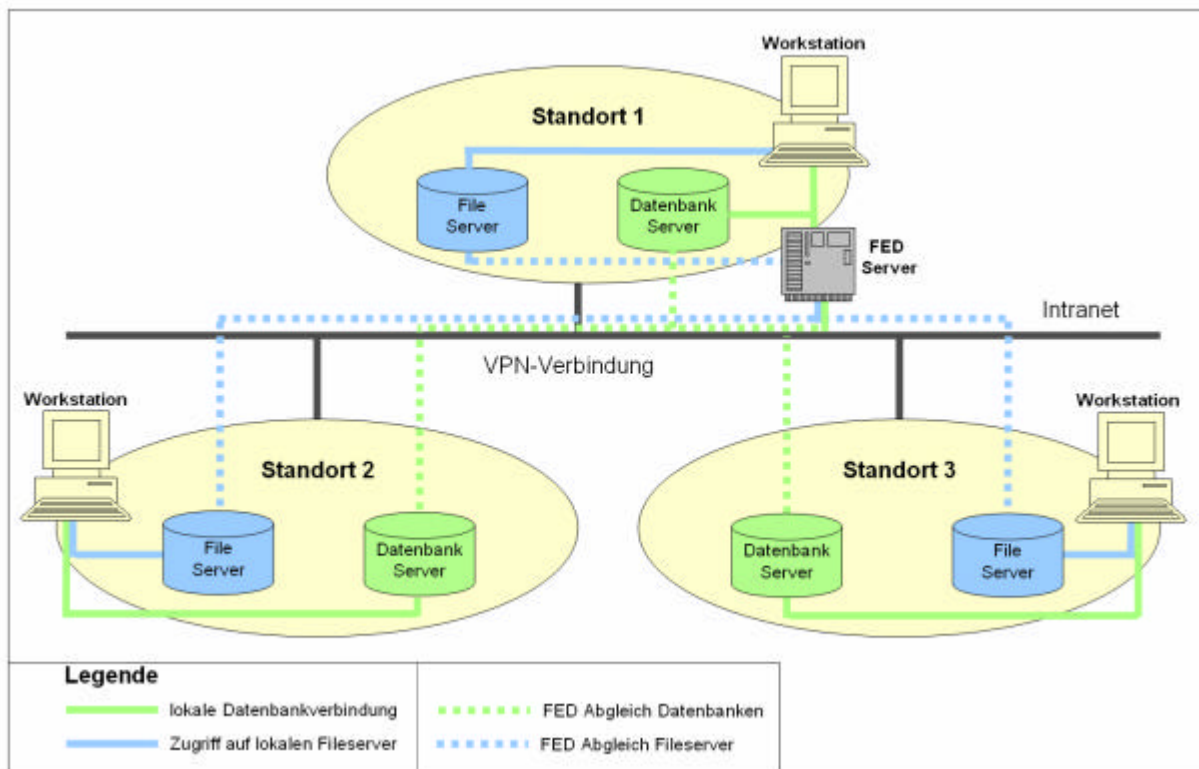


Abbildung 5-27: Standortspezifische Konstruktion [23]

Damit ist die Datenhoheit für alle Elemente des Projektes dem Standort 1 (Entwicklungsstandort des Projektes) entzogen. Nach der Übertragung durch den FED-Server liegen die Metadaten sowie alle zugehörigen Dateien auf Standort 2 vor und damit hat Standort 2 nun die Datenhoheit auf alle Elemente des übertragenen Projektes. Des Weiteren können durch

die Verbindung der PLM-Datenbank mit dem ERP-System des Standortes 2 auch alle Artikel und Stücklisten des Projektes an das ERP-System übertragen werden. Dabei werden die Artikel und Stücklisten, soweit diese noch nicht dem ERP-System des Standortes 2 bekannt sind, automatisch angelegt.

## **5.6 Softwaretechnische Umsetzung des Verwaltungssystems**

Um die beschriebenen Aufgabenstellungen zu erfüllen, werden zunächst an den Tabellen der PDM-Datenbank Erweiterungen vorgenommen. So erhält jede Tabelle einen erweiterten Attributsatz, auf dem die Kennungen der Standorte (Ursprungsstandort, Zielstandort), die Spezifizierung der lokalen und globalen Attribute, sowie notwendige Kennzeichnungen für die Übertragung (Übertragungsdatum, Änderungsflag, etc.) eingetragen werden. Damit ist die Grundlage geschaffen, für den Datenabgleich zwischen den unterschiedlichen Standorten gesicherte Abfragen in den PDM-Datenbanken durchführen zu können. Neben den Anpassungen des PDM-Datenbankschemas sind neue Funktionen zu entwickeln, die es erlauben, einen Abgleich über die unterschiedlichen Standorte durchzuführen.

Für das Konzept des DFS (vgl. Abbildung 5-18) wird auf Basis der .NET Technologie ein neuer Serverprozess entwickelt. Dieser Server meldet sich zunächst an der zentralen PDM-Datenbank an. Über ein verschlüsseltes Login erstellt der Server die FTP-Verbindung zum File-Server 1 und ebenfalls zum File-Server 2 auf dem Standort 2. Entsprechend einer konfigurierbaren Abgleichstrategie überprüft der DFS-Server in der zentralen Datenbank die Änderungen an Dateien auf den Standorten 1 und 2. Wird eine Änderung festgestellt, so lädt der DFS zunächst von dem Standort mit der aktuellen Datei diese Datei temporär aus dem FTP-Vault um sie dann in den FTP-Vault des anderen Standortes einzustellen. Danach wird in der Datenbank ein Kennzeichen gesetzt, das die Aktualität der Datei bestätigt. Sind alle Dateien gegenseitig abgeglichen, beendet sich der DFS-Server Prozess. In einem eingestellten Zeitintervall führt der DFS-Server diesen Vorgang wiederkehrend durch.

Für das Konzept FED (vgl. Abbildung 5-20) wird auf Basis der .NET Technologie ebenfalls ein neuer Serverprozess entwickelt. Dieser Server meldet sich zunächst an der PDM-Datenbank des Standortes 1 und dann an der PDM-Datenbank des Standortes 2 an. Entsprechend einer konfigurierbaren Abgleichstrategie überprüft der FED-Server in der Datenbank des Standortes 1 alle Änderungen an den Datenbankdaten, die für den Abgleich mit der PDM-Datenbank des Standortes 2 notwendig sind. Wird eine Änderung festgestellt, so liest der FED-Server die entsprechenden Metadaten aus der Datenbank mit dem

aktuellen Eintrag aus und überträgt diese auf die Datenbank des anderen Standortes. Nach Aktualisierung wird auf dem Datensatz ein Kennzeichen gesetzt, dass die Aktualität des Datensatzes kennzeichnet. Sind alle Datensätze aktualisiert, so startet der FED-Server den DFS-Server mit einer eingeschränkten Abgleichstrategie. Diese sieht vor, dass der DFS-Server sich zunächst an der Datenbank des Standortes 1 anmeldet und dort nur die Dateien aktualisiert, die als veraltet auf dem Standort 1 gekennzeichnet sind. Danach meldet sich der DFS-Server auf der Datenbank des Standortes 2 an und gleicht alle Dateien auf diesem Standort ab, die als veraltet in der Datenbank des Standortes 2 gekennzeichnet sind.

Diese Vorgehensweise ist notwendig, da bei einem bidirektionalen Abgleich (vgl. **Abbildung 5-18**) auch Dateien an den anderen Standort übertragen würden, obwohl diese Dateien der Datenbank an dem jeweiligen anderen Standort gar nicht bekannt sind.

## **5.7 Strategien für die Einführung**

Unter Berücksichtigung der Summe aller Anforderungen an das neue Konzept sind in der Endausbaustufe der Konzeptintroduction über 200 CAD-Arbeitsplätze und mehr als 100 Office-Arbeitsplätze vorgesehen. Da aber eine derartig hohe Anzahl von produktiven Arbeitsplätzen konsequenterweise auch eine enorme Datenmenge erzeugt, können diese nicht alle auf einmal in ein neues standortübergreifendes Konzept integriert werden. Deshalb muss ein Stufenplan vorgesehen werden, mit dem eine schrittweise Umstellung und auch Anpassung an das neue Konzept möglich ist. Diese schrittweise Einführung ist nicht losgelöst von den übrigen Anforderungen zu realisieren, deshalb wird auf die notwendigen Gegebenheiten in Kapitel 3.6 eingegangen, in welchem die Anforderungen an das zu entwickelnde Konzept in ihrer Gesamtheit noch einmal zusammengefasst werden. [26]

Beispielhaft für den schrittweisen Umstieg auf die 3D-Technologie ist die Übernahme der bestehenden 2D-Zeichnungen in das neue 3D-CAD System. Dabei werden nur die 3D-Modelle neu konstruiert, während die Fertigung die bereits vorhandenen fertigungsrelevanten 2D-Zeichnungen verwendet, die aus den alten Systemen erstellt wurden. Lediglich bei Änderungen an den Modellen, die Auswirkung auf die 2D-Zeichnungen haben, werden neue Versionen und damit neue 2D-Zeichnungen in dem 3D System erstellt.

Eine derart komplexe Optimierungsaufgabe, wie die Umsetzung der Anforderungen an ein standortübergreifendes Engineering beinhaltet zwangsläufig auch eine teilweise Umstrukturierung des gesamten Konzerns. Deshalb ist es unbedingt notwendig, im Detail

festzulegen, wie und in welchem Standort das neue Konzept als Pilotanwendung umgesetzt werden soll. In diesem Zusammenhang sind ebenfalls eventuell notwendige Hardwarebeschaffungen zu planen und es muss festgelegt werden, welche Ressourcen sowohl intern als auch extern für die Unterstützung bei der Umsetzung des Konzeptes zur Verfügung stehen. Des Weiteren ist zu beachten, dass die vorhandenen Systeme und Funktionen in das neue Konzept integriert werden müssen. Erst nach einem positiven Abschluss der Pilotphase kann in einer zweiten Phase das Rollout der neuen Lösung in allen einzelnen Standorten durchgeführt werden, wobei allerdings unbedingt jeweils die standortspezifischen Randbedingungen und die globalen Vorgaben Berücksichtigung finden müssen. Nach der Abnahme des produktiv arbeitenden Systems im gesamten Konzern ist die Verantwortung für die Weiterführung an die jeweils relevanten Funktionsgruppen, wie Konstruktion, IT-Abteilung, Wartung, Kundenservice und Logistik, zu übergeben.

Wenn alle Anforderungen gemäß Kap. 3 in dem Konzept umgesetzt werden, kann als positives Ergebnis für den Konzern folgendes erreicht werden:

- ? eine einheitliche Plattform zur verteilten Nutzung von Ressourcen,
- ? eine höhere Auslastung der Ressourcen,
- ? eine kürzere Entwicklungszeit für neue Produkte,
- ? ein verringerter Änderungsaufwand,
- ? eine standortübergreifende Mehrfachverwendung von Maschinen und Maschinenkomponenten,
- ? eine verbesserte Produktqualität und
- ? eine gesicherte und verkürzte Reaktion im Servicebereich.

## **6 Exemplarische Realisierung des Konzeptes**

Die Umsetzung des gesamten Konzeptes hat im Jahr 2005 begonnen und wird sicherlich etwa 2 Jahre in Anspruch nehmen. Die Umsetzung kann nur sukzessiv vorgenommen werden und aus jeder Teilinstallation ergeben sich neue Gesichtspunkte, die zu einer unmittelbaren Überarbeitung von einzelnen Detailkonzepten führen. Die bis zu diesem Zeitpunkt erreichten Ziele sind laut Aussage des Pilotanwenders von sehr guter Qualität, so dass davon ausgegangen werden kann, dass das gesamte Konzept umsetzungsfähig ist.

Da einer der Schwerpunkt dieser Arbeit die Realisierung einer flexiblen standortübergreifenden Konstruktion ist, soll beispielhaft an einer in der Praxis bereits durchgeführten Konstruktionsaufgabe (vgl. Kap. 6.1), die Handhabung des umgesetzten Konzeptes aufgezeigt werden. Darüber hinaus sollen an diesem und einem weiteren Praxis-Beispiel einer standortspezifischen Konstruktionsaufgabe (vgl. Kap. 6.2), auch die unterschiedlichen Verfahren des Datenabgleichs (vgl. Abbildung 5-18 und Abbildung 5-20) demonstriert werden. Zum besseren Verständnis werden in den Beispielen die PDM- Und ERP-Systeme sowie die Datenbank- und File-Server durch das Anhängen der jeweiligen Standort-Nummer gekennzeichnet, damit wird z.B. der Datenbank-Server des Standortes 1 als Datenbank-Server\_1 bezeichnet.

### **6.1 Beispiel für eine standortübergreifende Konstruktion**

Für die Entwicklung einer kundenspezifischen Verpackungsanlage sind einzelne Mitarbeiter aus drei unterschiedlichen Standorten zu einem flexiblen Konstruktionsteam zusammenzuführen (vgl. Abbildung 5-26). Dabei liegt die Projektverantwortung bei dem Standort 1, während die Mitarbeiter von Standort 2 in der mechanischen Entwicklung und die von Standort 3 in der Elektroentwicklung eingebunden sind. Da die Anlage ausschließlich an dem Standort 1 gefertigt werden soll und die Teams eng verzahnt miteinander arbeiten, wird festgelegt, dass die Entwicklung entsprechend dem Szenario 1 durchgeführt wird. Das Projekt wird in der PDM-Datenbank\_1 angelegt und die Projektstruktur automatisch erzeugt (vgl. Abbildung 5-6).

Da alle Standorte mit derselben Datenbank arbeiten, haben alle Mitglieder des Konstruktionsteams immer die aktuelle Sicht auf den Datenbestand und zwar genauso, als ob alle Mitarbeiter an einem Standort arbeiten würden. Die Standorte 1 und 2 arbeiten

parallel an denselben Baugruppen, wobei jeder einzelne Mitarbeiter des Teams verantwortlich ist für die Entwicklung spezieller Teile und Unterbaugruppen der Maschine. Mit Hilfe des DFS-Servers, der alle drei Standorte miteinander abgleicht (vgl. Abbildung 5-18), sind die Dateien an alle Standorten gespiegelt und liegen dort jeweils aktuell vor.

Ein Mitarbeiter „A“ von Standort 1 möchte nun an einer bestimmten Baugruppe Änderungen vornehmen. Dazu stellt „A“ diese Baugruppe unter Überwachung (vgl. **Abbildung 6-1**). Dies bedeutet, dass das PDM-System\_1 den Mitarbeiter „A“ sofort über das interne Mailing-System benachrichtigt, wenn

- ? ein anderer Mitarbeiter eine in der Modellstruktur enthaltene Datei ändert oder
- ? aus einer in der Modellstruktur enthaltenen Datei eine neue Version erzeugt.

Die Benachrichtigung geschieht nicht nur in Form einer Mail, sondern die geänderte oder die als neue Version erstellte Datei wird zusätzlich in eine spezifische Mappe Monitoring Änderungen des Mitarbeiters „A“ eingestellt. Über diese Mappe hat „A“ einen direkten Zugriff auf alle Änderungen, die im Kontext seiner definierten Überwachungen erfolgt sind. In diesem Beispiel (vgl. Abbildung 6-1) wird der Hydraulikzylinder vom Mitarbeiter „A“ unter Überwachung gestellt. Dies erfolgt in der Oberfläche des PDM-Systems. Hierzu wird zunächst der Hydraulikzylinder aus dem Strukturfenster heraus selektiert und in den Dokumenteneditor eingestellt. Dabei wird das zugehörige Vorschaubild im Vorschaufenster visualisiert, um dem Anwender einen Eindruck über die gewählte Geometrie zu vermitteln.

Über die Funktion „*Rechte Maustaste*“ auf dem Dokumenteneditor öffnet der Anwender das Fenster mit dem Extra-Menue. Dieses Fenster enthält alle für die Bearbeitung der Baugruppe sinnvollen Funktionen, wie Kopieren, Strukturanzeige und die Möglichkeit, diese Baugruppe unter Überwachung zu stellen. Bei Auswahl der Funktion „*zu Monitor hinzufügen*“ wird die Baugruppe einschließlich aller untergeordneten Strukturen für den Anwender „A“ unter Überwachung gestellt. Bei diesem Vorgang wird das Modell „*Hydraulikzylinder*“ in den Ordner „*zu überwachende Dokumente*“ des Anwenders „A“ verlinkt. Der Anwender „A“ kann nun seine Geometrie „*Hydraulikzylinder*“ (vgl. **Abbildung 6-2**) in das CAD-System SolidWorks® laden und seine notwendigen Konstruktionsschritte durchführen.

The screenshot displays a CAD application window with a 3D model of a hydraulic cylinder assembly. The interface is divided into several sections:

- Top Menu and Toolbar:** Includes options like 'Datei', 'Bearbeiten', 'Suchen', 'Neu', 'Bearbeiten', 'Kopieren', 'Einfügen', 'Löschen', 'Status', 'Version', 'Hilfe', 'Suchen', 'Lernen', 'Neu', 'Bearbeiten', 'Kopieren', 'Einfügen', 'Löschen', 'Status', 'Version', 'Hilfe', 'Suchen', 'Lernen', 'Neu', 'Bearbeiten', 'Kopieren', 'Einfügen', 'Löschen', 'Status', 'Version', 'Hilfe'.
- Left Panel (Tree View):** Shows a hierarchical structure of the model, including folders like 'Struktur', 'Wiederverwendung', and 'SML'. A list of components is visible, such as 'Beispiels Präsentation - PP-000001', 'HYC4013CPOZ - 00 - Kühllöble - in Arbeit', and 'Hydraulik Zylinder komplett - in Arbeit'.
- Central Workspace:** Contains a 3D model of a hydraulic cylinder with various ports and a green cap. Below the model, there are fields for 'Ursprung', 'Ersatz für', 'Ersetzt durch', 'Workflow', and 'Zugriff'.
- Right Panel (Table):** Titled '6 Datensätze gefunden', it lists components with columns for 'Blatt', 'Vers.', 'Benennung', 'Status', 'Frei', 'Datei', 'Klassenk.', 'Typ', and 'Freigegeben'. The table includes rows for 'Ausstückung', 'Distanzring', 'Antrieb', and 'Kühlmemscheibe'.

Blatt	Vers.	Benennung	Status	Frei	Datei	Klassenk.	Typ	Freigegeben
1	a	Ausstückung	Freigegeben	<input checked="" type="checkbox"/>		ACAD	ZDMISC	
1	c	Distanzring	in Arbeit	<input type="checkbox"/>		ACAD	ZDMISC	konst
1	-	Antrieb	Freigegeben	<input checked="" type="checkbox"/>		ACAD	ZDMISC	konst
1	-	Kühlmemscheibe	in Arbeit	<input checked="" type="checkbox"/>		ACAD	ZDMISC	
1	-	Antriebswelle	in Arbeit	<input type="checkbox"/>		ACAD	ZDMISC	

Abbildung 6-1: Beispiel eines überwachten Modells

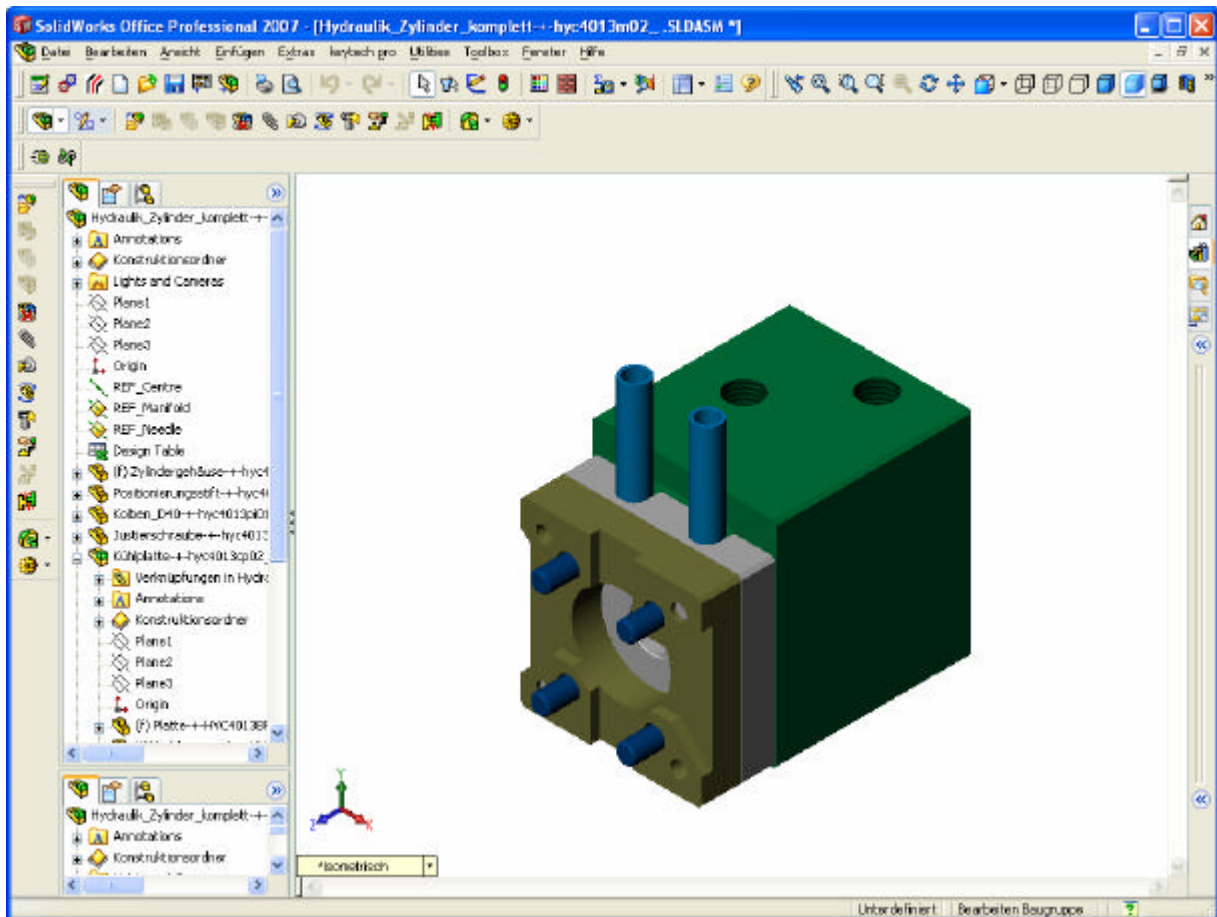


Abbildung 6-2: Unter Überwachung gestelltes Modell

An dem Standort 2 greift der Anwender „B“ über die PDM-Datenbank\_1 auf dieselbe Baugruppe wie Anwender „A“ zu und lädt sich die Baugruppe über den File-Server\_2 in sein CAD-System SolidWorks®. Da Anwender „B“ an dem Einzelteil „Zylindergehäuse“ Änderungen vornehmen möchte, versucht er in der PDM-Datenbank\_1 dieses Einzelteil zu reservieren. Das Einzelteil besitzt bereits eine Freigabe, so dass Anwender „B“ seine Änderungen in einer neuen Version des Modells speichern muss. Anwender „B“ bearbeitet das Einzelteil im Baugruppenkontext (vgl. **Abbildung 6-3**) und speichert es in die PDM-Datenbank\_1 unter einer neuen Versionsnummer zurück. Die zugehörige physikalische SolidWorks Datei wird dabei auf dem File-Server\_2 abgelegt.

Der DFS-Server erkennt aus dem Eintrag in der PDM-Datenbank\_1, dass die Datei „Zylindergehäuse“ auf dem File-Server\_2 aktuell und auf dem File-Server\_1 veraltet ist. Über den definierten Abgleichprozess lädt der DFS-Server die Datei von File-Server\_2 auf den File-Server\_1 und setzt das Kennzeichen in der PDM-Datenbank\_1 auf aktualisiert.



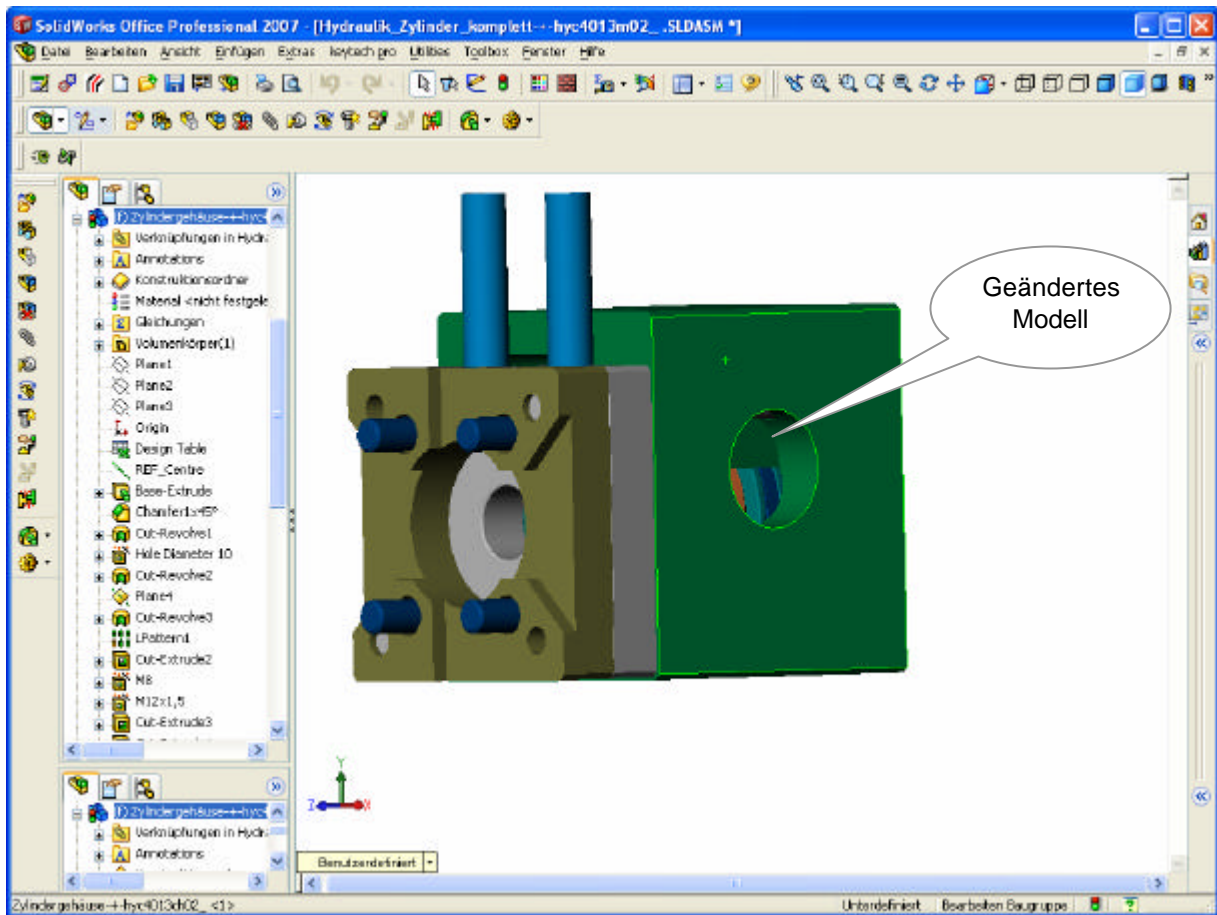


Abbildung 6-3: Änderung an überwachtem Modell

Bei dem Vergleich der Darstellung in der Abbildung 6-2 mit der in der Abbildung 6-3 ist zu erkennen, dass an dem Modell „Zylindergehäuse“ eine Änderung vorgenommen wurde. Direkt nach der Änderung des Zylindergehäuses erhält der Mitarbeiter auf Standort 1, der die gesamte Baugruppe unter Überwachung gestellt hat, den Hinweis, dass von einem der zu überwachenden Modelle zwischenzeitlich eine neue Version erstellt wurde (vgl. **Abbildung 6-4**). Es sei hier angemerkt, dass der Mitarbeiter dieselbe Mitteilung erhalten würde, wenn über einen ganz anderen Baugruppenkontext dieses Einzelteil „Zylindergehäuse“ eine neue Version erhält. In diesem Beispiel aber hat der Mitarbeiter am Standort 2 eine neue Version des Zylindergehäuses in die Baugruppe eingefügt. Der Mitarbeiter am Standort 1 kann nun entscheiden, ob er in seiner aktuellen Konstruktion diese vorgenommene Änderung direkt sehen möchte. Da das PDM-System\_1 die CAD-Daten jedem Mitarbeiter zur Bearbeitung in seinem temporären Arbeitsverzeichnis zur Verfügung stellt, entfällt ein ständiger Abgleich, der den eigentlichen Konstruktionsprozess des Mitarbeiters nur störend beeinflussen würde.

The screenshot displays a PDM system interface with a top menu bar, a left sidebar, and a main workspace. The workspace is divided into several sections:

- Top Menu:** Datei, Bearbeiten, Dokument, Stückliste, Abfragen, Extras, Hilfe.
- Left Sidebar:** Suchen, Leren, Neu, Bearb., Kopie, Umben., Status, Version, Löschen, Laden, Maippen, Artikel, Dokumente, Notizen, Stückliste, SML, Klassen, Baugruppen.
- Main Workspace:**
  - Structure View:** Shows a tree view with folders like 'Beispiele', 'Wiederverwendung', and 'SML'. A folder 'keytech' is expanded, showing a list of documents with a note: 'Von Ihnen überwachte Elemente wurden geändert: +1'. The selected document is 'hyc4013cnd2 - a - Zylindergehäuse'.
  - Document Details:**
    - DokumentNr.:** hyc4013cnd2
    - Freigegeben:**  Datum:
    - Benennung 1:** Hydraulik Zylinder komplett
    - Benennung 2:**
    - Ben. 1 EN:** Hydraulic cylinder complete
    - Klassifizierung:**
    - Ursprung:**
    - Ersatz für:**
    - Ersetzt durch:**
    - Workflow:**
    - Zugriff:** POB
  - Table:** A table with columns: DokumentNr., Blatt, Vers., Benennung 1, Ben. 1 EN, Status, Frei., Datei, Klasserk..., Typ, Reserviert. The table contains several rows, with the third row highlighted in blue.

DokumentNr.	Blatt	Vers.	Benennung 1	Ben. 1 EN	Status	Frei.	Datei	Klasserk...	Typ	Reserviert
ARR-002.01	1	a	Ausrückung	Relasing ing	Freigegeben	<input checked="" type="checkbox"/>		ACAD	ZDMISC	Reserviert
DRI-888.09	1	c	Distanzanz	Distance ing	in Arbeit	<input checked="" type="checkbox"/>		ACAD	ZDMISC konst	15.08.2007
MI-000011	1	-	Distanzanz	Distance ing	in Arbeit	<input type="checkbox"/>		ACAD	ZDMISC konst	03.11.2007
Z-BGAT-9991	1	-	Antrieb	Drive	Freigegeben	<input checked="" type="checkbox"/>		ACAD	ZDMISC	
Z-KHS-001.01	1	-	Keilriemenscheibe	V-belt pulley	in Arbeit	<input checked="" type="checkbox"/>		ACAD	ZDMISC	
Z-WEL-001.000	1	-	Antriebswelle	Drive spride	in Arbeit	<input type="checkbox"/>		ACAD	ZDMISC	
  - Right Panel:** Includes a 3D model of a mechanical part, a 'Verschau' button, and icons for PDF and eDrawings.
  - Status Bar:** Shows 'Beret' on the left and 'NUM 17:14 03.11.2006' on the right.

Abbildung 6-4: Benachrichtigungssystem in dem PDM-System

In diesem Fall wählt der Mitarbeiter „A“ die Funktion „*Abgleich Concurrent Engineering*“ des PDM-System\_1 an. Mit Hilfe dieser Funktion prüft das PDM-System\_1 die in dem lokalen Arbeitsverzeichnis des Mitarbeiters „A“ liegenden Dateien gegen die aktuellen Datenbankeinträge im PDM-System\_1.

Das PDM-System\_1 stellt zwangsläufig fest, dass das Einzelteil „*Zylindergehäuse*“ und die übergeordnete Baugruppe verändert wurden. Weiterhin erkennt das PDM-System\_1, dass die beiden Dateien mit den Änderungen auf dem File-Server\_2 bereits über den DFS-Prozess mit dem File-Server\_1 abgeglichen wurden. In dem Fall, dass die Dateien über den DFS-Prozess noch nicht aktualisiert worden sind, aktualisiert das PDM-System\_1 nun die Dateien, indem es diese aus dem File-Server\_2 auscheckt und auf den File-Server\_1 lädt. Danach ersetzt das PDM-System\_1 die im lokalen Arbeitsverzeichnis von Anwender „A“ liegenden Dateien gegen die im File-Server\_1 aktualisierten Dateien und öffnet die Baugruppe mit den Änderungen erneut im CAD-System\_1.

Benötigt der Mitarbeiter „A“ diese Änderung nicht aktuell, so arbeitet er an der Baugruppe weiter und speichert seine Änderungen in der PDM-Datenbank\_1 und auf dem File-Server\_1 ab. Der als Dienst aufgesetzte Abgleichprozess DFS startet dann entsprechend dem vorgegebenen Zeitintervall automatisch und aktualisiert in diesem Moment alle Dateien, die einen Änderungsvermerk auf den einzelnen File-Servern erhalten haben. Dieser Dienst wird in der Regel so aufgesetzt, dass der Abgleichprozess in den konstruktionsfreien Zeiten abläuft, um den Mitarbeitern während der Arbeitszeit nicht die Bandbreite der DFÜ-Verbindung einzuschränken, da dies erfahrungsgemäß ein Nadelöhr darstellt. Öffnet der Mitarbeiter an dem Standort 1 dann am nächsten Tag seine Baugruppe, um die Arbeit fortzusetzen, so hat er ebenfalls die aktualisierten Dateien und damit die aktuelle Baugruppe vor sich.

Wenn das Zylindergehäuse außerhalb des Baugruppenkontextes versioniert wird, so kann der Mitarbeiter von Standort 1 diese neue Version ebenfalls in seiner Baugruppe verwenden. Dazu öffnet er seine persönliche Mappe Monitoring Änderung (vgl. **Abbildung 6-5**), über die er direkt auf das neue Modell zugreifen kann. Unter dieser Mappe sind alle geänderten Modelle gelistet. Der Mitarbeiter stellt das geänderte Modell in den Editor und ersetzt dieses über eine weitere Funktion des PDM-System\_1 direkt in der aktuell geöffneten Baugruppe gegen die alte Version.

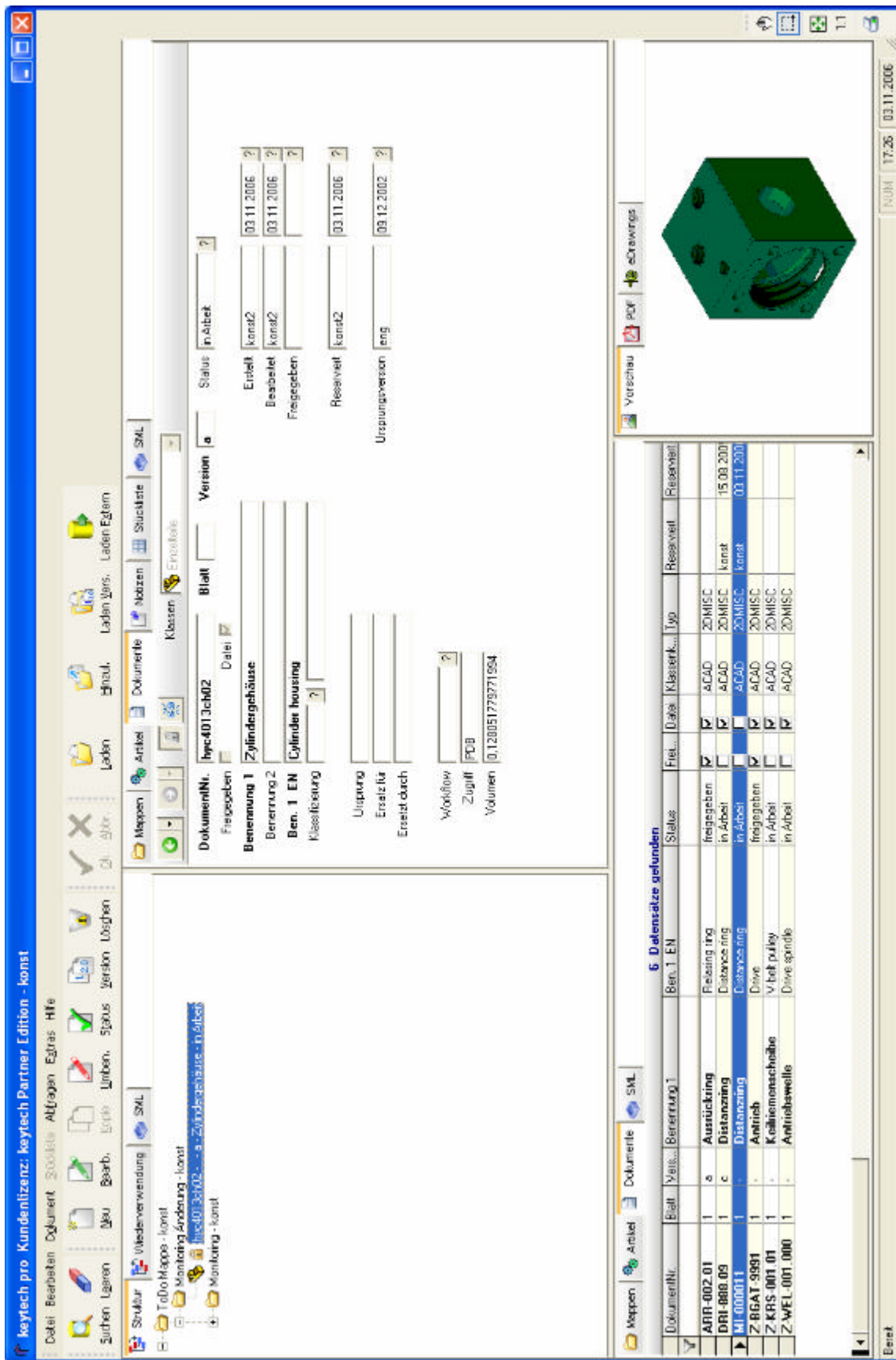
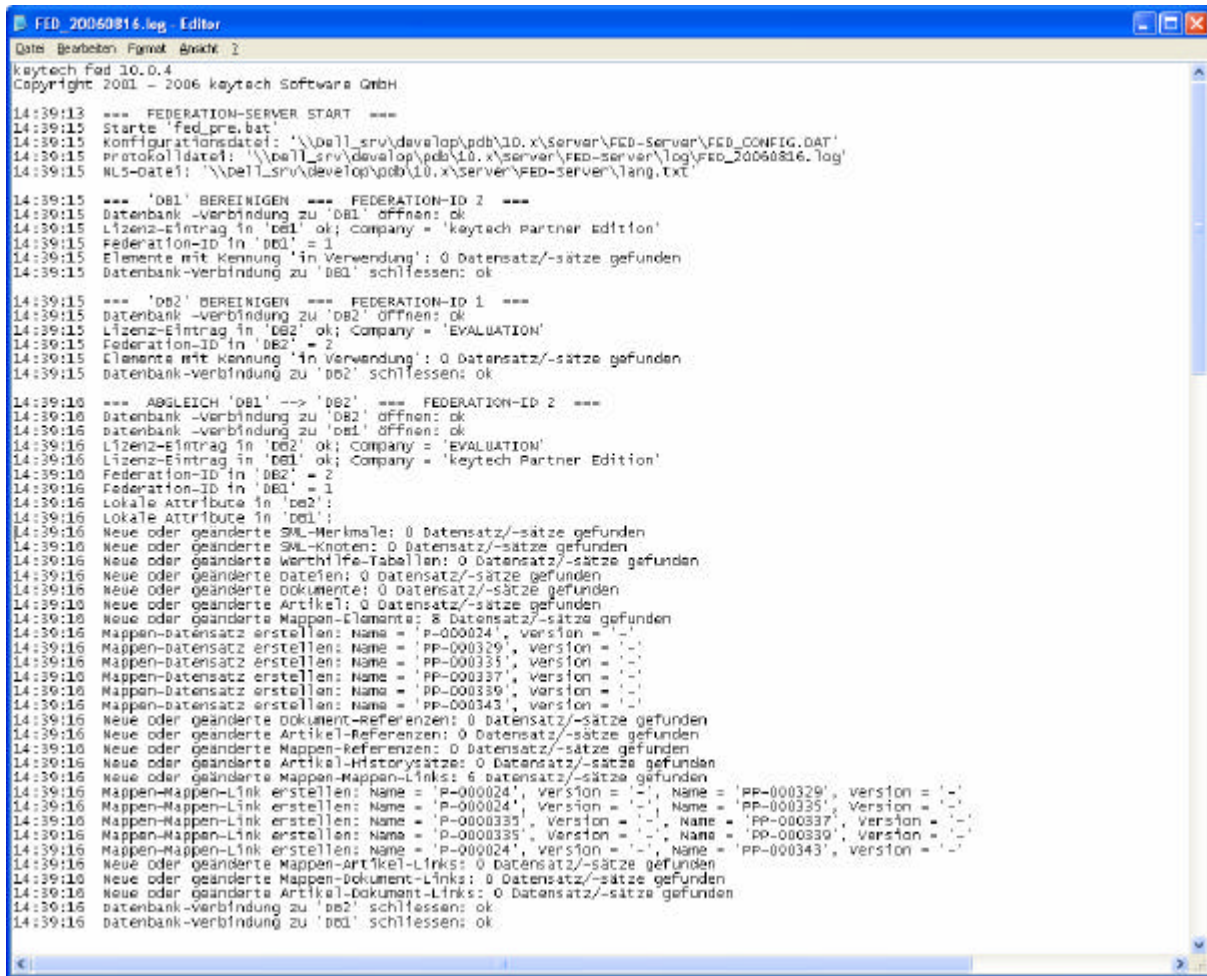


Abbildung 6-5: Direkter Zugriff des PDM-Systems auf geänderte Dokumente



## 6.2 Beispiel für eine standortspezifische Konstruktion

Für die Entwicklung einer kundenspezifischen Verpackungsanlage liegt die Projektverantwortung bei dem Standort 1. An dem Standort 2 wird ein Teilprojekt für diese Anlage entwickelt und dem Standort 1 nach Fertigstellung der Konstruktionsunterlagen komplett zur Verfügung gestellt. Die Anlage wird in dem ERP-System\_1 angelegt und an dem Standort 1 gefertigt. Das Projekt wird auf dem Datenbank-Server\_1 angelegt und die Projektstruktur wird automatisch erzeugt (vgl. **Abbildung 6-6**).



```
FED_20060816.log - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht ?
keytech Fed 10.0.4
Copyright 2001 - 2006 keytech Software GmbH

14:39:13 === FEDERATION-SERVER START ===
14:39:15 Starte 'fed_pre.bat'
14:39:15 Konfigurationsdatei: '\\de11_srv\develop\pdb\10.x\server\FED-server\FED_CONFIG.DAT'
14:39:15 Protokolldatei: '\\de11_srv\develop\pdb\10.x\server\FED-server\log\FED_20060816.log'
14:39:15 MLI-Datei: '\\de11_srv\develop\pdb\10.x\server\FED-server\lang.txt'

14:39:15 === 'DB1' BEREINIGEN === FEDERATION-ID 2 ===
14:39:15 Datenbank-Verbindung zu 'DB1' öffnen: ok
14:39:15 Lizenz-Eintrag in 'DB1' ok; Company = 'keytech Partner Edition'
14:39:15 Federation-ID in 'DB1' = 1
14:39:15 Elemente mit Kennung 'in Verwendung': 0 Datensatz/-sätze gefunden
14:39:15 Datenbank-Verbindung zu 'DB1' schliessen: ok

14:39:15 === 'DB2' BEREINIGEN === FEDERATION-ID 1 ===
14:39:15 Datenbank-Verbindung zu 'DB2' öffnen: ok
14:39:15 Lizenz-Eintrag in 'DB2' ok; Company = 'EVALUATION'
14:39:15 Federation-ID in 'DB2' = 2
14:39:15 Elemente mit Kennung 'in Verwendung': 0 Datensatz/-sätze gefunden
14:39:15 Datenbank-Verbindung zu 'DB2' schliessen: ok

14:39:16 === ABGLEICH 'DB1' --> 'DB2' === FEDERATION-ID 2 ===
14:39:16 Datenbank-Verbindung zu 'DB2' öffnen: ok
14:39:16 Datenbank-Verbindung zu 'DB1' öffnen: ok
14:39:16 Lizenz-Eintrag in 'DB2' ok; Company = 'EVALUATION'
14:39:16 Lizenz-Eintrag in 'DB1' ok; Company = 'keytech Partner Edition'
14:39:16 Federation-ID in 'DB2' = 2
14:39:16 Federation-ID in 'DB1' = 1
14:39:16 Lokale Attribute in 'db2':
14:39:16 Lokale Attribute in 'db1':
14:39:16 Neue oder geänderte SKL-Merkmale: 0 Datensatz/-sätze gefunden
14:39:16 Neue oder geänderte SKL-Knoten: 0 Datensatz/-sätze gefunden
14:39:16 Neue oder geänderte Werthilfe-Tabellen: 0 Datensatz/-sätze gefunden
14:39:16 Neue oder geänderte Dateien: 0 Datensatz/-sätze gefunden
14:39:16 Neue oder geänderte Dokumente: 0 Datensatz/-sätze gefunden
14:39:16 Neue oder geänderte Artikel: 0 Datensatz/-sätze gefunden
14:39:16 Neue oder geänderte Mappen-Elemente: 8 Datensatz/-sätze gefunden
14:39:16 Mappen-Datensatz erstellen: Name = 'P-000024', Version = '-'
14:39:16 Mappen-Datensatz erstellen: Name = 'PP-000329', Version = '-'
14:39:16 Mappen-Datensatz erstellen: Name = 'PP-000335', Version = '-'
14:39:16 Mappen-Datensatz erstellen: Name = 'PP-000337', Version = '-'
14:39:16 Mappen-Datensatz erstellen: Name = 'PP-000339', Version = '-'
14:39:16 Mappen-Datensatz erstellen: Name = 'PP-000343', Version = '-'
14:39:16 Neue oder geänderte Artikel-Referenzen: 0 Datensatz/-sätze gefunden
14:39:16 Neue oder geänderte Mappen-Referenzen: 0 Datensatz/-sätze gefunden
14:39:16 Neue oder geänderte Artikel-Historysätze: 0 Datensatz/-sätze gefunden
14:39:16 Neue oder geänderte Mappen-Mappen-Links: 6 Datensatz/-sätze gefunden
14:39:16 Mappen-Mappen-Link erstellen: Name = 'P-000024', Version = '-', Name = 'PP-000329', Version = '-'
14:39:16 Mappen-Mappen-Link erstellen: Name = 'P-000024', Version = '-', Name = 'PP-000335', Version = '-'
14:39:16 Mappen-Mappen-Link erstellen: Name = 'P-000335', Version = '-', Name = 'PP-000337', Version = '-'
14:39:16 Mappen-Mappen-Link erstellen: Name = 'P-000335', Version = '-', Name = 'PP-000339', Version = '-'
14:39:16 Mappen-Mappen-Link erstellen: Name = 'P-000024', Version = '-', Name = 'PP-000343', Version = '-'
14:39:16 Neue oder geänderte Mappen-Artikel-Links: 0 Datensatz/-sätze gefunden
14:39:16 Neue oder geänderte Mappen-Dokument-Links: 0 Datensatz/-sätze gefunden
14:39:16 Datenbank-Verbindung zu 'DB2' schliessen: ok
14:39:16 Datenbank-Verbindung zu 'DB1' schliessen: ok
```

Abbildung 6-6: Protokoll-Datei des FED

Mit Hilfe des FED werden die Projektstrukturen auf den Datenbank-Server\_2 gespiegelt. Damit liegt auf beiden Datenbank-Servern dieselbe Projektstruktur vor. Die Konstrukteure können nun mit dem CAD-System die Geometrien für das Teilprojekt erstellen und in die Projektstruktur des Kundenauftrages einordnen. Eine Veränderung der Projektstruktur ist auf dem Datenbank-Server\_2 nicht möglich, da die Datenhoheit dem Datenbank-Server\_1 zugeordnet ist.

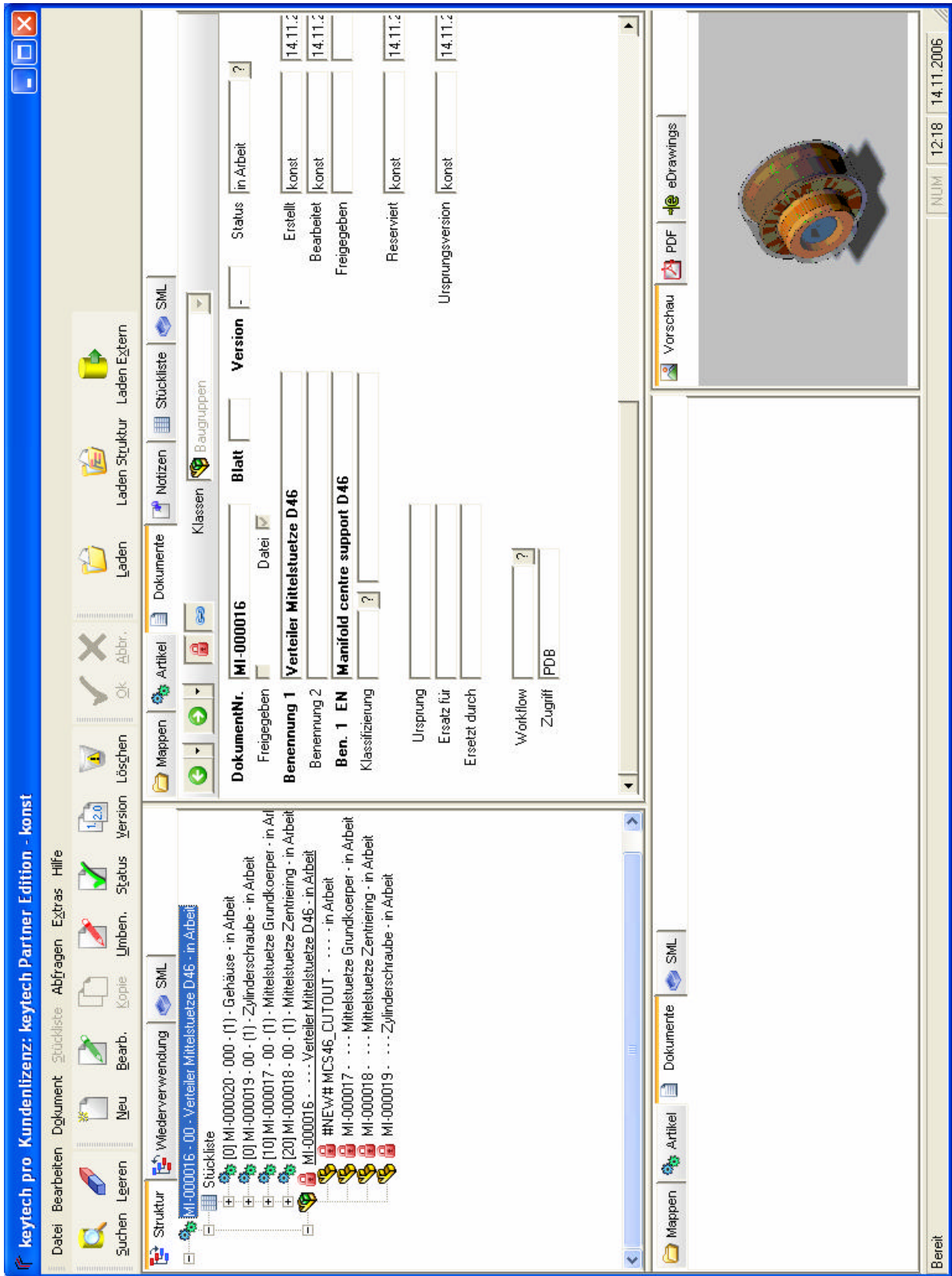


Abbildung 6-7: Auf Datenbank Server 2 erstelltes Teilprojekt

Die Konstruktion des Teilprojektes wird am Standort 2 erstellt. Hierzu werden für die einzelnen Komponenten neue Artikelnummern und Dokumente erzeugt. Die zugehörigen Metadaten werden in dem Datenbank-Server\_2 und die Dateien auf dem File-Server\_2 abgelegt und in die vorhandene Projektstruktur eingefügt (vgl. **Abbildung 6-7**).

Der FED ist als Dienst konfiguriert und wird täglich ab 17:30 Uhr automatisch gestartet. Dieser Dienst (vgl. Abbildung 5-20) prüft zunächst alle Änderungen, die mit dem Datenbank-Server\_1 durchgeführt wurden und gleicht diese gegen den Datenbank-Server\_2 ab. Danach werden alle Änderungen geprüft, die auf dem Datenbank-Server\_2 vorgenommen wurden. In diesem Fall ist es die Neukonstruktion des Teilprojektes und deren Zuordnung zur vorhandenen Projektstruktur. Der FED überträgt nun die neuen Metadaten vom Datenbank-Server\_2 auf den Datenbank-Server\_1 und anschließend werden zusätzlich die Dateien vom File-Server\_2 auf den File-Server\_1 übertragen. Nach der Übertragung aller Informationen ist das Projekt durch den FED auf den beiden Standorten 1 und 2 synchronisiert worden.

In diesem Szenario soll neben der reinen Daten-Übertragung auch die Datenhoheit für alle Daten des Teilprojektes mit Fertigstellung der Konstruktion an den Standort 1 übertragen werden. Dazu hebt der Konstrukteur auf dem Datenbank-Server\_2 zunächst die Reservierung für die einzelnen Dateien auf und wählt als neuen Standort für die Datenhoheit den Standort 1 für jedes Element aus. Für beide Aktionen wählt der Konstrukteur lediglich die Baugruppe aus und führt die Aktionen rekursiv durch. Der Datenbank-Server\_2 sperrt gleichzeitig mit diesen Aktionen den Schreibzugriff auf die Metadaten und die Dateien. Damit ist am Standort 2 Niemand mehr in der Lage, eine Änderung an diesen Daten und Dateien vorzunehmen. Erst wenn der FED diese Einträge an den Datenbank-Server\_1 übertragen hat, ist die Konstruktion an dem Standort 1 in der Lage, schreibend auf die erstellten Daten und Dateien zuzugreifen.

Auf dem Datenbank-Server\_1 werden die Artikel geprüft und dabei wird festgestellt, dass für das Normteil bereits im lokalen ERP-System\_1 die Artikelnummer „B-081256“ existiert. Diese Artikelnummer wird dem bestehenden Artikel „MI-000019“ auf dem Attribut alte ERP-Nummer zugeordnet (vgl. **Abbildung 6-8**). Bei der Übergabe der Artikel- und Stücklistendaten an das ERP-System\_1 wird überprüft, ob zu der globalen Artikelnummer auch eine standortspezifische Artikelnummer (alte ERP-Nummer) eingetragen ist. In diesem Fall wird bei Übertragung des Artikels und der Stückliste an das ERP-System\_1 die globale Artikelnummer gegen die ERP-Artikelnummer ersetzt (vgl. **Abbildung 6-9**).

**Artikel** | Mappen | Dokumente | Notizen | Stückliste | SML

ArtikelNr. **MI-000019** ERP Nr. **B-081256** Status **in Arbeit** ?

Benennung 1 **Zylinderschraube** ? Baugruppe  Teiletyp  ?

Benennung 2 **-** Fertigungsteil  Halbzeug  ?

Ben. 1 EN **cylinder head cap screw** ? Kaufteil  Elektro  ?

Klassifizierung  ? ME **ST** ?

Werkstoff Bez.1 **Steel** ? Gewicht Real [kg] **0,032** Volumen [dm³] **0,004071206**

Werkstoff / Nr.  ? Gewicht kalk. [kg] **0,032** Basis Größe **0**

Oberfläche  ? Dichte [kg/dm³] **7,85** Basis Einheit  ?

Wärmebeh.  ?

Hersteller ID **028** ? **DIN** Erstellt **konst** **14.11.2006** ?

Bestellnr. **028-DIN912** ? Bearbeitet **konst** **14.11.2006** ?

Beschreibung Freigegeben  ?

**itzte gefunden**

	Status	Erstellt	Erstellt am	Zugriff
	in Arbeit	admin	09.01.2005	PDB
Co. KG	in Arbeit	admin	09.01.2005	PDB
	in Arbeit	admin	09.01.2005	PDB
	in Arbeit	admin	09.01.2005	PDB
	in Arbeit	konst	10.02.2005	PDB
	in Arbeit	konst	06.04.2005	PDB
	in Arbeit	konst	15.04.2005	PDB
	in Arbeit	konst	15.11.2005	PDB
	.....	konst	10.11.2006	

Vorschau PDF eDrawings

NUM 14:32 14.11.2006

Abbildung 6-8: Nachbearbeitung der Artikeldaten an dem Standort 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Artikelnummer				Index	Auftrag				
2	<b>MI-000016</b>				<b>00</b>	<b>RH</b>				Bearb.
3										Freig.
4	Beschreibung									
5	<b>Verteiler Mittelstuetze D46</b>									
6										
7										
8										
9	Pos.	Anz.	Artikelnummer	Beschreibung 1		Beschreibung (EN)		We		
10	10	1	MI-000017	Mittelstuetze Grundkoerper		Manifold centre support body				
11	20	1	MI-000018	Mittelstuetze Zentrierung		Manifold centre ring				
12	30	1	MI-000020	Gehäuse		housing				
13	40	1	B-081256	Zylinderschraube		cylinder head cap screw				
14										

Abbildung 6-9: Stückliste Datenbank-Server\_1



Die Übertragung der bereits im ERP-System\_1 bekannten Artikelnummer und nicht der globalen PDM-Artikelnummer hat den Vorteil, dass damit auf einen bereits im ERP-System definierten Artikel mit allen seinen Fertigungsunterlagen zugegriffen wird und nicht ein identischer Artikel unter einer neuen Artikelnummern im ERP-System angelegt werden muss. Alle fertigungsrelevanten Unterlagen können somit im ERP-System\_1 weiter verwendet werden und damit entfällt ein zusätzlicher Arbeitsaufwand zur Übertragung oder Neuerstellung von Arbeitspapieren, Einkaufsunterlagen, etc..

### 6.3 Nutzen des neuen Konzeptes

Abschließend soll noch einmal der Nutzen des neuen Konzeptes zusammengefasst werden. Dieser Nutzen, der sich in der standortspezifischen Arbeit niederschlägt, wird durch die standortübergreifenden Abgleichprozesse zusätzlich potenziert, da hierdurch der Konzern in die Lage versetzt wird, flexibel die Standorte so einzusetzen, wie es innerhalb eines Firmengebäudes möglich ist. Detailliert zeigt sich dieser Nutzen in der

#### ✍ **Konstruktion**

- ✍ Alle organisatorischen Abläufe werden vom neu installierten System keytech gesteuert (Schreibschutz, Freigabeprozesse).
- ✍ Alle Systeme werden unter eine einheitliche Datenverwaltung gestellt.
- ✍ Eine automatische Bereitstellung der aktuellen und der fertigungsrelevanten Modelle/Zeichnungen wird für jede Abteilung an jedem Standort durchgeführt.
- ✍ Die automatische Ableitung von Konstruktionsstücklisten erfolgt aus dem 3D-CAD über das PDM-System bis in das ERP-System.
- ✍ Die automatische Erzeugung neutraler Datenformate (TIF, PDF) zur Erzeugung der Archivdaten wird im Hintergrund angestoßen.
- ✍ Die automatische Verwaltung aller Dokumentenversionen ist Bestandteil des PDM-Systems.
- ✍ Die Möglichkeit, Concurrent Engineering zu betreiben.
- ✍ Die Transparenz in der Abhängigkeit der Modelle.
- ✍ Eine erhöhte Datenqualität und Nachweisbarkeit der Prozesse.

Dies ermöglicht, die ständig wachsenden Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Modellen, die manuell nicht zu kontrollieren sind, durch den Einsatz eines Verwaltungssystems zu beherrschen. Hinzu kommen die ständig wachsenden Anforderungen an die Qualität und

Nachweisbarkeit der Prozesse. Mit dem Einsatz des PDM-Systems ergeben sich darüber hinaus Synergien in der

✍ **Arbeitsvorbereitung/Qualitätssicherung**

- ✍ Automatische Benachrichtigung bei Freigabe der Dokumente.
- ✍ Direkter Zugriff auf die Fertigungsunterlagen über alle Produktionsstätten.
- ✍ Keine Nacherfassung von Artikel und Stücklisten.
- ✍ Bereitstellen kompletter Fertigungsunterlagen.
- ✍ Mit den Modellen verknüpfter Nachweis des Änderungsdienstes.

Durch den gesteuerten Zugriff auf ausschließlich fertigungsrelevante Modelle / Zeichnungen unterstützt das PDM-System eine verlässliche Arbeitsvorbereitung und Produktionssteuerung, ohne Hinterfragen der Dokumentenaktualität und liefert zusätzlich für

✍ **Vertrieb/Marketing**

- ✍ Erhöhung der Qualität der technischen Unterlagen.
- ✍ Direkte Bereitstellung technischer Unterlagen.
- ✍ Unterstützung eines elektronischen Warenkorbs.
- ✍ Direkter Zugriff auf aktuelle Modelle übers Internet (Produktpräsentation).
- ✍ Anzeige der Modellstrukturen zur Unterstützung gesicherter Vertriebsaussagen.

Durch die gesicherte Bereitstellung der fertigungsrelevanten Modelle ermöglicht das PDM-System eine Ableitung von Präsentationsmaterial (PhotoWorks), das in keytech verwaltet und allen Abteilungen und Kunden übers Internet verfügbar gemacht werden kann. Dadurch wird die Innovationsfähigkeit des Unternehmens zusätzlich aufgewertet.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

Durch die Einführung der technischen Datenverarbeitung hat sich der Prozess der Produktentwicklung im Maschinenbau gravierend verändert. Alle einzelnen Bereiche, die von diesem Prozess tangiert werden, decken ihre Anforderungen durch eine Vielzahl unterschiedlicher Softwarewerkzeuge ab. Als Ergebnis sind im Laufe der Jahre inhomogene IT-Infrastrukturen und eine Vielzahl inkompatibler Formate bei den erzeugten Daten entstanden, deren Synchronisation nur teilweise und dann auch nur mit erheblichem organisatorischen Aufwand durchgeführt werden konnte. Unter Berücksichtigung der konzernweiten Zusammenführung der Produktlinien, verteilt über die verschiedenen Standorte, hat sich dieses Problem zusätzlich potenziert. Ein Abgleich zwischen den einzelnen von einander entfernten Bereichen war faktisch nicht möglich.

Die vorliegende Arbeit zeigt am Beispiel eines Unternehmens aus der Branche „Verpackungsmaschinen“ die Entwicklung und Umsetzung eines Gesamtkonzeptes auf, um die vorhandenen Systeme und Prozesse in eine ganzheitliche und zukunftsorientierte IT-Gesamtstruktur zu überführen. Bei der Realisierung des Konzeptes wird ein Schwerpunkt auf die Modularität gelegt, damit das Konzept stufenweise in Teilbereichen umgesetzt werden kann. Nur so können die wirtschaftlichen Randbedingungen des Unternehmens berücksichtigt und die Zusammenführung der Produktentwicklung schrittweise in die Betrachtung einbezogen werden.

Kern der Konzeption ist die konzernweite Einführung eines Systems für das Product-Lifecycle-Management (PLM), das als zentrale Verwaltungseinheit der entlang des Produktlebenszyklus entstehenden Daten fungiert, die begleitenden Prozesse der Produktentwicklung überwacht und diese über die unterschiedlichen Standorte synchronisiert. Dabei werden alle dem Produkt zugeordneten Informationen, unabhängig von deren Format oder Ursprung, revisionsabhängig abgelegt. Dies bedingt die Integration der bestehenden Daten aus den in der Vergangenheit vorrangig eingesetzten 2D-CAD-Systemen AutoCAD® und ME10®, die Verwaltung der aktuellen 3D-CAD-Modelle, sowie die Verwaltung beliebiger Dokumente aus Altzeichnungsarchiven und Textverarbeitungsprogrammen.

Dabei entsteht ein zentraler konzernweiter Informationspool, der den Zugriff auf alle produktrelevanten Daten an jedem Standort mit einer Geschwindigkeit und Qualität zulässt, die einen signifikanten Produktivitätsgewinn mit sich bringen. Nicht nur Abteilungen, die direkt am Entwicklungs- und Fertigungsprozess beteiligt sind, profitieren hiervon, sondern alle

Abteilungen im „erweiterter“ Unternehmen, die zu irgendeinem Zeitpunkt Zugriff auf eine bestimmte Information benötigen und diese auch in kürzester Zeit erhalten.

In Verbindung mit der konsequenten Nutzung der parametrischen 3D-CAD-Technologie entsteht eine Lösung, die eine Standardisierung des Produktspektrums unterstützt und damit zu einer signifikanten Reduzierung der verwendeten Teilevielfalt beiträgt. In Verbindung mit der konzernweiten Verfügbarkeit aller technischen Daten werden Möglichkeiten geschaffen, die eine Optimierung und Zusammenführung der Produktentstehungsprozesse unterstützen und dabei zulassen, diese Prozesse an jedem Standort flexibel zu handhaben.

Das Gesamtkonzept ist allgemeingültig gehalten und kann jederzeit auf die Belange anderer Unternehmen übertragen werden. Dort, wo kundenspezifische Anpassungen vorgenommen werden mussten, sind diese so realisiert, dass sie mit geringem Aufwand an ähnliche Anforderungen anpassbar sind. Sowohl in den Client-Anwendungen, als auch in den Server-Prozessen (DFS, FED) sind die Benutzerschnittstellen so integriert worden, dass diese für sich gekapselt an neue Revisionsstände der Software sowie an unterschiedliche Anforderungen anderer Unternehmen gezielt angepasst werden können.

Die Akzeptanz des Gesamtkonzeptes spiegelt sich darin wider, wie die Lösung an den einzelnen Standorten im Referenzunternehmen angenommen wird. Wenn auch die Implementierung zur Zeit noch nicht durchgehend abgeschlossen ist, so sind doch schon jetzt die Verbesserungen hinsichtlich der Qualität der Prozessabläufe und der verwendeten Daten nicht zu übersehen. Die positiven Effekte, die sich durch die konzernweite Vereinheitlichung ergeben, sind stellenweise bereits nachweisbar. Durch die Modularität dieses Konzeptes ist gewährleistet, dass sowohl zukünftige Entwicklungen im Bereich der Informationstechnologie ohne Schwierigkeiten adaptierbar sind, als auch die Einarbeitung der neuen aus der Unternehmensentwicklung erwachsenen Anforderungen realisiert werden können.

Die vorliegende Arbeit leistet einen Beitrag zur Diskussion über den Einsatz und die Verwendung technischer Informationssysteme im Produktentstehungsprozess. Es wird aber auch deutlich, dass, unabhängig von der Ausprägung solcher Systeme, diese immer nur ein unterstützendes Hilfsmittel sein können. Das virtuelle oder reale Produkt wird auch zukünftig vom Menschen geschaffen. Ziel muss es sein, diese Menschen mit dem Einsatz von IT-Technologie zu unterstützen, um ihnen den Freiraum für Kreativität und Erfindungsreichtum zu verschaffen, der die Grundlage jeder Innovation ist.

Nachfolgend soll noch ein Ausblick auf die zukünftige Weiterentwicklung des Konzeptes gegeben werden. Die Analyse der Prozessabläufe in dem untersuchten Unternehmen hat Defizite aufgezeigt, die die Ausgangsbasis für die Ableitung von Forderungen zur Umsetzung neuer Prozess- und Informationstechnologien bildeten. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnten für die konzeptionelle Umsetzung einige dieser Forderungen bereits konzipiert und implementiert werden. Für die Realisierung der übrigen Forderungen sind die Randbedingungen anzupassen, was folglich erst mit dem weiteren Fortschritt der Implementierung des Gesamtkonzeptes geschehen kann. Konkret sind dies die folgenden Punkte:

- ? ERP- / PLM-Kopplung für die noch verbleibenden ERP-Systeme
- ? Nachklassifizierung des Datenbestandes zur Straffung des Artikelstamms
- ? Automatische Erstellung von (technischer) Dokumentation und
- ? Arbeiten in einer heterogenen Umgebung über DFS und FED.

Die Umsetzung dieser Punkte sind weitere Meilensteine zur Automatisierung und Zusammenführung der standortübergreifenden Unternehmensprozesse. Im Einzelnen ergibt sich zum jetzigen Zeitpunkt folgender Sachstand zu den Forderungen:

#### **ERP- / PLM-Kopplung für die noch verbleibenden ERP-Systeme**

Die Kopplung zu den Systemen SAP, BaaN und Lisa ist realisiert, die Kopplung zum ERP-System „Microsoft Business Solution Axapta“ konzipiert. Die Realisierung ist einer der nächsten Schritte bei der Umsetzung des Gesamtkonzeptes. Zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieser Ausarbeitung war die Gesamtumsetzung noch nicht abgeschlossen, der Projektplan sieht eine Implementierung dieser Funktionalität im Frühjahr 2007 vor.

Die gezielte Datenübertragung der PDM-Daten auf das lokale ERP-System, die für den jeweiligen Produktionsprozess benötigt werden, optimiert zusätzlich den Datenfluss im Unternehmen. So muss die Konstruktionsabteilung lediglich die Artikeldaten freigeben, um die automatische Übertragung in das lokale ERP-System zu starten.

#### **Nachklassifizierung des Datenbestandes zur Straffung des Artikelstamms**

Die Klassifizierung der Bestandsdaten erfolgt schrittweise, um die Produktivität der Konstruktionsabteilungen nicht über Gebühr einzuschränken. Ein Ende der Nachklassifizierung ist daher nicht absehbar. Bei der Entwicklung von neuen Teilen und Anlagenkomponenten

wird zukünftig im Zuge der Suche nach vorhandenen Komponenten eher diese Klassifizierung „on demand“ durchgeführt. Demgegenüber werden die Neuteile konsequent klassifiziert, um den Datenbestand für die Wiederverwendung einfacher zugänglich zu gestalten.

### **Automatische Erstellung von (technischer) Dokumentation**

Die automatische Erstellung der technischen Dokumentation ist konzeptionell definiert (vgl. [1]). Die Umsetzung wird an einem Standort exemplarisch begonnen, um das Prozedere der Dokumentenerstellung zu optimieren, bevor es für den Gesamtkonzern freigegeben und eingeführt wird. Voraussetzung für diese Optimierung ist jedoch, dass die CAD-Unterlagen komplett über das 3D-CAD System erstellt werden. Da eine komplette Umstellung auf das neue 3D-CAD-System noch nicht konzernweit realisiert ist, muss die Erstellung der Dokumentation nach den neuen Richtlinien für die einzelnen Standorte, die noch in der Einführungsphase sind, zunächst aufgeschoben werden.

Bereits zu Beginn der Umsetzung zeigt sich das enorme Potential, dass durch den Einsatz der neuen Technologie in diesem Bereich zu erwarten ist. Nachweislich können für die Dokumentation 90% - 95% der produktionsrelevanten Zeichnungen verwendet werden. Diese wurden früher als Kopie für die Dokumentation eingesetzt, mit dem Nachteil, Änderungen manuell nachziehen zu müssen. Heute werden Stücklisten automatisch auf Knopfdruck aufbereitet, die zugehörigen Produktionszeichnungen mit einem neuen Rahmen versehen, auf A4-Format eingepasst und mit den Stücklisten verknüpft. Zum Schluss entsteht daraus ein PDF-Dokument mit einem Umfang von mehreren 100 Seiten, das eine komplette Anlagenbeschreibung beinhaltet.

### **Arbeiten in einer heterogenen Umgebung über DFS und FED**

Die Basis für diese Technologie ist mit der Umsetzung des vorliegenden Konzeptes geschaffen. Sowohl die IT-Infrastruktur als auch die softwareseitigen Komponenten sind implementiert, so dass jeder Standort sowohl über das DFS- als auch über das FED-Konzept miteinander kommunizieren und arbeiten kann. Für die Zusammenarbeit in standortübergreifenden Arbeitsgruppen muss allerdings zunächst eine Vertrauensbasis aufgebaut werden, damit diese Arbeitsweise zunehmend an Akzeptanz gewinnt. Sie erlaubt das gleichzeitige Arbeiten an Produktentwicklungsprojekten unabhängig von der Anzahl und dem

jeweiligen Standort der beteiligten Mitarbeiter. Somit trägt dieser Ansatz der zunehmenden Globalisierung des Konzerns Rechnung.

## 8 Literaturverzeichnis

- [1] Schloter, W. Strategien zur Effizienzsteigerung von Konstruktion und Fertigung für einen optimierten Produktentwicklungsprozess im Sondermaschinenbau Diss., Universität Duisburg-Essen, 2003
- [2] Kraus, U. ERP-OnTo-PDM: Konzept und prototypische Realisierung einer ontologiebasierten ERP- / PDM-Kopplung mittels XML-Technologie Diss., Universität Duisburg-Essen, 2003
- [3] Bergers, D. Vorlesung Konstruktionslehre 4 Skriptum, Universität Duisburg-Essen 2005
- [4] Bergers, D. Vorlesung Produktentwicklung Skriptum, Universität Duisburg-Essen 2005
- [5] Veh, U. Ablaufgeregelte Entwurfsphase im Produktentwicklungsprozess Technische Mitteilungen 2 / 03, 2003  
Wissussek, D.
- [6] Beneke, F. Konzeptionelle Ansätze einer prozessorientierten Produktentwicklung Diss., Universität Essen, 2002
- [7] Arnold, V. Product Lifecycle Management beherrschen Springer Verlag, ISBN 3-540-22997-3, 2006  
Dettmering, H. Ein Anwenderhandbuch für den Mittelstand  
Engel, T.  
Larcher, A.
- [8] Dürholt, H. Konzeption eines Vorgehensmodells für die Durchführung von prozessorientierten PLM-Projekten in mittelständischen Unternehmen Diss., Universität Duisburg-Essen, 2007
- [9] Stracke, H.J. Vorlesung CAD II Skriptum, Universität Duisburg-Essen 2003
- [10] Hallmann, H. FEM-Vorlesung Skriptum, FH Köln, WS 2005/06
- [11] Vanja, S. CAD / CAM für Ingenieure Vieweg Verlag, 1994  
Weber, C.  
Schliegelsiepen, J.  
Schlottmann, D.
- [12] Schäfers, T. Marktorientierte Produktentwicklung und optimiertes Time-to-Market durch den Einsatz eines Produkt Information Management Systems (PIM) im Gerätebau Diss., Universität Duisburg-Essen, 2006
- [13] Hirning, A. Anwendung der Customer Relationship Management (CRM) Technologie unter Berücksichtigung des Aspektes Projektmanagement im Zusammenhang mit der Diss., Universität Duisburg-Essen, 2004



- Software-Einführung
- [14] Hermanutz, C. Integration von Managementmodellen im Sinne eines ganzheitlichen Qualitäts- / Excellenceverständnis am Beispiel von EFQM und BSC Diss., Universität Duisburg-Essen, 2006
- [15] Lobeck, F. Vorlesung Datenbanksysteme Skriptum, Universität Duisburg-Essen 2002
- [16] Wissussek, D. Konstruktionslehre IV – Grundlagen des Methodischen Konstruierens Skriptum, Universität Duisburg-Essen, 2003
- [17] DIN 4001 Vorgaben für Geometrie und Merkmale; Geometriebausteine der Klasse A DIN V 4001-2, Ausgabe:1988-08 CAD-Normteiledatei
- [18] ISO 9000 Normen zum Qualitätsmanagement. DIN EN ISO 9000 DIN EN ISO 9000:2005
- [19] Stracke, H.J. Vorlesung Ingenieurinformatik I / CAD Skriptum, Universität Essen, 2002
- [20] Knieps, M. Entwicklung von Konstruktionsrichtlinien für die Handhabung von 3D-CAD-Systemen zur Generierung komplexer Maschinenbaugruppen Diss., Universität Duisburg-Essen, 2004
- [21] SolidWorks® [www.SolidWorks.com](http://www.SolidWorks.com) Homepage SolidWorks® US, 2006
- [22] EPLAN [www.eplan.de](http://www.eplan.de) Homepage EPLAN, 2006
- [23] Keytech [www.keytech.de](http://www.keytech.de) Homepage keytech, 2006
- [24] Lobeck, F. Konzept zur Optimierung von Produktentwicklungsprozessen einschließlich Simulation und Rapid Prototyping unter Verwendung eines neuen PLM-CAD-Integrationsmoduls Habilitation, Universität Duisburg-Essen, 2004
- [25] Lobeck, F. Vorlesung Betriebsdatenverarbeitung I / CAE Skriptum, Universität Essen, 2001
- [26] Bergers, D. Vorlesung Project Management Skriptum, Universität Duisburg, 2002

## 9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Geschäftsprozesse nach [3] .....	5
Abbildung 2-2: Wertschöpfungskette ( in Anlehnung an [4]) .....	6
Abbildung 2-3: Festlegung der Produktkosten.....	8
Abbildung 2-4: Reduzierung der Teilevielfalt .....	9
Abbildung 2-5: Suche nach Dokumenten .....	10
Abbildung 2-6: Darstellung eines IT-Szenario [8].....	11
Abbildung 3-1: Zusammenstellung des Lenkungsausschusses .....	20
Abbildung 3-2: Beispiel für eine Produktstruktur [1].....	22
Abbildung 3-3: Produktspektrum des Konzerns .....	23
Abbildung 3-4: Standortübergreifende Konstruktion (Ist-Zustand) .....	29
Abbildung 3-5: IT-Systeme des Beispiel-Konzerns (Auszug) .....	35
Abbildung 3-6: Ausgangssituation der IT-Umgebung (Auszug).....	35
Abbildung 3-7: Darstellung der vorhandenen IT-Infrastruktur eines Standortes ....	37
Abbildung 3-8: Grobstruktur einer konzernweiten Verwaltung der IT-Systeme und Produktdaten .....	41
Abbildung 5-1: Darstellung der neuen IT-Infrastruktur eines Standortes .....	53
Abbildung 5-2: Konzernweite IT-Architektur (Auszug) .....	56
Abbildung 5-3: Struktur des Datenmodells .....	57
Abbildung 5-4: Objektreferenzen .....	60
Abbildung 5-5: Strukturbaum .....	61
Abbildung 5-6: Globaler Mappenstrukturbaum (Auszug) .....	64
Abbildung 5-7: Lokale Mappenstruktur (Auszug) .....	65
Abbildung 5-8: Standortübergreifender Datenabgleich für Mappen.....	66
Abbildung 5-9: Objektstruktur für Mappen.....	67
Abbildung 5-10: Standortübergreifender Datenabgleich für Artikel.....	68
Abbildung 5-11: Objektstruktur für Artikel.....	70
Abbildung 5-12: Objektstruktur für Dokumente .....	72
Abbildung 5-13: Beispiel einer Objekt-Struktur.....	73
Abbildung 5-14: Klassifizierungsbaum (Auszug) .....	74
Abbildung 5-15: Standortübergreifender Datenabgleich für Klassifizierungselemente .....	75
Abbildung 5-16: Objektreferenzen mit Berücksichtigung der Datenhoheit .....	77

Abbildung 5-17: Struktur für standortübergreifendes Engineering .....	80
Abbildung 5-18: Verfahren Distributed File Server [23].....	81
Abbildung 5-19: Programmauszug zur Analyse der Aktualität von lokalen Dateien.....	85
Abbildung 5-20: Verfahren Federation Server [23].....	87
Abbildung 5-21: Datenbanktabelle K_t_FederationNo .....	88
Abbildung 5-22: Auszug aus der Datenbanktabelle K_t_Documents .....	89
Abbildung 5-23: Programmauszug zum Setzen der standortspezifischen Änderung.....	91
Abbildung 5-24: Auszug Klassifizierungsbaum .....	94
Abbildung 5-25: Werthilfekatalog zur gesteuerten Eingabe .....	96
Abbildung 5-26: Standortübergreifende Konstruktion [23].....	99
Abbildung 5-27: Standortspezifische Konstruktion [23].....	101
Abbildung 6-1: Beispiel eines überwachten Modells .....	107
Abbildung 6-2: Unter Überwachung gestelltes Modell .....	108
Abbildung 6-3: Änderung an überwachtem Modell.....	109
Abbildung 6-4: Benachrichtigungssystem in dem PDM-System.....	110
Abbildung 6-5: Direkter Zugriff des PDM-Systems auf geänderte Dokumente ....	112
Abbildung 6-6: Protokoll-Datei des FED .....	113
Abbildung 6-7: Auf Datenbank Server 2 erstelltes Teilprojekt.....	114
Abbildung 6-8: Nachbearbeitung der Artikeldaten an dem Standort 1 .....	116
Abbildung 6-9: Stückliste Datenbank-Server_1 .....	116