

Diplomarbeit

Wissensmanagement im Entwicklungsprozess der
Flugzeugsysteme - Grundlagen und Anwendungen

in Zusammenarbeit mit:

EADS Airbus GmbH

Verfasser: Jürgen Kallmeyer
Abgabedatum: 14. November 2000

Fachhochschule Hamburg
Fachbereich Fahrzeugtechnik
Berliner Tor
20099 Hamburg

in Zusammenarbeit mit:

EADS Airbus GmbH
Kreetslag 10
21129 Hamburg

Verfasser: Jürgen Kallmeyer
Abgabedatum: 14. November 2000

1. Prüfer: Prof. Dr. Scholz
2. Prüfer: Prof. Dr. Zingel

Industrieller Betreuer: Dipl.-Ing. Jürgen Meister



Kurzreferat

Diese Arbeit beinhaltet die Einführung von Wissensmanagement-Komponenten in das Requirements Engineering, das Teil eines jeden Entwicklungsprozesses ist. Da die Anforderungsanalyse als der bestimmende Teil des Requirements-Engineerings eine sehr frühe Phase im Entwicklungsprozess darstellt, ist sie Ausgangspunkt für die Kosten- und Innovationsentwicklung und damit von besonderem Interesse. Ein Teil der Arbeit widmet sich den Grundlagen des Wissensmanagements und macht gleichzeitig den aktuellen Stand des Wissensmanagements in deutschen und europäischen Unternehmen deutlich. Dazu wird die Benchmarking-Studie vom Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik herangezogen. Ein weiterer Teil der Arbeit ist die Einführung des neuen Software-Werkzeugs Requirements and Traceability Management (RTM), mit dem das Requirements Engineering und damit der Entwicklungsprozess eines ausgewählten Projektes unterstützt wird. Bei der Einführung dieses Software-Werkzeugs werden die bisherigen Datenmodelle so verändert, dass die Aufnahme von Ideen, Erfahrungen, Fragen usw., die während der Anforderungsanalyse und im weiteren Requirements Engineering Prozess auftreten, möglich ist. Damit sollen die Potentiale, die das Requirements Engineering aus Wissensmanagementsicht bietet, genutzt werden.

Wissensmanagement im Entwicklungsprozess der Flugzeugsysteme - Grundlagen und Anwendung

Diplomarbeit nach § 21 der Prüfungsordnung in Zusammenarbeit mit EADS Airbus, Hamburg

Hintergrund

In einer innovativen Branche wie der Luftfahrt besteht in besonderem Maße die Notwendigkeit, Wissen bewusst zu verwalten. Erforderlich ist dafür im ersten Schritt eine neue "Wissenskultur", eine Kultur des Teilens von Wissen. Die heute leider noch viel zu oft anzutreffenden "Wissens-Horter" verfolgen eine Strategie von gestern. Die Strategie der "Wissens-Horter" hat heute keinen Platz und keine Erfolgsaussichten mehr in der Gesellschaft. Es gilt aber auch, die (software-)technischen Probleme in der Verbindung Mensch und Wissen zu lösen. Hier gibt es eine Reihe von Ansätzen von der E-Mail über die Datenbanken und die wissensbasierten Systeme bis zum automatisierten Entwicklungsprozess

Aufgabe

Im Rahmen der Diplomarbeit sollen die Möglichkeiten des Wissensmanagements und des "Requirements Engineering" untersucht werden. Konkrete softwaretechnische Lösungen zum Management von Wissen im Zusammenhang mit der Verwaltung des Wissens bei der Erstellung und Verfeinerung von Anforderungen in Spezifikationen sollen am Beispiel der "integrierten Modularen Avionik, IMA" erarbeitet und in geeigneter Weise getestet und bewertet werden. Im einzelnen sollen folgende Punkte in der Diplomarbeit beachtet werden:

- Theoretische Grundlagen des Wissensmanagements
- Der Prozess der Entwicklung von Flugzeugen und Flugzeugsystemen
- Anforderungen und Spezifikationen im Entwicklungsprozess von Flugzeugen und Flugzeugsystemen
- Management des in Anforderungen und Spezifikationen enthaltenen Wissens (Requirements Engineering)
- Beschreibung und Bewertung verschiedener Möglichkeiten des Wissensmanagements
- Beschreibung und Bewertung verschiedener Möglichkeiten speziell des Requirements Engineering
- Requirements Engineering am Beispiel der "Integrierten Modularen Avionik, IMA"

Die Ergebnisse sollen in einem Bericht dokumentiert werden. Bei der Erstellung des Berichtes sind die entsprechenden DIN-Normen zu beachten.

Erklärung

Ich versichere, dass ich diese Diplomarbeit ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

.....
Datum Unterschrift

Inhalt

	Seite
Verzeichnis der Bilder.....	9
Verzeichnis der Tabellen.....	11
Liste der Abkürzungen.....	12
1 Einleitung	14
1.1 Motivation und Vision.....	14
1.2 Ziele der Arbeit.....	16
1.3 Aufbau der Arbeit.....	17
2 Wissen und sein Management	19
2.1 Die Beziehung Datum, Information und Wissen.....	19
2.1.1 Das Datum, der Singular von „die Daten“.....	19
2.1.2 Die Information.....	20
2.1.3 Was ist Wissen?.....	21
2.2 Die Einteilung von Wissen.....	23
2.3 Wissensgenerierung.....	26
2.4 Wissensmanagement.....	27
2.4.1 Was versteht man unter Wissensmanagement?.....	27
2.4.2 Warum Wissensmanagement?.....	28
2.4.3 Der Wissensmanagementprozess.....	31
3 Der Entwicklungsprozess	41
3.1 Der Prozess allgemein.....	41
3.2 Entwicklungsprozesse bei der EADS.....	47
3.2.1 Der Flugzeugentwicklungsprozess.....	47
3.2.2 Der Systementwicklungsprozess.....	51
4 Requirements-Engineering	57
4.1 Allgemeine Grundlagen des Requirements-Engineering.....	57
4.2 Requirements-Engineering bei der EADS.....	61
4.2.1 Bisheriger und heutiger Prozess.....	61
4.2.2 Requirements-Engineering am Beispiel IMA mit Hilfe von RTM.....	68

5	Management von Wissen im Requirements-Engineering	75
5.1	Bisherige Wissensmanagement-Projekte bei der EADS.....	75
5.1.1	Know-How-Management.....	75
5.1.2	Engineering Book of Knowledge (EBoK)	78
5.2	Allgemeine Vorgehensweise für das Einführen von Wissensmanagement.....	80
5.3	Praktische Durchführung.....	83
5.3.1	Die Einführung der „Response-Klasse“	83
5.3.2	Die Einführung der „Experience Note“	88
5.4	Ergebnisse	95
6	Zusammenfassung und Ausblicke	97
	Literaturverzeichnis	99
Anhang	Weitere Bilder zu den Kapiteln 3 und 5	103
1	Bilder zum Entwicklungsprozess.....	103
2	Bilder zum Wissensmanagement im Requirements-Engineering	105

Verzeichnis der Bilder

Bild 1.1	Die Vision des Wissensmanagements im Bereich Entwicklung	15
Bild 2.1	Die Grundbegriffe Datum, Information und Wissen	23
Bild 2.2	Allgemeinheitsgrad des Wissens	25
Bild 2.3	Grundmuster der Wissensgenerierung	26
Bild 2.4	Die Wissensspirale.....	27
Bild 2.5	Dimensionen eines ganzheitlichen Wissensmanagements.....	32
Bild 2.6	Kernprozess und Gestaltungsfelder des WM	34
Bild 2.7	Bedeutung der Kernaktivitäten	37
Bild 3.1	Phasen des konstruktiven Entwurfsprozesses und Kosten.....	43
Bild 3.2	Transformation bei der Problemlösung.....	43
Bild 3.3	Systemtechnische Problemlösezyklen	44
Bild 3.4	Der Entwicklungsprozess	45
Bild 3.5	Flugzeug-Entwicklungsprozess bei der EADS.....	48
Bild 3.6	Generierung eines Entwicklungsprozess-Modells.....	52
Bild 3.7	Das V-Modell	52
Bild 3.8	Der Systementwicklungsprozess-Teil 2	55
Bild 3.9	Der Systementwicklungsprozess-Teil 1	56
Bild 4.1	Lebenszyklus (life cycle) einer Anforderung	59
Bild 4.2	Allgemeiner Requirements-Engineering Prozess der EADS	61
Bild 4.3	Requirements Capture Process-P1	62
Bild 4.4	Requirements Analysis Process-P2.....	63
Bild 4.5	Requirements Validation-P3.....	64
Bild 4.6	System Design Process-P4	65
Bild 4.7	Requirements Change Process-P5	66
Bild 4.8	V-Modell mit Anforderungs- und Beschreibungsdokumenten	66
Bild 4.9	Das Datenmodell CARE CII	71
Bild 4.10	Requirement vor und nach der Bearbeitung mit dem Word Makro	72
Bild 4.11	Care Requirement Form	73
Bild 4.12	Datenbankauswertung mit icCONCEPT.....	74
Bild 5.1	Administrative Gliederung des EBoK	79
Bild 5.2	EBoK im Intranet.....	80
Bild 5.3	Zuweisung von Nutzergruppen.....	84
Bild 5.4	Die Benutzeroberfläche der Response-Klasse.....	85
Bild 5.5	Der CSV-Import im icEXPLORER.....	86
Bild 5.6	Script mit Ergebnistabelle	87
Bild 5.7	Aufbau der Experience Note	89
Bild 5.8	Nachvollziehbarkeit von Änderungen im Visual Network Tool.....	89
Bild 5.9	Verlust von Information und Wissen während des Analyseprozesses.....	90
Bild 5.10	Übergang zum zweiten Schritt der Wissensmanagement-Einführung.....	91
Bild 5.11	Das Datenmodell mit der Experience Note und der Response-Klasse	91

Bild 5.12	Die Benutzeroberfläche der Experience Note	93
Bild 5.13	Link zwischen Experience Note und Response.....	94
Bild A.1	Der ARP Systementwicklungsprozess	103
Bild A.2	Die Integration des Systementwicklungsprozesses	104
Bild A.3	Die Know How Landkarte.....	105
Bild A.4	Exceltabelle mit Daten der Zuliefererantworten.....	106
Bild A.5	Der CSV Wizard mit möglichen Trennzeichen.....	107
Bild A.6	Statistik, manuell mit Datenbankinhalten erstellt.....	108
Bild A.7	Requirement mit verbundenen Antworten	109

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1.1	Vergleich DaimlerChrysler mit Microsoft	14
Tabelle 2.1	Beispiel zum Datumsbegriff.....	20
Tabelle 2.2	Wissensarten nach Aristoteles	23
Tabelle 2.3	Taxonomie des Wissensbegriffs	25
Tabelle 2.4	Hauptrichtungen im Wissensmanagement	28
Tabelle 2.5	Verständnis der Unternehmen vom Wissensmanagement	29
Tabelle 2.6	Verbesserungen durch Wissensmanagement	31
Tabelle 2.7	Erfolgsfaktoren für Wissensmanagement	34
Tabelle 2.8	Mitarbeitermotivation	35
Tabelle 2.9	Führung	35
Tabelle 2.10	Unternehmenskultur	36
Tabelle 2.11	Aspekte der Unternehmenskultur	36
Tabelle 2.12	Informationstechnologien.....	37
Tabelle 2.13	Methoden der Wissensbewertung.....	37
Tabelle 2.14	Wissensidentifizierung.....	38
Tabelle 2.15	Wissensziele	38
Tabelle 2.16	Methoden Wissen zu erzeugen	39
Tabelle 2.17	Methoden Wissen zu speichern	39
Tabelle 2.18	Methoden Wissen zu verteilen.....	39
Tabelle 2.19	Wissensförderungsmethoden.....	40
Tabelle 3.1	Phasen des Konstruktionsprozesses und Anforderungen.....	42
Tabelle 3.2	generischer Meilenstein „A/C Program level“	48
Tabelle 3.3	generischer Meilenstein „Business Process level“	48
Tabelle 3.4	generischer Meilenstein „Technical Process level“	48
Tabelle 3.5	spezifischer Meilenstein „Task Level“	48
Tabelle 3.6	Die Prozessschritte der Systementwicklung.....	54
Tabelle 4.1	Arten von Anforderungen	58
Tabelle 4.2	Attribute im Capture Process.....	62
Tabelle 4.3	Attribute im Requirements Analysis Process	63
Tabelle 5.1	Attribute und Werte der neuen Klasse (Response).....	84
Tabelle 5.2	Attribute bzw. Felder der Experience Note.....	92

Liste der Abkürzungen

ABD	Airbus Directives
ACE	Airbus Concurrent Engineering
ACMR	Aircraft Configuration Management Rules
AFM	Aircraft Flight Manual
AM	Airbus Industrie Means and Methods
AMM	Aircraft Maintenance Manual
APEX	Advanced Project for European Exchange
ARINC	Aeronautical Radio Incorporation
ARP	Aerospace Recommended Practice
ATA	Air Transport Association (of America)
ATC	Avionic Tech Club
ATO	Authorization To Offer
A/C	Aircraft
BP	Best Practice
CARE	Common Airbus Requirements-Engineering
CAx	Computer Aided Tools
CCG	Cabin Configuration Guide
CIDS	Cabin Intercommunication Data System
CSV	Comma Separated Value
DA	Deutsche Airbus
DASA	DaimlerChrysler Aerospace AG
DDP	Declaration of Design Performance
DIB	Design Integration and Build
DNA	Develop New Aircraft (Design Integration, Build Team for Process)
DWD	Deutscher Wetterdienst
EADS	European Aeronautic Defence and Space Company
EBoK	Engineering Book of Knowledge
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule (Zürich)
F&E	Forschung und Entwicklung
FCOM	Flight Crew Operating Manual
FH	Flight Hours
HRM	Human-Resource-Management
IAO	(Fraunhofer) Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation
IC	Integrated Chipware
ID	Identification
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
IMA	Integrierte Modulare Avionik
IPK	(Fraunhofer) Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik
ISS	International Space Station

IT	Informationstechnologien
ITP	Instruction To Proceed
IZB	Informationszentrum Benchmarking
I/O	Input/Output
KH	Know How
LL	Lessons Learned
LRM	Line Replaceable Modules
LRU	Line Replaceable Unit
MA	Mitarbeiter
MMEL	Master Minimum Equipment List
MPD	Maintenance Planning Document
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
PE	Personalentwicklung
PSSA	Preliminary System Safety Assessment
PTS	Purchaser Technical Specification
RE	Requirements-Engineering
RFI	Request For Information
RTM	Requirements and Traceability Management
SDD	System Description Document
SEC	Securities and Exchange Commission
SES	Support Equipment Summary
SFM	Sonderfertigungsmittel
SID	System Interface Document
SQL	Structured/Sequential/System Query Language
SRD	System Requirement Document
SRM	Structural Repair Manual
SSA	System Safety Assessment
SyCID	System Configuration Index Document
TBD	To Be Defined
TC	Tech Club
TLARD	Top Level Aircraft Requirement Document
TLSRD	Top Level System Requirement Document
TUHH	Technischen Universität Hamburg Harburg
WBM	Weight & Balance Manual
WM	Wissensmanagement
WM	Wiring Manual

1 Einleitung

1.1 Motivation und Vision

Was ist an dem Thema Wissen so interessant, dass es Teil dieser Arbeit ist? Einen Denkanstoß soll die Gegenüberstellung in **Tabelle 1.1** geben. Es fällt auf, dass Microsoft mit weniger Mitarbeitern und geringerem Umsatz deutlich höher bewertet wird. Was steckt dahinter? Antwort: die Wertschöpfung durch Wissen, des einzigen Rohstoffs, der sich vermehrt, wenn man ihn teilt. Diese Wertschöpfung wird sehr viel höher eingeschätzt.

Tabelle 1.1 Vergleich DaimlerChrysler mit Microsoft (**Zucker 2000**, S. 7)

Unternehmen (1998)	DaimlerChrysler	Microsoft
Umsatz	154,7 Mrd. US-\$	14,5 Mrd. US-\$
Mitarbeiter	434000	27000
Börsenwert	99 Mrd. US-\$	346 Mrd. US-\$

Einleitend wird hier die Besonderheit des Wissens beschrieben. Wissen ist unabdingbar mit den Menschen und ihrer Fähigkeit Denken zu können verbunden. Niemand sonst schreibt sich zu, Wissen zu besitzen. Erkennbar ist diese Verbindung auch daran, wie Wissen entsteht. Wissen wird zum einen durch Lernen und Denken erworben. Als Beispiel steht hier das Lernen in der Schule oder Universität. Diese Form des Wissenserwerbs ist einzigartig auf unserer Erde. Zum anderen entsteht Wissen aus Erfahrungen, Erfahrungen vor allem im Bereich des Arbeitslebens. Dies zeigt ganz deutlich, wie „menschlich“ das Wissen ist. Wissen ist immer an Personen gebunden. Daraus folgt, Wissen ist etwas Subjektives, etwas Lebendiges. Es ist ständigen Veränderungen unterworfen. Man kann daher „Wissen als einen dynamischen Prozess, ‚Glauben‘ (Beobachtung, Interpretation) zu rechtfertigen und zu verfestigen“ betrachten (**Zucker 2000**, S. 37). Wie im weiteren Verlauf noch zu sehen sein wird, ist es schwer, eine allgemeingültige Definition für den Wissensbegriff zu finden. Es gibt hierbei sehr viele Möglichkeiten der Interpretation.

Nun sind der Wissenserwerb und das daraus resultierende Wissen aber kein Selbstzweck. Vielmehr zwingt der Markt die Unternehmen dazu, ständig ihre Produkte bzw. ihre Serviceleistungen in immer kürzerer Zeit zu verbessern. Dieser Innovationsdruck wird an die Wissensträger der Organisation, wie z. B. Entwickler, Konstrukteure, weitergegeben. Hintergrund ist das Ziel aller Unternehmen, ihre Marktposition zu festigen respektive auszubauen. Dieses Ziel ist die Triebkraft für jegliche Unternehmensaktivität.

Da die Zeitabstände für die Entwicklung immer geringer werden, wächst die Menge des dafür benötigten und deshalb erzeugten Wissens sehr stark an. Es heißt, „alle sieben Jahre verdoppelt sich das Wissen ...“ (**Zucker 2000**, S. 62). Dieser Wissenszuwachs ist mit herkömmlichen Methoden, wie das Verwalten von explizitem Wissen in Papierform, immer

schwerer beherrschbar geworden. Diese Methoden stoßen folgerichtig auf ihre natürlichen Grenzen.

Der Vorgang des beschleunigten Wissenszuwachses ist im Großen (internationale Raumstation ISS), als auch im Kleinen, z. B. Unternehmensbereiche, die sich mit der Entwicklung und dem Bau von Systemeinheiten beschäftigen, zu erkennen. Allerdings besteht zwischen Beiden zumeist ein großer Unterschied. Auf internationaler Ebene werden die Projekte den veränderten Bedingungen des Wissenszuwachses angepasst, oder sie werden gerade aus diesem Grunde initiiert. D. h. die Projekte werden in Kompetenzgebiete aufgliedert und von den jeweiligen Kompetenzführern bearbeitet. Dagegen trifft man in heutigen Unternehmen immer noch auf Bereiche mit sehr begrenzten Ressourcen und nicht angepassten Strukturen. Gerade hier stehen die Mitarbeiter einer Wissensflut gegenüber, die sie kaum noch bewältigen können. Zusätzlich kommt hinzu, dass bisheriges Wissen über Produkte und Verfahren schlecht bzw. nur unzureichend und kaum nachvollziehbar dokumentiert wurde. Man kann sich leicht vorstellen, wie bei steigender Komplexität der Produkte, die Kreativität, die Motivation und nicht zuletzt die Leistungsfähigkeit solcher Bereiche aussieht. Die Fluktuation von Mitarbeitern (MA) ist hier nicht der einzige Grund für das Auftreten von Wissensverlusten. Sehr oft wird dann „das Rad zum zweiten Mal erfunden“. Der Grund dafür ist ein nicht mehr zeitgemäßes Verwalten von bekanntem bzw. selbst generiertem Wissen.

Das geschilderte Szenario und die oben gestellte Frage nach dem Preis eines Wissensunternehmens (Microsoft) ist der Grund, sich mit dem Thema Wissen und seinem Management zu beschäftigen.

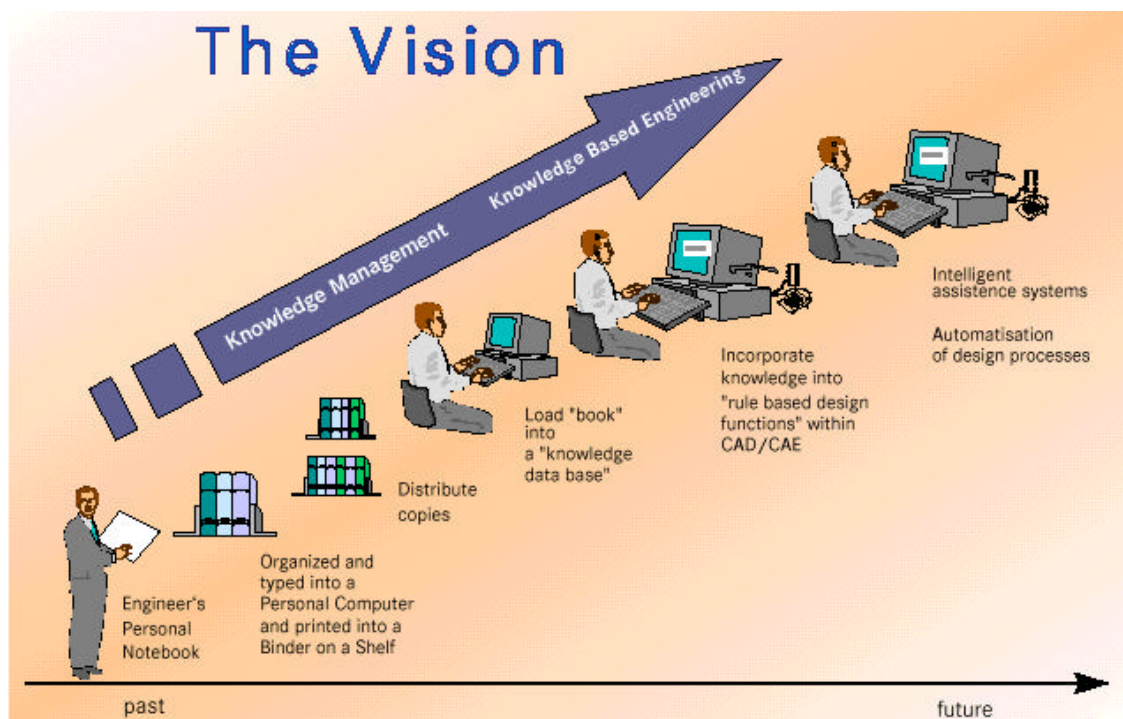


Bild 1.1 Die Vision des Wissensmanagements im Bereich Entwicklung (URL 1)

Worin soll das Managen von Wissen, im diesem Fall des Entwicklungswissens, und dem damit verbunden Aufnehmen und Archivieren gipfeln? Welche Ziele verfolgt man langfristig damit?

Das Ziel, wie in **Bild 1.1** dargestellt, heißt intelligenter Entwicklungsassistent (intelligent assistance system). Die Tragweite eines solchen Systems mag heute wohl niemand voraussagen. Für die nächste Zeit handelt es sich dabei nicht um ein vollautomatisches Entwicklungs-Werkzeug nach dem Motto: „Bitte konstruiere mir das System X, mit den Eigenschaften Y.“ Es ist eher als ein komplexes Zusammenspiel von Wissensmanagement, dem Entwicklungsprozess, dem Produkt, dem Faktor Mensch und der technischen Möglichkeit eine wissensbasierte Entscheidungsunterstützung anzubieten, zu sehen.

Natürlich lässt sich die Vision vom intelligenten Entwicklungsassistenten nicht auf einmal realisieren. Es sind dazu mehrere Schritte notwendig. Der erste Schritt ist der Aufbau eines funktionierenden Wissensmanagements. Dies beinhaltet aber nicht nur die Lösung technischer Probleme wie z. B. die Erstellung der Software. Insbesondere wird hier die Lösung menschlicher Konflikte angesprochen. Man denke nur an die noch überall zu findenden „Wissenshorter“. Äußerst treffend formuliert wurde von T. H. Davenport und L. Prusak: „Companies install e-mail or collaborative software and expect knowledge to flow freely through the electronic pipeline.“, und im Weiteren der Hinweis: “Don’t expect software to solve your knowledge problem.” (**Davenport 1998**, S. 26).

Es muss hervorgehoben werden, dass es sich bei den ersten Schritten um die Identifizierung, die Aufnahme, die Speicherung und die Verwaltung von Wissen handelt. Dazu wird eine neue „Wissenskultur“, eine Kultur des Wissenteilens, nötig sein. Hiernach müssen Schritte getan werden, die sich mit der Einbindung des akkumulierten Wissens in CAx-Werkzeuge befassen. In diesem Sinne lassen sich sogenannte „rule based design functions“ erstellen.

1.2 Ziele der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit soll sein, einen Lösungsansatz, für das im **Kapitel 1.1** Motivation und Vision skizzierte Problem der Wissensbewältigung, aufzuzeigen. Das heißt, diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der möglichen Einbindung von Wissensmanagement-Prozessen in den Systementwicklungsprozess. Helfen sollen dabei die Möglichkeiten, welche die neuen Informations- und Kommunikationstechnologien bieten.

Den Gedanken, der Beziehung Mensch und Wissen, nochmals aufgreifend, sei Folgendes erwähnt: natürlich wird nicht jeder bereit sein, die Möglichkeiten und die Chancen, die Wissensmanagement bietet, wahrzunehmen. Das heißt, dass er sein Wissen auch vielen

anderen zugänglich macht und somit teilt. Genau dieser Punkt soll, besonders feinfühlig behandelt, in diese Arbeit eingebunden werden.

Nachdem zuerst die theoretische Grundlage in Form eines Lösungskonzeptes geschaffen wird, soll danach die technische Umsetzung anhand eines Beispiels demonstriert werden. Als Beispiel wurde ein Pilotprojekt ausgesucht, welches sich derzeit in einer entscheidenden Phase im Entwicklungsprozess befindet. Berücksichtigt werden sollen daher die speziellen Bedürfnisse dieser Phase, die eine schnelle und vor allem unkomplizierte Nutzung zulassen.

Abschließend sei zu den Zielen noch bemerkt, dass nicht eine allumfassende Lösung für die Wissensprobleme geliefert werden kann. Eine Diplomarbeit kann das, schon vom zeitlichen Umfang her, nicht liefern. Erklärtes Ziel ist es aber, einen Anfang, also den ersten Schritt zu machen.

1.3 Aufbau der Arbeit

Kapitel 1 gibt einen kurzen Überblick über die Problemstellung des Wissensmanagements im heutigen Leben und erläutert, warum man sich mit diesem Thema auseinandersetzt. Weiterhin werden die Ziele, welche die Arbeit verfolgt, dargelegt. Auf die „Wissenshorter“ als ein Kernproblem wird hingewiesen. Zusätzlich erfolgt die Abgrenzung der Ziele von der visionären Vorstellung über den Umgang mit Wissen.

Im Kapitel 2 werden die Grundlagen zum Thema Wissen gelegt. So beschäftigt sich Kapitel 2.1 mit der Frage, was ist Wissen, bzw. was meinen wir, wenn wir über Wissen sprechen. Des Weiteren werden Möglichkeiten der Einordnung bzw. Klassifizierung von Wissen im Kapitel 2.2 gezeigt. Kapitel 2.3 erläutert den Prozess der Wissensentstehung. Das Kapitel 2.4 befasst sich mit dem Thema Wissensmanagement (WM). Das heißt, die Notwendigkeit wird aufgezeigt und mögliche Ansätze werden hier genannt. Das Thema Wissen und sein Management ist, im Vergleich zum Entwicklungsprozess, für den Techniker bzw. für den Ingenieur das unbekanntere Gebiet. Deshalb wird Wissen und das Wissensmanagement in dieser Arbeit sehr intensiv behandelt und nimmt daher einen größeren Umfang ein.

Die Voraussetzungen zum zweiten Teil des Themas, der Entwicklung respektive des Entwicklungsprozesses, werden im Kapitel 3 gelegt. Hierbei wird auf den allgemeinen Entwicklungsprozess im Kapitel 3.1 und auf den Entwicklungsprozess bei der EADS im Kapitel 3.2 eingegangen. Dabei wird im Kapitel 3.2 herausgearbeitet, dass das Requirements-Engineering (RE) eine zentrale Rolle in der Entwicklung bei der EADS Airbus einnimmt.

Den Hauptteil der Arbeit repräsentieren die Kapitel 4 und 5. Hier wird als erstes (Kapitel 4.1) der Ansatzpunkt des Lösungskonzeptes, das Requirements-Engineering (RE), näher erläutert. Weiterhin zeigt Kapitel 4.2 wie die Grundlagen für die Einführung von WM in das RE geschaffen wurden. Im Kapitel 5 werden dann Lösungsansätze der EADS, die sich mit dem Thema Wissen und Wissensmanagement beschäftigen bzw. beschäftigten, erläutert. Kapitel 5.2 erörtert in allgemeiner Form die Vorgehensweise bei der Einführung von WM, während sich Kapitel 5.3 speziell mit der Umsetzung dieses Themas für das RE im Fall IMA beschäftigt. D. h., es wird beschrieben, wie mit den vorhandenen Ressourcen ein Hilfsmittel zur Problemlösung geschaffen wurde.

Zum Schluss fasst Kapitel 6 noch einmal die wichtigsten Punkte der Arbeit zusammen, gibt Hinweise auf den weiteren Verlauf und wie mögliche Anwendungsergebnisse zukünftig Verwendung finden können.

2 Wissen und sein Management

Um das Thema Entwicklungswissen näher betrachten zu können, müssen unter dem Gesichtspunkt der Verständlichkeit die beiden Teilaspekte Wissen und Entwicklung erörtert werden. In diesem Kapitel werden grundlegende Fragen zum Thema Wissen geklärt:

- Was sind Datum, Information und Wissen?
- Wie lässt sich Wissen klassifizieren?
- Was ist Wissensmanagement?
- Welchen Nutzen hat Wissensmanagement?

2.1 Die Beziehung Datum, Information und Wissen

Wissen ist weder Datum noch Information. Wissen steht aber in Beziehung mit diesen Begriffen und ihren Inhalten. Der Unterschied zwischen Datum, Information und Wissen ist eher eine Frage des Standpunktes und der Richtung, in welche man dabei schaut. Um mit dem Begriff „Wissen“ arbeiten zu können, ist es wichtig Verständnis zu schaffen was Datum, Information und Wissen in diesem Dreierzusammenhang bedeuten. Darauf, und auf die Fragen, worin sich diese Drei unterscheiden und welche Beziehung zwischen ihnen besteht, wird im Folgenden eingegangen.

2.1.1 Das Datum, der Singular von „die Daten“

Das Datum, ist eine „... dem Kalender entsprechende Zeitangabe, Tagesangabe; ...“ (**Duden 5 1997**, S. 169). Das heißt, es beschreibt einen Zeitpunkt. In seiner zweiten hier angesprochenen Bedeutung, ist das Datum ein „Faktum“. Auch in der Literatur lassen sich Erläuterungen finden. Sehr deutlich wird zum Beispiel T. Davenport in seinem Buch „Working Knowledge“. Er schreibt: „Data is a set of discrete, objective facts about events“ (**Davenport 1998**, S. 2).

Die etymologische Wurzel betrachtend, lässt sich Weiteres über das Datum aussagen. Der Begriff Datum ist dem lateinischen *datum*, dem Partizip Perfekt von lat. *dare* ‚geben‘, entlehnt. „... In der Bedeutung ‚Gegebene Größe, Angabe, Beleg‘ wird das bereits im Lateinischen substantivierte Partizip (lat. *datum* n. [neutrum, der Verfasser], das Gegebene, Gabe) meist in pluralischer Form von der Wissenschaftssprache des 17., vornehmlich des 18. Jhs. aufgegriffen. Seit Beginn des 19. Jhs. tritt in dieser Verwendung neben die lat. Pluralform *Data* verstärkt der eingedeutschte Plur. *Daten*, der sich im 20. Jh. durchsetzt und

seit den 50er Jahren als Bestimmungswort zahlreicher Zusammensetzungen wie *Datenverarbeitung, Datenbank dient*“ (Pfeifer 1997, S. 204).

Beispiel: Auf einem abgerissenen Stück Papier ist eine Tabelle (**Tabelle 2.1**) zu sehen. In der Tabelle befindet sich ein Zahlenwert „32,5“, in einer Spalte, die mit „Temperatur in °C“ überschrieben ist. Woraus besteht dieses Datum? Was stellt dieses Datum, dieser Fakt dar?

Tabelle 2.1 Beispiel zum Datumsbegriff

Z	Temperatur °C	X mm
Z1	32,5	a
Z2	18,0	b

Zerlegt man „32,5 °C“ in seine Bestandteile, so erhält man 3, 2, , , 5, °, und C. Dieses Datum besteht aus einer Folge von Ziffern, Buchstaben und Sonderzeichen, also aus Zeichen, die in sinnvoller Weise miteinander verbunden sind. Diese Aussage ist allgemeingültig und gilt somit für alle Daten.

Weiter mit der zweiten Frage. Offensichtlich ist eine Temperatur von 32,5 °C gemeint. Diese Angabe ist aber ohne jeden Bezug. Was ist mit dieser Temperaturangabe verbunden? Ist sie vielleicht die Wassertemperatur eines Schwimmbeckens oder eine kritische Körpertemperatur des Menschen bei einer Unterkühlung oder ist das Datum „32,5 °C“ nur ein Punkt auf der Kennlinie für die Temperaturüberwachung einer Waschmaschine? Niemand wird zum jetzigen Zeitpunkt sagen können was damit gemeint ist. Genau dieses ist ein wesentliches Merkmal von Daten. Sie liefern keine Wertung, keinen Bezug auf den Zweck, sie besitzen keine innewohnende Bedeutung, sie sind nicht interpretierbar und sie bieten keine Basis für irgendeine Handlung. Trotzdem sind Daten von eminenter Bedeutung, denn sie sind die Grundlage zur Erzeugung von Informationen.

2.1.2 Die Information

Information ist „... Nachricht, Mitteilung, Hinweis; Auskunft; Belehrung, Aufklärung; ...“, oder der „... Gehalt einer Nachricht, die aus Zeichen eines Kodes zusammengesetzt ist ...“ (Duden 5 1997, S. 359). Gewöhnlich versteht man unter Information eine Nachricht in Form eines Dokuments oder einer sonstigen hör- oder sichtbaren Kommunikation. Wichtiger Unterschied zum Datum ist das Vorhandensein eines Senders und Empfängers. „... Information is meant to change the way the receiver perceives something, to have impact on his judgement and behavior.“ Peter Ducker hat einmal gesagt, Information ist “... data endowed with relevance and purpose.” (Davenport 1998, S. 2). Das bedeutet, man kann sich Information als in einen Kontext eingebettete Daten vorstellen. Dieser Kontext stellt den Bezug zum Zweck her. Er macht die Daten zu Informationen, die eine Bedeutung haben, die

interpretierbar sind, und die sehr wohl Grundlage für Handlungen sein können. Allgemein werden Daten zu Informationen, wenn ihnen eine Bedeutung beigelegt wird. T. Davenport gibt einige Möglichkeiten an, wie aus Daten Informationen werden (**Davenport 1998**, S. 4). Alle beginnen mit dem Buchstaben C:

- Contextualized: man kennt den Zweck, für den die Daten gesammelt wurden
- Categorized: man kennt die Teileinheiten durch Analyse oder die Schlüsselkomponenten der Daten
- Calculated: die Daten wurden mathematisch oder statistisch untersucht
- Corrected: Fehler wurden von den Daten entfernt
- Condensed: die Daten wurden in einer knapperen Form zusammengefasst.

In Bezug auf das im vorigen Kapitel angeführte Beispiel könnte sich Folgendes ergeben. Das fehlende Stück Papier wird gefunden. Darauf ist zu lesen, „Temperaturprognose für den Bereich Berlin/Brandenburg für die nächsten drei Tage. Tagestemperatur (Z1) und Nachttemperatur (Z2) - DWD.“ Mit dieser Angabe wird das Datum „32,5 °C“ in einen Kontext gestellt und erhält so seine ganz spezielle Bedeutung. Daraus ergibt sich die Information, dass in Berlin/Brandenburg in den nächsten drei Tagen mit Tageshöchsttemperaturen von etwa 32,5 °C zu rechnen ist. Das Mitteilen der Temperatur ist der Zweck dieser Nachricht. Weiterhin lässt sich als Sender der Deutsche Wetterdienst (DWD) identifizieren, Empfänger sind alle Personen im Bereich Berlin und Brandenburg.

2.1.3 Was ist Wissen?

Das Wort Wissen, ahd. *wizzan*, mhd. *wizzen*, ist seit der frühneuhochdeutschen Zeit geläufig. Bekannt sind, „... Formelhaft *meines Wissens* ‚so weit ich weiß‘ (16. Jh.), *wider besseren Wissens (und Gewissens)*, *nach bestem Wissen* (17. Jh.), *nach bestem Wissen und Gewissen* (18. Jh.).“ (**Pfeifer 1997**, S. 1575).

Im allgemeinen Verständnis der meisten Menschen ist Wissen viel tiefgründiger, viel weiter, viel bedeutender, als Daten und Information es sind. Wissen ist „durch Forschung und Erfahrung erworbene Kenntnisse, geistige Erkenntnis“ (**Pfeifer 1997**, S. 1575). „Wissen lässt sich umgangssprachlich mit einem Modus des ‚Für-wahr-Haltens‘ gleichsetzen, was kennen, vermuten und glauben einschließt. Philosophisch dagegen ist Wissen begründete bzw. begründbare Erkenntnis, im Gegensatz zur Vermutung und Meinung oder zum Glauben. Bereits Platon definiert Wissen als ‚wahre, mit Begründung versehene Meinung‘.“ (**Zahn 1998**, S. 42).

Davenport liefert eine „working definition of knowledge“, und schreibt:

„Knowledge is a fluid mix of framed experience, values, contextual information, and expert insight that provides a framework for evaluating and incorporating new experiences and information. It originates and is applied in the minds of knowers. In organizations, it often becomes embedded not only in documents or repositories but also in organizational routines, processes, practices, and norms.“ (Davenport 1998, S. 5).

Weiterhin behauptet Davenport, dass Wissen sich genauso von Information herleitet, wie Information von Daten. Der Übergang von Information in Wissen kann nur vom Menschen selbst vollbracht werden. Für diese Transformation gibt Davenport vier Möglichkeiten an (**Davenport 1998, S. 6**):

- **Comparison:** Wie ist die Information zu dieser Situation im Vergleich zu anderen, bekannten Situationen?
- **Consequences:** Welche Auswirkungen hat die Information auf Entscheidungen und Handlungen?
- **Connections:** In welcher Weise ist dieses Stück Wissen mit anderen verbunden?
- **Conversation:** Was denken andere Personen zu dieser Information?

Was lässt sich aus dem bisher Erwähnten ableiten? Wissen kann entstehen, indem jemand eine Information mit seinen persönlichen Erfahrungen und seinem persönlichen Empfinden verknüpft. Information ist also „... nur der Rohstoff für die Bildung von Wissen.“ (**Mandel 2000, S. 29**). Da aber selbst die Aufnahme von Informationen bewusst oder unbewusst einer Selektion, abhängig von der jeweiligen Person, unterworfen ist, ist auch das daraus entstehende Wissen stets personengebunden. Diese Eigenschaft ist bei Daten und Informationen nicht vorhanden.

Bezogen auf das im **Kapitel 2.1.1** begonnene und in **2.1.2** fortgesetzte Beispiel, lässt sich ein weiteres, mögliches Szenario beschreiben. Ein kleines Mädchen erhält diese Temperatur-Information. Sie geht zur Zeit in die dritte Klasse. Sie weiß aus ihrer Erfahrung, dass Temperaturen über 30 °C sehr warm sind, und sie weiß außerdem, dass die Schule bei solchen Temperaturen „Hitzefrei“ gibt. Das heißt, das kleine Mädchen kann heute schon wissen, wie ihr Tag morgen ablaufen wird, weil sie eine Information mit ihrer persönlichen Erfahrung verknüpft hat. Das Wissen über den veränderten morgigen Tagesablauf lässt das Mädchen handeln. Sie geht zur Mutter und bittet diese, ihr etwas Geld für den nun eingeplanten morgigen Freibadbesuch zu geben.

Hier tritt eine weitere Eigenschaft von Wissen hervor. Wissen kann handlungsleitend sein. Wissen ist näher an einer Handlung als Daten und Information es sind. Umgekehrt kann auch aus einer Handlung Wissen erzeugt werden. Wissen ist auch vom Standpunkt des Beobachters abhängig. Das heißt auf das Beispiel bezogen, eine erwachsene Person hätte diese Information sicher anders interpretiert, als das Kind dies tat.

Der Zusammenhang zwischen Datum, Information und Wissen soll noch einmal durch das **Bild 2.1** visualisiert und somit verständlicher dargestellt werden.

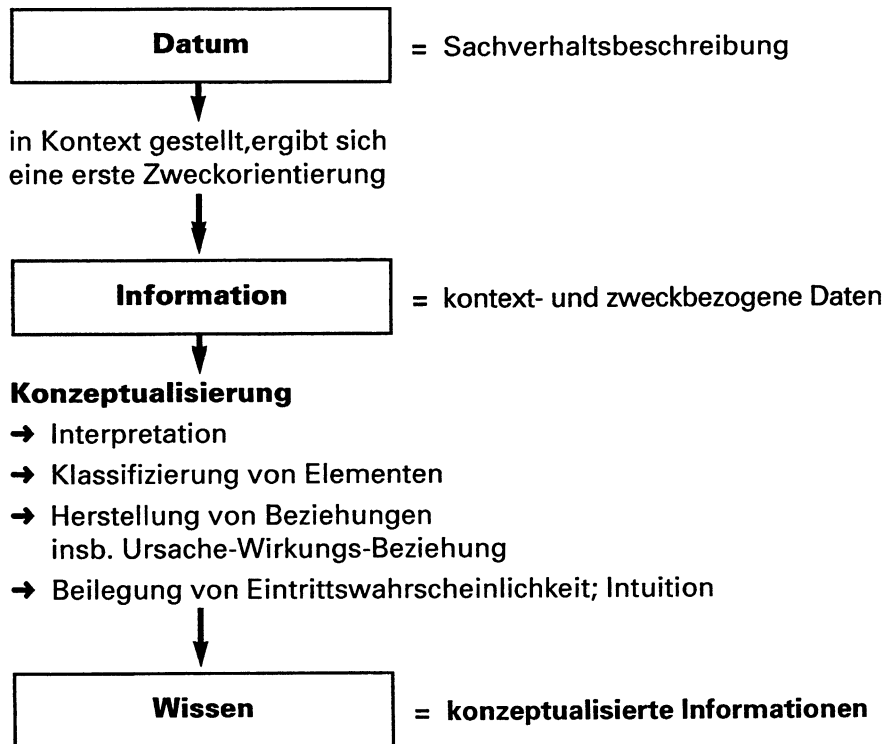


Bild 2.1 Die Grundbegriffe Datum, Information und Wissen (Selhausen 1996, S. 11)

2.2 Die Einteilung von Wissen

Da in der Literatur, wie auch in dieser Arbeit mehrere Begriffe für die unterschiedlichen Wissensarten verwendet werden, müssen diese, zum besseren Verständnis des Themas, erläutert werden. Es gibt eine große Anzahl von Möglichkeiten, wie die verschiedenen Wissensarten eingeordnet werden können. Die geläufigsten und wichtigsten davon werden hier vorgestellt.

Schon der griechische Philosoph Aristoteles unterschied zwischen praktischem und theoretischem Wissen (**Tabelle 2.2**). Angedeutet werden soll damit, dass Menschen auf verschiedene Weise Wissen generieren können. Das heißt, zum einen durch Erfahrung und zum anderen durch Theoretisieren. Auch heute wird in dieser Weise Wissen unterschieden. Dabei bedeutet praktisches Wissen das Beschaffen von Daten, Information und Wissen aus der Empirie. Durch die Hinterfragung und Aufbereitung von praktischem Wissen entsteht theoretisches Wissen (**Zahn 1998, S. 43**).

Tabelle 2.2 Wissensarten nach Aristoteles

Wissensart	Theoretisches Wissen	Praktisches Wissen
Art der Entstehung	Theorie	Empirie

Sehr bedeutend, weil derzeit von vielen Menschen mit fast gleicher Bedeutung benutzt, ist die Unterscheidung von Nonaka und Takeuchi in *tacit knowledge* und *explicit knowledge* (Nonaka 1995, S. 59).

Das *tacit knowledge*, soviel wie „verborgenes Wissen“, spiegelt sich implizit in den Erfahrungen der betreffenden Personen wider. Einige Wissensforscher verwenden den Begriff *tacit knowledge* synonym mit dem des impliziten Wissens. Dieses Wissen ist weitgehend personen- und tätigkeitsgebunden.

„Gleichzeitig hat implizites Wissen eine wichtige kognitive Dimension, nämlich in Form von mentalen Bildern oder Modellen, Überzeugungen und Perspektiven, die derart tief verwurzelt sind, bzw. als Selbstverständlichkeit betrachtet werden, daß sie aus diesem Grund nur schwer artikuliert werden können.“ (Unger 1998, S. 26).

Explicit knowledge, übersetzt als explizites Wissen, ist eher methodisch und systematisch (Unger 1998, S. 26). Es findet sich in Form von Konzepten, Berichten, Arbeitsanweisungen usw. wieder. Das heißt, „*Explizites Wissen* wird durch seine Kommunikation zum Vorschein gebracht, ...“ (Zahn 1998, S. 43), es ist bewusstseinsfähig und verbalisierbar und es wird zielgerichtet erworben (Süß 1996, S. 63).

Eine weitere Differenzierung ergibt sich, wenn nach der Anzahl der Wissensbesitzer, in Wissen eines Individuums oder Wissen eines Kollektivs, unterschieden wird. Durch die Kombination von expliziten, impliziten Wissens einerseits und individualen, sozialen Wissens andererseits, ergeben sich vier Typen von organisationalem Wissen (Zahn 1998, S. 43). Diese besitzen die Merkmale:

- bewusst: explizites Wissen einer Person
- objektiv: explizites Wissen der Organisation
- automatisch: implizites Wissen einer Person
- kollektiv: „stark kontextabhängiges Wissen, das das Handeln im Unternehmen beeinflusst“ (Zahn 1998, S. 44).

Nach Zahn 1998 (S. 44) lässt sich das organisationale Wissen weiter aufteilen. Angegeben werden:

- geteiltes Wissen (Kern der Wissensbasis)
- verfügbares Wissen
- erreichbares Wissen.

Zum Schluss sei noch eine Taxonomie des Wissensbegriffes nach **Süß 1996** (S. 62) angeführt. H.-M. Süß gibt eine Taxonomie (**Tabelle 2.3**) an, welche er für den Umgang mit komplexen Systemen für bedeutsam hält. Er unterscheidet: deklaratives und prozedurales Wissen, Sach- und Handlungswissen sowie den Grad der Allgemeinheit und die Genauigkeit des Wissens.

- Deklaratives Wissen: kann aufgefasst werden, als die Kompetenz Fragen zu beantworten, es ist über Fakten, Handlungen und Verfahren etc. mitteilbar. Es wird alltagssprachlich als Wissen bezeichnet.
- Prozedurales Wissen: kann als die Fertigkeit aufgefasst werden, „eine kognitive und/oder motorische Operation bzw. Handlung auszuführen.“ Dabei drückt sich dieses Wissen im Vollzug von Prozessen oder Handlungen aus. Es wird alltagssprachlich als Können bezeichnet.
- Sachwissen: „ist definiert als Wissen über Sachverhalte in einem Realitätsausschnitt.“
- Handlungswissen: ist das Wissen über zielorientierte Handlungen und kognitive Operationen in einer bestimmten Situation (**Süß 1996**, S. 62-66).

Tabelle 2.3 Taxonomie des Wissensbegriffs (**Süß 1996**, S. 66)

-	Deklaratives Wissen	Prozedurales Wissen
Sachwissen	Deklaratives Sachwissen, z. B. Variablenwissen, Relationswissen, Wissen über Eigenschaften	Prozedurales Sachwissen
Handlungswissen	Deklaratives Handlungswissen, z. B. Strategien, Heurismen	Prozedurales Handlungswissen

Der Allgemeingrad von Wissen ist nach **Süß 1996** (S. 66) unterschiedlich. Wenn man sich den Allgemeingrad an einem Maßstab aufgetragen vorstellt (**Bild 2.2**), befinden sich an der einen Seite das allgemeine Weltwissen (Sachwissen) und allgemeine Heurismen (Handlungswissen), auf der gegenüberliegenden Seite befindet sich dann ein „hochgradig spezifisches Expertenwissen“ (**Süß 1996** S. 66).

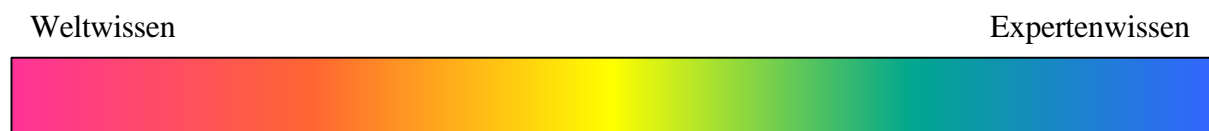


Bild 2.2 Allgemeingrad des Wissens

Süß 1996 (S. 66) gibt auch an, dass Wissen mehr oder minder genau sein kann. Er gibt für den Fall von Wissen über Variablenrelationen drei Unterscheidungsdimensionen an:

- qualitatives Wissen: ist das Wissen über den Zusammenhang zweier Variablen
- semiquantitatives Wissen: dieses beinhaltet zusätzlich die Richtung der Korrelation
- quantitatives Wissen: enthält das Wissen über die mathematische Funktion, welche die beide Variablen miteinander verbindet.

2.3 Wissensgenerierung

Die Erzeugung und Erweiterung von Wissen in Organisationen erfolgt durch die Wechselwirkung von *tacit knowledge* (implizites Wissen) und *explicit knowledge* bei sozialen Kontakten. Hierbei werden von Nonaka und Takeuchi vier Grundmuster (**Bild 2.3**) vorgestellt.

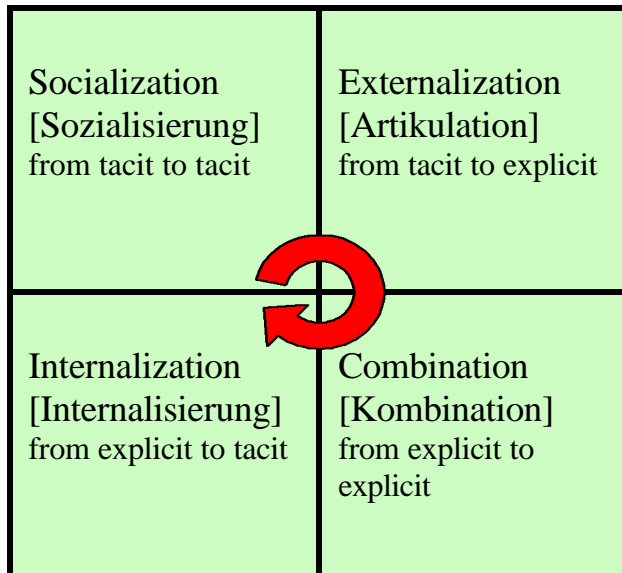


Bild 2.3 Grundmuster der Wissensgenerierung (in Anlehnung an **Nonaka 1995**, S. 72)

- **Sozialisierung (S)**: Durch nonverbale Kommunikation wird implizites Wissen („Fingerspitzengefühl“) einer Person auf eine andere übertragen. Das kann durch ein sich abwechselndes Beobachten und Imitieren geschehen. So führt z. B. der Sportlehrer einen Bewegungsablauf (Korbwurf beim Basketball) mehrere Male vor, wobei seine Schüler ihn beobachten. Danach versuchen sie das soeben Gesehene umzusetzen.
- **Artikulation (A)**: Hier werden die Handlungsschemen, die wie von selbst abzulaufen scheinen, von der betreffenden Person selbst untersucht, nachverfolgt (Reflektionsprozess) und über diesen Weg verbalisiert, d. h. in explizites Wissen umgewandelt. Der Prozess der Reflexion, also das Nachdenken über eingefahrene Methoden und Praktiken, kann durch herausfordernde Fragen initiiert werden.
- **Kombination (K)**: Bei Kommunikation zwischen Personen wird explizites Wissen ausgetauscht. Dabei entsteht eine Ansammlung von mehr Wissensteilen, als sie von einer Person besessen wird. Durch Neuordnung dieser Wissensteile kann Wissen entstehen.
- **Internalisierung (I)**: Personen nutzen das explizite Wissen der Organisation (Prozesse, Abläufe, Methoden), um ihr eigenes Wissen zu erweitern, zu überprüfen und gegebenenfalls zu revidieren und neu zu ordnen. Dabei gehen die neuen Erkenntnisse, durch die sich wiederholende Anwendung langsam in implizites Wissen der betroffenen Personen über.

In einem Unternehmen, welches Wissen erzeugt, befinden sich diese vier Grundmuster in einer „dynamischen Interaktion“. Diese Interaktion wird auch als Wissensspirale bezeichnet. Angedeutet wird sie durch den kreisförmigen Pfeil in **Bild 2.3** (Nonaka 1995, S. 70-73).

In der unteren Abbildung (**Bild 2.4**) ist die Wissensspirale in einer anderen Form visualisiert. Sie zeigt, dass die Interaktion „... mit den Elementen „Artikulation“ und „Internalisierung“ zu organisationalem Lernen führt.“ (Unger 1998, S. 28).

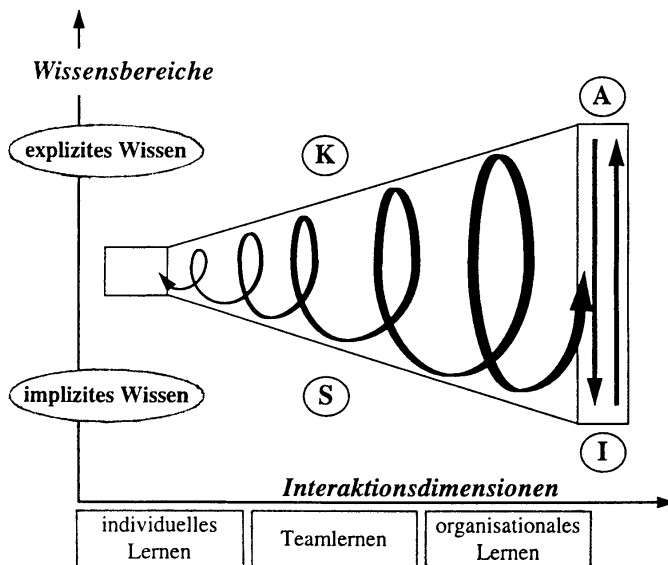


Bild 2.4 Die Wissensspirale (in Anlehnung an Nonaka 1995, S. 73)

2.4 Wissensmanagement

2.4.1 Was versteht man unter Wissensmanagement?

Betty Zucker und Christoph Schmitz weisen in Ihrem Buch „Wissen gewinnt“ darauf hin, dass es nicht ganz einfach ist, sich einen Überblick über das Thema Wissensmanagement (WM) zu verschaffen. Aus diesem Grunde definierten Sie unter anderem die beiden folgenden Punkte als Standard:

- „Unter Wissensmanagement versteht man die Gesamtheit der Strategien zur Wissensnutzung und -entwicklung auf verschiedenen Ebenen und in diversen Prozessen.“
- „Wissensmanagement bezieht sich nicht so sehr auf die Inhalte des Wissens, sondern mehr auf die Gestaltung von Rahmenbedingungen, Strukturen, Prozessen und Methoden.“ (Zucker 2000, S. 12).

Außerdem schlagen Zucker und Schmitz eine Differenzierung des Wissensmanagements in verschiedene Hauptrichtungen vor (**Tabelle 2.4**).

Tabelle 2.4 Hauptrichtungen im Wissensmanagement (Zucker 2000, S. 11)

-	Lernende Organisation	Wissen entwickeln	Wissen bewirtschaften	Intellektuelles Kapital
Wichtige Kriterien und Themen	Lernen aus Erfahrungen und Impulsen; Adaption; Dialog, Team, Community; Prozessorientierung;	Implizites/explizites Wissen; Innovation; Partizipation; Netzwerke, Communities of Practice;	Explizites Wissen; Standardisierung, Verwertung; Wissen als „Objekt“; Identifizierbarkeit; Zugänglichkeit; Patente;	Strategie und relevante Wissenspotenziale; humanes, strukturelles und Kunden-Kapital
Hauptbotschaft	„Nur Organisationen, die in rasch wandelnden Umwelten lernen, können erfolgreich sein.“	„Wissensentwicklung als permanenter Prozess führt zum entscheidenden Wettbewerbsvorteil“	„Es geht darum, vorhandenes Wissen zu nutzen, zu verteilen und zu verkaufen.“	„Man managt, was man misst.“
Hauptautoren Wegbereiter	Senge, Argyris	Nonaka/Takeuchi	Petrash	Roos, Edvinsson
Hauptakteure	PE, Human Resources	F&E, Wissensentwickler, Management mit strategischem Fokus: Innovation/Kompetenzbildung	Informationsmanagement, Management mit strategischem Fokus: Produktivität/Effizienz, Patentabteilung	Oberes Management, Controlling, internationale Accounting-Associations & Behörden (z. B. SEC, OECD)
Hauptverdächtigungen von Kritikern	Zu beziehungs- und innenorientiert; vergisst, dass es auch vorhandenes Wissen gibt, das zu verwerten ist	Ist nur „Lernende Organisation“ in Neuauflage; von Japan gibt's nichts mehr zu lernen	Zu enges, statisches Verständnis von Wissen, bringt sich um die Essenz; zu IT-lastig	zu sophisticated, interessiert nur das oberste Management von Großunternehmen

Um sich ein weiteres Bild vom Begriff des Wissensmanagements zu machen, werden nachfolgend einige Befragungsergebnisse des „Benchmarking Wissensmanagement“ des Fraunhofer Instituts für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK) – Informationszentrum Benchmarking (IZB) - Bereich Planungstechnik aufgeführt. Nachfolgend wird in dieser Diplomarbeit auf das „Benchmarking Wissensmanagement“, welches von P. Heisig und J. Vorbeck erarbeitet wurde, als „Heisig 1998“ verwiesen.

Die durchgeführte Untersuchung zum Begriff des Wissensmanagements, bei der Veröffentlichungen bis zum Mai 1998 berücksichtigt wurden, „... zeigt eine klare Dominanz technikgetriebener Konzeptionen zum Wissensmanagement.“ (Heisig 1998, S. 10) Erste Erfahrungsberichte von Vorreitern auf diesem Gebiet, favorisieren die Bedeutung der Humanfaktoren für eine erfolgreiche Umsetzung von Wissensmanagement.

Das Ergebnis der Befragung des Fraunhofer IPK zeigt,

„... daß Wissensmanagement bisher weder als ein technologischer Begriff noch im Sinne immaterieller Aktivposten verstanden wird, sondern als Teil der Unternehmenskultur und eine unternehmensbezogenen Vorgehensweise: Die Summe der Verfahren, welche die Erzeugung,

Verteilung und Verwendung von Wissen zur Erreichung von Organisationszielen bestimmen.“ (Heisig 1998, S. 10).

Zur Verdeutlichung der Ergebnisse dient **Tabelle 2.5**. Es wird dargestellt, welches Verständnis die Unternehmen vom Wissensmanagement haben.

Tabelle 2.5 Verständnis der Unternehmen vom Wissensmanagement (Heisig 1998, S. 10)

Wissensmanagement ist	Anzahl der Nennungen
Ein Teil der Unternehmenskultur	54 %
Eine unternehmensbezogene Vorgehensweise	45 %
Ein technologischer Begriff	13 %
Gemeint im Sinne immaterieller Aktivposten	6 %

Weiterhin werden Begriffsverständnisse einiger Firmen angegeben. Auch hierbei wird ein prozessorientiertes und methodisch-gestütztes Verständnis von WM unterstrichen.

- „Wissensmanagement ist ‚ein Oberbegriff für alle Aktivitäten mit dem Ziel, Wissensschaffung, -nutzung, -verbreitung und -speicherung zu optimieren.‘“ (Beratungsunternehmen)
- „For us, ‚knowledge management‘ is a collection of techniques to obtain an in-depth, dynamic perception of our business and its boundary conditions. Perception / knowledge / sensibility about our business is obtained not only by means of formal collection.“ (Maschinenbauunternehmen)
- „Beherrschung der vier Dimensionen: Inhalt: Welches Wissen ist für wen relevant? Kultur: Wie kann man Wissensaustausch fördern? Prozeß: Mit welchen Prozessen kann man Wissen managen? Infrastruktur: Welches Kommunikationsmedium ist angemessen?“ (Beratungsunternehmen)
- „A set of procedures, corporate rules and cultural frame, human resources mindset, attitudes and aptitudes, IT resources to let all of us share knowledge in order to improve each one core competence to better serve our customers and our competitiveness capabilities.“ (EDV-Unternehmen)
- „Die Summe der Verfahren, welche der Erzeugung, Beurteilung, Verteilung und Anwendung von Wissen dienen zur Unterstützung der Erreichung von definierten Zielen.“ (Metallverarbeitungsunternehmen)
- „Alle in einem Unternehmen umgesetzten Maßnahmen, um Informationen und Wissen der einzelnen Organisationsmitglieder in Know-how für alle umzuwandeln und dadurch nutzbar für den Unternehmenserfolg zu machen.“ (Beratungsunternehmen)

2.4.2 Warum Wissensmanagement?

Oberstes Ziel eines jeden Unternehmens ist stets die langfristige Sicherung und der Ausbau der Wettbewerbsposition, also die Sicherung seiner Existenz. Dies erfordert, dass „innovative

und kundenorientierte Produkte und Dienstleistungen schnell auf dem Markt angeboten werden.“ (**Rüger 2000**, S. 35). Um diese innovativen und kundenorientierten Produkte und Dienstleistungen schnell liefern zu können, bedarf es neuen Wissens bzw. neu vernetzten Wissens. Die Aufwendungen für die Generierung solchen Wissens übertreffen die der Sachinvestitionen um ein Mehrfaches. Überraschend ist dabei, dass immer noch „enorme Defizite im Umgang mit organisiertem Wissen existieren.“ (**Rüger 2000**, S. 36). Diese Defizite, und die Aussage, dass das Wissen in einem Unternehmen nur bis maximal 40 % genutzt wird (**Zucker 2000**, S. 20), sind eine Antwort auf das „warum“.

Für B. Zucker und Ch. Schmitz steht die Wissensentwicklung, die in Innovation mündet, im Fokus ihrer Betrachtungen. Für sie ist das Entwickeln von Wissen von strategischer Bedeutung, denn es endet in „... Innovation bzw. den Aufbau schwer imitierbarer Kompetenzen ...“ (**Zucker 2000**, S. 13). Damit sind nachhaltige Wettbewerbsvorteile zu erreichen. Denn, ist ein neues, kreatives und erfolversprechendes Produkt auf dem Markt, dauert es nicht lange, bis die Konkurrenz mit ähnlichen Produkten auch auf den Markt drängt. D. h., wer am Markt bestehen will, der muss ständig Neues hervorbringen. Dazu ist eine effektivere Nutzung der Unternehmensressource Wissen notwendig. Das Wissensmanagement soll hierbei unterstützend und fördernd beitragen.

Um die große Bedeutung von Wissen, des nunmehr vierten Produktionsfaktors neben Arbeit, Kapital und Boden zu unterstreichen, sollen nachfolgend einige Ergebnisse von Befragungen und allgemeinen Statistiken dargestellt werden.

Bei der „Betrachtung der Produktionskosten ist eine Verschiebung von „harten“ zu „weichen“ Faktoren festzustellen.“ (**Bürgel 1998**, S. 53). So ist z. B. festzuhalten, dass der Arbeitsanteil an den Produktionskosten in der Halbleiterindustrie nur noch 12 % beträgt. Der Faktor Wissen hingegen beläuft sich auf rund 70 %. In der Pharmaindustrie beträgt der Anteil der Arbeit 15 %, der des Wissens 50 % an den Produktionskosten (**Bürgel 1998**, S. 53).

Wertschöpfung wird heute vor allem durch wissensbasierte Serviceleistungen erzeugt. Zu Serviceleistungen zählen z. B.:

- Softwareentwicklung
- Trendforschung
- Finanzdienstleistung
- Transport
- Handel
- Unterhaltung.

In den USA werden 74 % des Bruttonationalprodukts durch die Serviceindustrie erbracht. Weiterhin ist die Serviceindustrie für rund 77 % aller Arbeitsplätze in den USA verantwortlich (**Zucker 2000**, S. 17).

Als ein Beispiel für den europäischen Raum soll die Software-Firma SAP dienen. Die Börsenkaptalisierung des Unternehmens ist höher, als die von VW oder BMW. Dies wird um so deutlicher, weil SAP vor einigen Jahren nicht einmal an der Börse geführt wurde. Man kann auch die materiellen Werte vergleichen über die diese Firmen jeweils verfügen. Es ist festzustellen, dass SAP außer ein paar Liegenschaften, Computern und einigen Maschinen der Autoindustrie nichts Vergleichbares entgegen zusetzen hat. Selbst die Anzahl der Mitarbeiter ist viel geringer. Trotzdem sind sie so hoch bewertet. Woran liegt das? Das Wissen, welches dieses Unternehmen darstellt, erwirtschaftet am Markt sehr hohe Erträge. Damit wird dem Wissen durch die Börse ein Wert zugewiesen, der sehr viel größer ist (**Zucker 2000**, S. 16).

Ein Ergebnis des ersten deutschen „Benchmarking Wissensmanagement“ des Fraunhofer IPK war, dass über 70 % der beteiligten Unternehmen merkbare Verbesserungen durch Wissensmanagement erzielt haben (**Heisig 1998**, S. 5). Diese Verbesserungen zeigt **Tabelle 2.6**.

Tabelle 2.6 Verbesserungen durch Wissensmanagement (in Anlehnung an **Heisig 1998**, S. 5)

Art der Verbesserung	Anzahl der Nennungen
Kosten-/Zeitersparnis, Produktivitätszuwachs	50 %
Prozessverbesserung	19 %
Transparenz über Strukturen und Prozesse	18 %
Kundenorientierung und -zufriedenheit	18 %
Erleichterung von Entscheidungen und Prognosen	17 %
Verbesserter Informationsaustausch	15 %
Qualitätssteigerung	13 %
Erfolg, Marktführerschaft	8 %
Mitarbeiterzufriedenheit und -qualifizierung	7 %
Verbesserungen sind noch nicht feststellbar	7 %

Die aufgeführten Tatsachen und Fakten sind Beweis genug, dass WM eine immer entscheidendere Rolle spielt. Daher ist WM in einigen Bereichen heute schon unerlässlich und wird es auch zukünftig sein.

2.4.3 Der Wissensmanagementprozess

Wissen ist die einzige Ressource, die sich bei ihrem Gebrauch nicht verzehrt, sondern vermehrt. Allein schon deswegen unterscheidet sich der Umgang mit dieser Ressource von dem anderer. Der Faktor Mensch muss hier stärker als bei allen anderen Managementprozessen berücksichtigt werden.

Das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO) in Stuttgart hat eine Untersuchung bei rund 300 Unternehmen aller Branchen durchgeführt (**Rüger 2000**, S. 35). Als Ergebnis dieser Studie wird deutlich, „... dass die Potentiale, die der Wissensmanagementinsatz bietet, nur dann optimal ausgeschöpft werden können, wenn ein ganzheitlicher

Ansatz verfolgt wird.“ (Rüger 2000, S. 36). Die wesentlichen Gestaltungselemente dieses ganzheitlichen Ansatzes sind:

- die Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT)
- die Unternehmensorganisation
- ein Human-Resource-Management (HRM).

Auch H.-J. Bullinger erwähnt, dass zum erfolgreichen Wissensmanagement mehr gehört, als die bloße Einführung von Informations- und Kommunikationstechnologien. Zwar sei der Einsatz von Intranet und Datenbanksystemen ein probates Mittel, aber ohne Begleitmaßnahmen eher wenig erfolgversprechend. Diese Begleitmaßnahmen beinhalten das Schaffen von Rahmenbedingungen, auf deren Grundlage sich eine Kultur des Wissenteilens entwickeln kann. In erste Linie ist hier die Unternehmenskultur angesprochen. Hierbei ist auch die Schaffung von Anreizsystemen, materieller oder immaterieller Art, gemeint. Allerdings sind auch diese wirkungslos, „... wenn nicht eine Unternehmenskultur herrscht, die sowohl durch Offenheit und Ehrlichkeit als auch durch Vertrauen – Vertrauen in die Mitarbeiter von Seiten der Vorgesetzten und unter den Kollegen – geprägt ist. Nur wenn die Mitarbeiter Vertrauen in ihr Unternehmen haben, sind sie bereit, ihr Wissen weiterzutragen. „Nicht das Wissen einzelner, sondern das kollektive Wissen ist Macht.“ (Bullinger 1998, S. 22-23).

Die drei Gestaltungselemente, die schon vom Fraunhofer IAO bekannt sind, werden auch von Bullinger herangezogen. Man kann hier also eine gewisse Einheitlichkeit erkennen. Weiterhin gibt Bullinger aber auch mögliche Hindernisse für das Wissensmanagement an. Die drei Gestaltungselemente als auch die Barrieren sind in **Bild 2.5** dargestellt.

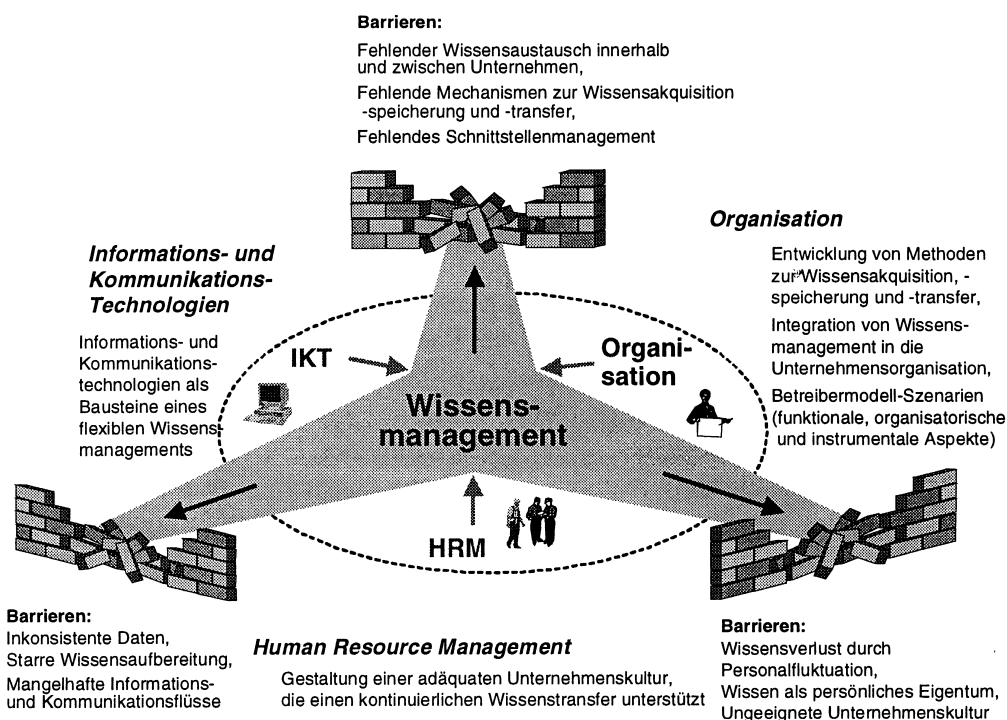


Bild 2.5 Dimensionen eines ganzheitlichen Wissensmanagements (Bullinger 1998, S. 23)

Das eigentliche Wissensmanagement besteht nach H.-J. Bullinger aus miteinander verknüpften Aktivitäten. Sie werden als Bausteine des Wissensmanagements bezeichnet (**Bullinger 1998**, S. 24). Diese sind:

- Formulierung von Wissenszielen
- Wissensidentifikation
- Wissenserwerb
- Wissensentwicklung
- Wissens(ver-)teilung
- Wissensnutzung
- Wissensbewahrung
- Wissensbewertung.

Besonders hingewiesen sei auf den Ansatz, den das Fraunhofer IPK vorschlägt. Dieser wurde durch die Ergebnisse einer umfangreichen Benchmarkingstudie verifiziert. Er kann somit als „state of the art“ in Sachen Wissensmanagementmethodik bezeichnet werden. Daher wird dieser Ansatz im Nachfolgenden tiefgründiger betrachtet.

Wissensmanagement wird vom Fraunhofer IPK verstanden, als einen Ablauf, der aus sechs Stufen (**Bild 2.6**) besteht. Hier ist eine gute Übereinstimmung zu Bullingers Bausteinen des WM zu erkennen. Die sechs Stufen nach dem Fraunhofer IPK sind:

- Wissensziele formulieren
- Wissen identifizieren
- Wissen erzeugen
- Wissen speichern
- Wissen verteilen
- Wissen anwenden.

Der daraus resultierende Prozess wird als der Kernprozess des Wissensmanagements verstanden. Das Aussehen, also die Beschaffenheit bzw. der Inhalt der Stufen des Kernprozesses, wird durch die Gestaltungsfelder des Wissensmanagements bestimmt (**Bild 2.6**). Zu den Gestaltungsfeldern zählt das IPK folgende:

- Prozessorientierung
- Informationstechnik
- Führungssysteme
- Unternehmenskultur
- Personalmanagement
- Controlling.

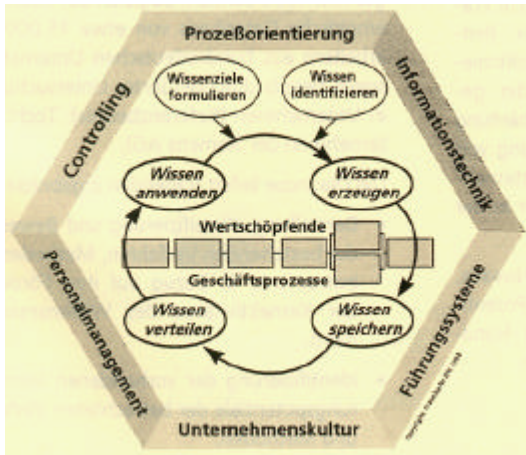


Bild 2.6 Kernprozess und Gestaltungsfelder des WM (Heisig 1998, S. 6)

Wie wichtig für die Gestaltung des Wissensmanagements die Rahmenbedingungen (Gestaltungsfelder) sind, zeigt **Tabelle 2.7**. Aufgrund dieser Relevanz werden im Folgenden die **Gestaltungsfelder** näher erläutert. Danach wird auf die Stufen des Kernprozess im Einzelnen eingegangen.

Tabelle 2.7 Erfolgsfaktoren für Wissensmanagement (in Anlehnung an Heisig 1998, S. 19)

Die wesentlichen Erfolgsfaktoren	Anzahl der Nennungen
Unternehmenskultur	44 %
Strukturelle Faktoren / Rahmenbedingungen	24 %
Informationstechnologien	23 %
Motivation und Qualifikation der Mitarbeiter	18 %
Förderung durch das Top-Management	18 %
Erfolgsdruck	11 %
Nicht einzuordnen	11 %
Klare Zieldefinitionen	7 %
Training und Weiterbildung	6 %
Belohnungen	4 %
Integration externen Wissens	3 %

In **Tabelle 2.7** kann man erkennen, dass die Unternehmenskultur mit 44 % am häufigsten von den Unternehmen genannt wurde und somit als der wichtigste Faktor aus Sicht der Gestaltungsfelder angesehen werden kann. Verdeutlicht man sich, dass das Personalmanagement aus Faktoren „Motivation und Qualifikation der Mitarbeiter“, „Training und Weiterbildung“ und „Belohnung“ besteht, so wird dieses Gestaltungsfeld mit 29 % am zweithäufigsten erwähnt. Mit 25 % ist das Feld Führung, gebildet aus den Faktoren „Förderung durch das Top-Management“ und „Klare Zieldefinition“, von dritt wichtigster Bedeutung. Die Informationstechnologien, welche als Gestaltungsfeld als ein eigener Faktor genannt wurde, erreichten 23 % der Nennungen. Durch den Faktor „Strukturelle Faktoren/Rahmenbedingungen“ erzielte die Prozessorientierung 24 %.

Prozessorientierung bedeutet, dass die Geschäftsprozesse so zu strukturieren sind, dass sich durchgängige und schnittstellenarme Abläufe einstellen. Danach soll eine Ausrichtung auf

diese Prozesse erfolgen, so dass der Wissensfluss im Unternehmen verbessert wird. Dabei können folgende Hindernisse auftreten:

- funktionale Hindernisse (Abteilungen)
- physische Hindernisse (Standorte, Werk, Gebäude).

Hierzu wird der Vorschlag gemacht, die Organisation nach Kompetenzzentren, d. h. nach dezentralen Geschäftseinheiten zu strukturieren.

Personalmanagement soll, betrachtet man die bisherigen Aufgaben, die Unternehmensbereiche mit Qualifikationen ausstatten. Unter Wissensmanagementaspekten wird das Personalwesen integriert und somit die Personalpolitik direkt an der Unternehmens- und Wissenspolitik ausgerichtet. Das heißt, das Personal stellt jetzt die sogenannte Humanressource des Unternehmens dar. Damit wird es als ein Erfolgsfaktor betrachtet und die Aufwendungen für die Entwicklung der Mitarbeiter als Investition in das Humankapital gesehen. Weiterhin spielt in dieses Gestaltungsfeld die Motivation der Mitarbeiter für das Wissensmanagement hinein. Verschiedene Ansätze seitens der Unternehmen zeigt **Tabelle 2.8**.

Tabelle 2.8 Mitarbeitermotivation (in Anlehnung an Heisig 1998, S. 21)

Art der Motivation	Anzahl der Nennungen
Finanzielle Belohnung	19 %
„Visualisierung“ des Erfolgs (Feedback)	18 %
Extras (Seminare, Trainings, etc.)	11 %
Erweiterung des Tätigkeits- und Entscheidungsspielraums	5 %
Offene Ideen- und Kritikkultur	5 %

Die Führung gibt die strategische Richtung vor und sie bestimmt durch ihr Führungsverhalten, in welcher Weise es zur Umsetzung ihrer Vorhaben kommt. Deshalb spielt sie im Wissensmanagementkonzept eine sehr wichtige Rolle. Die Aufgabe der Führung ist es, die Unternehmensvision den Mitarbeitern in solcher Weise nahe zubringen, dass dabei ein auf Vertrauen und Glaubwürdigkeit beruhendes Motivationsumfeld entsteht. Durch gezieltes Fordern und Fördern sollen sich die Mitarbeiter selbst steuern und durch Teamarbeit eine lernende Organisation schaffen. Führungsaspekte, die ein effektives Wissensmanagement erleichtern, stellt **Tabelle 2.9** dar.

Tabelle 2.9 Führung (in Anlehnung an Heisig 1998, S. 23)

Führungsaspekte	Anzahl der Nennungen
Eigenverantwortliches Handeln der MA fördern	41 %
Offene Kommunikation	30 %
Coaching	14 %
Lernen aus Erfahrung fördern	12 %
Vorbildfunktion der Führungskräfte	9 %
Persönliche Unterstützung	9 %
Akzeptanz externen Wissens	3 %

Die Unternehmenskultur interagiert mit allen weiteren Gestaltungsfeldern des Wissensmanagements. Erkennbar wird die Unternehmenskultur unter anderem in:

- der physischen Struktur der Organisation (Architektur der Gebäude, Raumanordnung)
- der Firmenlegende
- der Zukunftsvision
- der Art der Mitarbeiterführung.

Die Unternehmenskultur kann einen Beitrag zur hohen Leistungsfähigkeit des Unternehmens leisten, wenn sie es schafft, die Kulturelemente in eine gemeinsame Richtung zu orientieren.

Tabelle 2.10 zeigt, was laut Ergebnis der Analyse, eine Unternehmenskultur kennzeichnet.

Tabelle 2.11 zeigt die Aspekte, die ein effektives Wissensmanagement erleichtern.

Tabelle 2.10 Unternehmenskultur (in Anlehnung an Heisig 1998, S. 24)

Die Unternehmenskultur kennzeichnet:	Anzahl der Nennungen
Fehler werden in gewissem Rahmen toleriert	60 %
Die Ermutigung der Mitarbeiter zum Wissensaustausch	59 %
Das eigenverantwortliche Handeln und Lernen unserer MA	58 %
Die Entwicklung einer gemeinsamen Sprache	37 %
Durch Offenheit und Vertrauen	35 %
Ein Teil der Arbeitszeit steht für eigene Ideen zur Verfügung	23 %

Tabelle 2.11 Aspekte der Unternehmenskultur (in Anlehnung an Heisig 1998, S. 25)

WM erleichternde Aspekte der Unternehmenskultur:	Anzahl der Nennungen
Organisationsstruktur	46 %
Klima	39 %
Offene Kommunikation	27 %
Mitarbeiterprofil	18 %
Methoden der Mitarbeitermotivierung	16 %
Lernende Organisation	15 %

Die Informationstechnologien haben die Aufgabe die Kommunikation, Kooperation, Koordination und den Zugriff auf Information und Wissen zu unterstützen. Sie ist die Voraussetzung den Kernprozess des WM beschleunigt voranzutreiben. Dabei bedient sich die IT dreier Technologiearten:

- Data-Warehouse, es schafft eine einheitliche Datenschnittstelle
- Internet, Extranet, Intranet und Groupware, sie ermöglichen unternehmensweite Kommunikation
- Wissensdatenbanken, sie machen Expertenwissen der Organisation verfügbar.

Ihre Wirkung kommt aber erst dann voll zu tragen, wenn Akzeptanz seitens der MA besteht. Wissens- und Lernbarrieren müssen zu dieser Akzeptanzschaffung überwunden werden.

Tabelle 2.12 zeigt die angewendeten IT.

Tabelle 2.12 Informationstechnologien (in Anlehnung an Heisig 1998, S. 26)

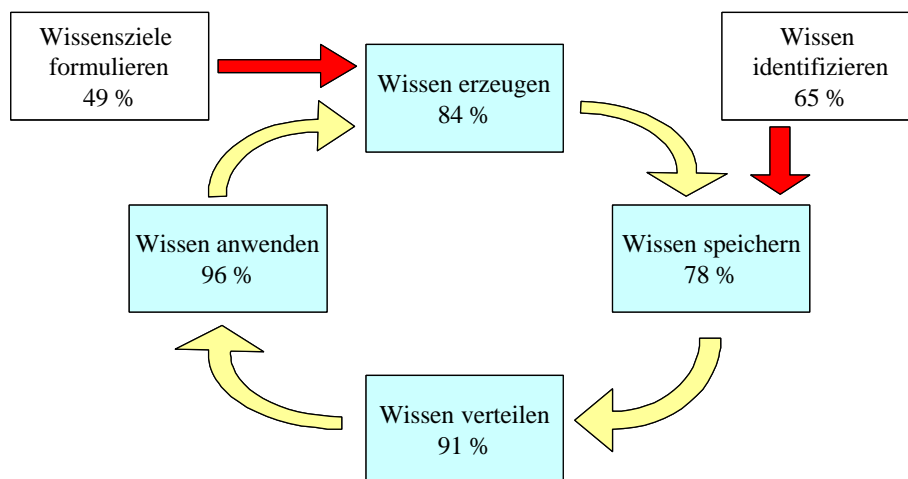
Informationstechnologien	Grad einer guten bis hervorragenden Benutzung
Datenbanken mit Informationen über Wissensobjekte	62 %
INTRANET (Datenbankzugriff etc.)	62 %
Expertensysteme, fallbasierte Entscheidungsunterstützung	23 %
Intelligente Agententechnologien für individuelle Wissensverteilung	18 %

Das Controlling beinhaltet die Überprüfung und Bewertung des Wissens bzw. der WM Aktivitäten. Dies stellt immer noch ein großes Problem dar. Denn es ist ohne Instrumente zur Bewertung „... nicht möglich, Fehlentwicklungen bei der Umsetzung von Wissensmanagementkonzepten frühzeitig zu erkennen und Korrekturmaßnahmen einzuleiten.“ (Heisig 1998, S. 26). In der **Tabelle 2.13** sind Methoden der Wissensbewertung aufgeführt.

Tabelle 2.13 Methoden der Wissensbewertung (in Anlehnung an Heisig 1998, S. 27)

Der Erfolg von Wissensmanagementaktivitäten wird bewertet	Anzahl der Nennungen
Sowohl durch „weiche“ als auch „harte“ Indikatoren	36 %
Es findet keine Erfolgsbewertung statt	35 %
Durch „weiche“ qualitative, nicht-monetäre Indikatoren	17 %
Durch „harte“ quantitativ-finanzorientierte Kennzahlen	13 %
Durch spezielle Methoden der Erfolgsbewertung	13 %
Wie halten Erfolgsbewertung für nicht erforderlich	3 %

Wie schon erwähnt, besteht der **Kernprozess des Wissensmanagements** aus sechs Stufen. Hierbei soll die Stufe „Wissensziele formulieren“ den Kernprozess in Gang setzen. Die Stufe „Wissen identifizieren“ beinhaltet eine Art Überprüfungsfunktion. Die verbleibenden Stufen bilden einen Kreislauf (**Bild 2.7**). Die Antworten der Unternehmen, die die jeweilige Prozessstufe entweder für „sehr wichtig“ oder für „unabdingbar“ hielten, ist in den betreffenden Kästchen in **Bild 2.7** in Prozent dargestellt. Die Richtigkeit dieses Prozessansatzes wird hierdurch verdeutlicht.

**Bild 2.7** Bedeutung der Kernaktivitäten (in Anlehnung an Heisig 1998, S. 28)

Die *Identifizierung von Wissen* ist die Voraussetzung für die Durchführung von Wissensmanagement. Ziel ist es, herauszufinden welches Wissen vorhanden ist, wer dieses Wissen besitzt und wo es gespeichert ist. Einige praktizierte Methoden gibt **Tabelle 2.14** an. Hier ist zu erkennen, dass die Visualisierung mit Wissenslandkarten und das Wissensportfolio von den Unternehmen sehr wenig benutzt wird. Der Grund könnte die Komplexität der Methoden sein.

Tabelle 2.14 Wissensidentifizierung (in Anlehnung an Heisig 1998, S. 29)

Methoden der Wissensidentifizierung	Grad einer guten bis hervorragenden Beherrschung
Internes und externes Benchmarking	56 %
Erstellung von Handbüchern	56 %
Wissensagentur oder Wissensbroker, Senior Experten	48 %
Methode zur Identifikation der Kernkompetenzen	41 %
Erstellung von Gelben Seiten internen Expertenwissens	35 %
Wissensportfolio von internem versus externem Wissen	30 %
Visualisierung mit Wissenslandkarten	19 %

Die „Zielsetzung“ ist für jegliches Management die Grundlage adäquate Methoden zu wählen und eine Erfolgskontrolle durchführen zu können. Daher ist das *Formulieren von Wissenszielen* eine sehr wichtige Prozessstufe für das WM. **Tabelle 2.15** zeigt die von den Unternehmen genannten Wissensziele zusammen mit der Häufigkeit der Nennung. Aufsummiert gaben rund 48 % der Unternehmen an, dass die Transparenz von Potentialen, Zuständen, Problemen und Prozessen das wichtigste Ziel darstellt.

Tabelle 2.15 Wissensziele (in Anlehnung an Heisig 1998, S. 30)

Wissensziele	Anzahl der Nennungen
Prozessverbesserung	23 %
Transparenz von Potentialen	18 %
Transparenz von Zuständen	15 %
Erleichterung von Entscheidungen und Prognosen	13 %
Erfolg und Marktführerschaft	12 %
Kundenorientierung und –zufriedenheit	12 %
Transparenz von Problemen und Wissensbedarf	7 %
Transparenz von Innovationen	5 %
Erleichterung von Innovationen	4 %
Nicht einzuordnen	4 %

Wissenserzeugung. Organisatorisches Wissen ist personenabhängig. Es zeigt sich in Routinen, Dokumentationen und in der Unternehmenskultur. Die Generierung neuen Wissens kann also nur unter Einbindung der einzelnen Organisationsmitglieder erfolgen. Der Aufbau organisatorischen Wissens geschieht durch organisatorisches Lernen. Dies setzt allerdings voraus, dass das vorhandene Wissen als auch das benötigte Wissen bereits identifiziert wurde. **Tabelle 2.16** zeigt die Methoden mit denen Unternehmen Wissen erzeugen und den jeweiligen Grad der Beherrschung. Es geht hervor, dass hauptsächlich durch Teamarbeit Wissen erzeugt wird.

Tabelle 2.16 Methoden Wissen zu erzeugen (in Anlehnung an Heisig 1998, S. 31)

Methoden der Wissenserzeugung	Grad einer guten bis hervorragenden Beherrschung
Interdisziplinäre (Projekt-)Teams mit internen Experten	68 %
Projektteams mit externen Experten	55 %
Akquisition (neuen) externen Wissens	52 %
Systematische Aufbereitung von Erfahrungswissen („lessons-learned“)	52 %
Simulation von Zukunftswelten, Szenarios	35 %
Explizite Lernstrategien	24 %
Lernlaboratorien, „Produktklinik“	20 %
Methoden zur Erschließung von explizitem Erfahrungswissen	18 %

Wissen speichern. Hohe Fluktuation und Ausgliederungsmaßnahmen bei der Konzentration auf das Kerngeschäft sind Gründe für den Verlust an organisatorischem Wissen. Damit Wissen und wichtige Erfahrungen zukünftig genutzt werden können, müssen sie gespeichert werden. Um Verwirrung durch zuviel unwesentliches Wissen zu vermeiden, soll nur bedeutsames Wissen gespeichert werden. Dazu muss zuvor eine Selektion stattfinden. Weiterhin bedarf das gespeicherte Wissen einer gewissen Pflege, d. h. es muss auf Aktualität und Gültigkeit geprüft werden. Die **Tabelle 2.17** zeigt Methoden der Wissensspeicherung und den Grad einer guten und hervorragenden Beherrschung durch die Unternehmen.

Tabelle 2.17 Methoden Wissen zu speichern (in Anlehnung an Heisig 1998, S. 32)

Methoden der Wissensspeicherung:	Grad einer guten bis hervorragenden Beherrschung
Datenbanken mit Informationen über Wissensobjekte	62 %
Handbücher über Standards und bewährte Methoden	60 %
Fallstudien, Erfahrungsberichte, Erfolgsstorys	48 %
Expertensysteme	23 %

Wissen verteilen. Um das gespeicherte Wissen anwenden zu können, muss es zuerst dorthin gebracht werden, wo es gebraucht wird. Das betrifft hauptsächlich die Stellen bzw. die Organisationsmitglieder, die nicht bei der Generierung des Wissens dabei waren. Es gibt auch Wissen, welches nicht ständig benötigt wird. Hierbei genügt es, wenn es zur entsprechenden Zeit bzw. zum entsprechenden Fall verfügbar ist. D. h., Wissen muss auf Abruf verteilt werden können. **Tabelle 2.18** zeigt Methoden um Wissen zu verteilen.

Tabelle 2.18 Methoden Wissen zu verteilen (in Anlehnung an Heisig 1998, S. 33)

Methode um Wissen zu verteilen	Grad einer guten bis hervorragenden Beherrschung
INTRANET (Datenbankzugriff etc.)	62 %
Interdisziplinäre Projektteams zur internen Verteilung	61 %
Interne Veröffentlichungen, Dokumentationen	55 %
Erfahrene Mitarbeiter üben Coaching- und Mentorfunktion aus	53 %

Noch:Tabelle 2.18 Methoden Wissen zu verteilen (in Anlehnung an Heisig 1998, S. 33)

Methode um Wissen zu verteilen	Grad einer guten bis hervorragenden Beherrschung
Expertengruppen, Erfahrungszirkel, Lernzirkel	46 %
Intelligente Agententechnologien für individuelle Wissensverteilung	18 %

Die Anwendung des Wissens, welches durch die Wissensverteilung zur Verfügung gestellt wurde, ist Ziel des Wissensmanagements. Durch die Anwendung dieses Wissens werden Lernprozesse angestoßen, die wiederum neues Wissen erzeugen. Damit kann der Kreis als geschlossen angesehen werden. Methoden die das Anwenden von Wissen fördern zeigt **Tabelle 2.19**.

Tabelle 2.19 Wissensförderungsmethoden (in Anlehnung an Heisig 1998, S. 34)

Methoden, die die Wissensanwendung fördern	Grad einer guten bis hervorragenden Beherrschung
Selbststeuernde interdisziplinäre Teams	56 %
Coaching von Teams durch erfahrene Experten	49 %
Interne Begutachtung von Ergebnissen	31 %
Initiativen gegen das „not invented-here“ Syndrom	19 %
Maßnahmen des Wissenscontrollings	18 %

3 Der Entwicklungsprozess

3.1 Der Prozess allgemein

Dieses Kapitel betrachtet den Entwicklungsprozess im Allgemeinen. Als einzige Einschränkung soll gelten, dass der Blickpunkt auf technische Gebilde gerichtet ist. Es wird nicht auf spezielle Prozessstrukturen eingegangen, die nur bei einigen besonderen Produkten Anwendung finden. Es werden nicht alle Details und alle Variationen angesprochen. Vielmehr soll ein Überblick gegeben werden, wie ein Entwicklungsprozess strukturiert ist und was er in allgemeinsten Form beinhaltet. Die Phasen sind so beschrieben, dass man sie, wenn auch in abgewandelter Form, in jedem Prozess wiederfinden kann.

Jeder Prozess, so auch der Entwicklungsprozess, beginnt mit einer Startentscheidung. Wird der Prozess visualisiert, so markiert die Startentscheidung den Nullpunkt auf der Entwicklungszeitachse. In fast allen Fällen gab es aber schon umfangreiche Vorarbeiten. Das können Marktanalysen, Vergleichsstudien oder die Erarbeitung von verschiedenen Konzepten sein. Möglicherweise kann sich auch eine Vorentwicklung anschließen. Diese Vorarbeiten sind mögliche Grundlagen einer Startentscheidung. Aber auch Vorschriften und Gesetze, Nachfragen von Kunden sowie ein intellektueller Anreiz können Gründe für einen Startentscheid sein. Jedoch wird dieser Startentscheid nicht zu den Phasen einer Entwicklung gerechnet.

Pierre Sachse gibt vier Phasen für den Konstruktions- bzw. Entwicklungsprozess an (**Sachse 1999**, S. 69). Hierbei werden folgende Phasen unterschieden:

- I Aufgabe klären
- II Konzipieren (prinzipielle Lösungsfestlegung)
- III Entwerfen (gestalterische Lösungsfestlegung)
- IV Ausarbeiten der Lösung

Die Einteilung in die vier Phasen findet sich auch im Entwicklungsprozess bei der EADS Airbus und lässt sich somit in das Schema von Sachse einordnen. Die genannten Phasen sind auch in der Darstellung des Entwicklungsprozesses in **Bild 3.4** zu erkennen.

P. Sachse gibt zu den Phasen auch die Hauptarbeitsschritte sowie die Anforderungen und Handlungserfordernisse an (**Tabelle 3.1**).

Tabelle 3.1 Phasen des Konstruktionsprozesses und Anforderungen (**Sachse 1999**, S. 87)

Entwicklungsphase	Anforderung und Handlungserfordernisse
Aufgabe klären Aufgabenstellung klären Anforderungen formulieren	Analyse des Ausgangszustandes und des angestrebten Endzustandes Erkennen der Barrieren
Konzipieren Funktionsstrukturen aufstellen Lösungs- und Wirkprinzipien suchen und aufstellen Prinzipkombinationen auswählen Prinzipkombinationen zu Lösungsvarianten konkretisieren Lösungsvarianten bewerten und festlegen	Identifizieren von Operatoren und Makrooperatoren im Sinne einer wissenschaftsgeleiteten oder hypothesengeleiteten Maßnahmenauswahl Verknüpfen der Operatoren zu Interpolationsketten Analyse und Bewertung der aufgestellten Interpolationsketten
Entwerfen Gestaltbestimmende Anforderungen ermitteln Grobgestalten Lösungen für Haupt- und Nebenfunktionsträger suchen und gestalten Gesamtentwurf bewerten	Identifizieren der lösungsrelevanten/ nicht lösungsrelevanten Merkmale der gewählten Operatoren/ Makrooperatoren Einsatz der Operatoren unter Berücksichtigung ihrer Eigenschaften Bewertung des Einsatzes hinsichtlich der Barriereüberwindung und Zielerreichung
Ausarbeiten Feingestalten, Fehlerkontrolle, Montageanweisungen	weiterer Operatoreneinsatz Dokumentieren und Bewertung des erreichten Endzustandes und des Lösungsweges

Einen sehr interessanten Zusammenhang stellt das **Bild 3.1** dar. Hier werden die Kosten über den zeitlichen Verlauf der Konstruktionsphasen aufgetragen. Man kann erkennen, dass Aufwand und Kosten einen progressiven Verlauf haben. Dem wird die Möglichkeit der Kostenbeeinflussung gegenübergestellt. Die Diskrepanz, die sich zwischen der Möglichkeit der Kostenbeeinflussung und der Möglichkeit der Kostenbeurteilung auftut, ist in den frühen Phasen der Entwicklung sehr deutlich zu sehen. Dies hat weitreichende Konsequenzen. Man muss sich vor Augen führen, dass die Phasen „Aufgabe klären“ (Problemfindung und Problemanalyse) und „Konzipieren“ prozess-, ergebnis- und kostenbestimmend sind. Der hier bestehende Widerspruch zeigt sich darin, dass diese Phasen am wenigsten sicher beurteilt werden können. Weiterhin kann man eine sehr große Hebelwirkung bei den Kosten zu Beginn des Prozesses im Vergleich zu den Gesamtentwicklungskosten feststellen. Das heißt, dass eine bessere Qualität in den frühen Entwicklungsphasen zu sehr deutlichen Kostenersparnissen führen kann und umgekehrt.

Wie aus der **Tabelle 3.1** zu erkennen ist, gehört das Formulieren der Anforderungen (Requirements), als ein Hauptarbeitsschritt, mit zur frühesten Phase der Entwicklung. Unter dem im vorigen Absatz beschriebenen Gesichtspunkt der Einflussstärke wird die zentrale und entscheidende Rolle, die dem Formulieren der Anforderungen also dem Requirements-Engineering zukommt, deutlich.

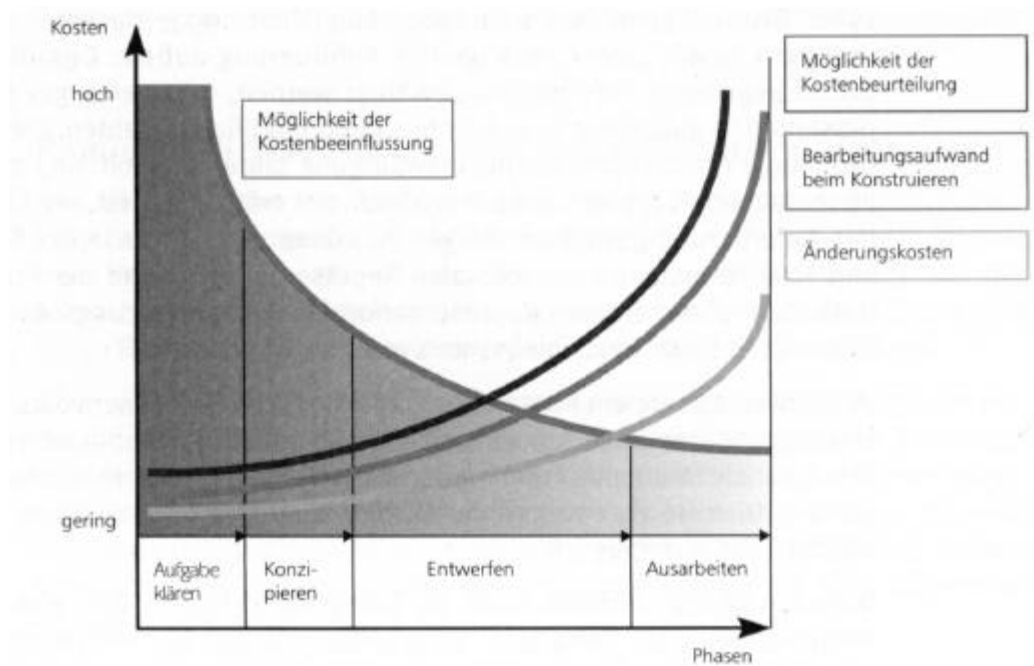


Bild 3.1 Phasen des konstruktiven Entwurfsprozesses und Kosten (Sachse 1999, S. 69)

Das Entwickeln kann in seinen Kernaktivitäten als Problemlöseprozess aufgefasst werden (Sachse 1999, S. 70). Die Vorgehensweise, die ein Entwickler, in diesem Fall der Problemlöser, wählt, lässt sich in Phasen gliedern. Diese sind die Zielsuche bzw. Aufgabenklärung, die Lösungssuche und die Lösungsauswahl (Bild 3.3). Dabei findet der Entwickler (Problemlöser) einen Ausgangszustand (Auftrag, Produktidee) vor, den er in einen Zielzustand (fertiger Entwurf) überführen soll (Bild 3.2). Das Erreichen dieses Zielzustandes stellt für den Problemlöser bzw. für die Gruppe von Problemlösern einen intellektuellen Anreiz dar. Bei der Transformation, also bei dem Problemlöseprozess müssen Barrieren überwunden bzw. Lücken im Problemraum geschlossen werden. Dazu sind Denkprozesse erforderlich, die mit verfügbaren, aber lückenhaften Kenntnissen arbeiten. Der Problemlöseprozess dient in dieser Weise auch der Wissensgenerierung (Schroda 1999, S. 9). Die Problemlösung erfolgt durch Operationen mit Hilfe von Operatoren. Zwischen Ausgangs- und Zielzustand ergeben sich Übergangszustände. Während der Problemlösung erwirbt der Problemlöser eine Lösungsmethode, die aus einer Folge von Lösungsschritten besteht. Bei zukünftigen, ähnlichen Problemen kann diese Lösungsmethode wieder angewandt werden.

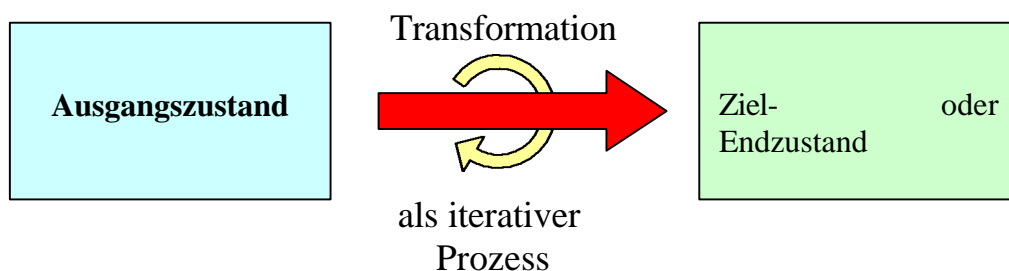


Bild 3.2 Transformation bei der Problemlösung

Die Anforderungen, die der Problemlöseprozess an die Problemlöser stellt, erfordert ein strukturiertes Vorgehen. Der Problemlösezyklus (**Bild 3.3**) kann hier als methodische Hilfe bzw. als allgemeine Handlungsstrategie eingesetzt werden. Der Problemlöseprozess gliedert sich hier in die Schritte Problemanalyse, Problemformulierung, Systemsynthese, Systemanalyse, Beurteilung und Entscheidung.

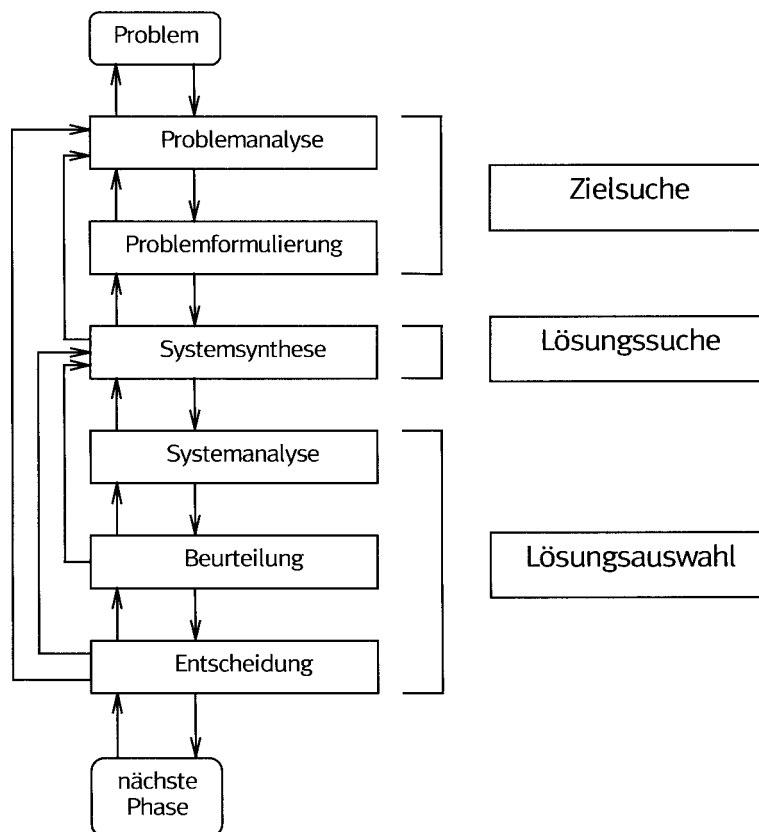


Bild 3.3 Systemtechnische Problemlösezyklen (Sachse 1999, S. 71)

Verbindet man jetzt die Lösungsstrategien der Entwicklung technischer Gebilde (**Tabelle 3.1**) mit dem Problemlösezyklus (**Bild 3.3**), so führt das zu einem generellen Vorgehensplan für technische Entwicklungsprozesse (**Bild 3.4**). Das Entwickeln besteht hauptsächlich aus Analyse und Synthese. Unter Analyse versteht man Informationsgewinnung, Zerlegen, Gliedern und Untersuchen von Eigenschaften einzelner Elemente und dem Finden von Relationen zwischen diesen. Hierbei geht es um Erkenntnis, Definition, Strukturierung und Einordnung. Synthese beinhaltet Informationsverarbeitung und dabei das Verbinden und Verknüpfen von Elementen, so dass neue Informationen entstehen. Bei der Synthese wird alles in einer zusammenfassenden Ordnung dargestellt. Suchen und Finden als auch das Zusammensetzen und Kombinieren ist das, was die Synthese kennzeichnet (**Dubbel 1995, S. F5**).

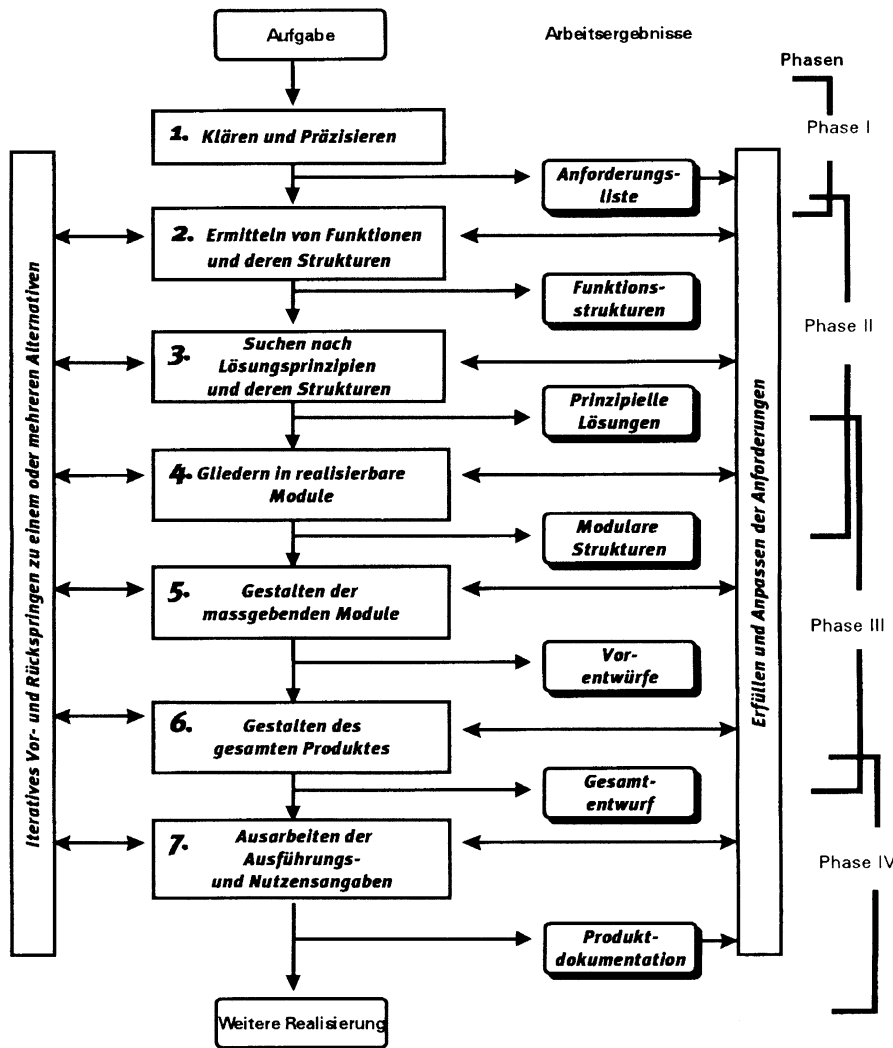


Bild 3.4 Der Entwicklungsprozess (in Anlehnung an VDI 2221, S. 9)

1. *Klären und Präzisieren.* Während dieses Schrittes werden Informationen über die Anforderungen an das Entwicklungsobjekt und die vorhandenen Randbedingungen beschafft. Diese Informationsbeschaffung endet in der Erstellung aller Anforderungen an den Entwicklungsgegenstand. Anforderungen sind Forderungen oder Wünsche, die möglichst aus funktionaler Sicht beschrieben werden sollten. Die Anforderungen sind über den gesamten Prozess auf Richtigkeit und Vollständigkeit zu überprüfen. Das Aufstellen und Verwalten von Anforderungen stellt somit einen dynamischen Prozess dar.
2. Das *Ermitteln der Funktionen* ist schon ein Teil des Konzipierens. Hier wird versucht, durch Abstrahieren und Analysieren der Anforderungen, das Wesentliche und Allgemeingültige zu finden. Durch die Verallgemeinerung ist der Kern des Problems deutlicher zu erkennen. Wesentliche Probleme und die Gesamtfunktion werden sichtbar. Weiterhin wird die Gesamtfunktion möglichst lösungsneutral in erkennbare Teilfunktionen zerlegt. Es entsteht eine Funktionsstruktur. Durch lösungsneutrales Beschreiben soll verhindert werden, dass in dieser Phase bestimmte Lösungen favorisiert oder ausgeschlossen werden.

3. *Suche nach Lösungsprinzipien.* Sind die Teilfunktionen bekannt, folgt die Suche nach den funktionserfüllenden Wirkprinzipien. Analyse und Synthese werden zur Informationsgewinnung bei der Lösungssuche benutzt. Auch Kreativitätstechniken können hierbei eingesetzt werden. Die gefundenen Wirkprinzipien werden mit Hilfe der Funktionsstruktur so kombiniert, dass sie nicht widersprüchlich sind und die Forderungen erfüllen.
4. *Gliederung in realisierbare Module.* Hier erfolgt eine Auswahl der bei der „Suche nach Lösungsprinzipien“ gefundenen Kombinationen bzw. Lösungsvarianten. Erst findet eine Vorauswahl statt. Die geeignetsten Kombinationen werden zu prinzipiellen Lösungsvarianten konkretisiert. Sie werden jetzt nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten bewertet. Anschließend erfolgt eine Entscheidung für eine Variante (Konzept).
5. *Gestalten der maßgeblichen Module.* Nach Entwicklungsschritt 4 wurde eine Variante ausgewählt. Der Entwicklungsschritt 5 ist eindeutig der Phase „Entwerfen“ zugeordnet. Hier wird von der prinzipiellen Lösung ausgehend, die bauliche Struktur eindeutig und vollständig erarbeitet. Man kann diesen Schritt weiter in das Grobgestalten und das Feingestalten unterteilen. So werden beim Grobgestalten die Hauptfunktionen beachtet, beim Feingestalten werden die Nebenfunktionen integriert. Das Ergebnis ist der Vorentwurf. Es schließt sich eine Entscheidung bezüglich des vorläufigen Gesamtentwurfs (Vorentwurf) an. Eine Freigabe für den endgültigen Entwurf kann erfolgen.
6. *Gestalten des gesamten Produkts.* Nach der Entscheidung zum endgültigen Entwurf folgt ein optimierendes und abschließendes Gestalten. Weiterhin erfolgt eine Kontrolle auf Fehler (Tests) und eine Untersuchung des Einflusses von Störgrößen. Danach wird der Produktentwurf durch eine vorläufige Stückliste, Fertigungs- und Montageanweisungen vervollständigt. Als Ergebnis liegt hier der Gesamtentwurf vor. Es schließt sich wieder eine Entscheidung an. Diese kann den Gesamtentwurf festlegen und eine Freigabe zum Ausarbeiten geben.
7. *Ausarbeiten der Ausführungs- und Nutzungsangaben.* Hierunter versteht man das Detaillieren und das Festlegen von Einzelteilen des Entwurfs. Es werden Einzelteilzeichnungen, danach Gruppenzeichnungen, Gesamtzeichnungen und die Stückliste erarbeitet. Eventuell werden Fertigungs-, Montage- und Gebrauchsvorschriften erstellt. Durch die Kontrolle auf Normenanwendung, Vollständigkeit und Richtigkeit wird dieser Schritt beendet. Anschließend kann sich eine Entscheidung zur Festlegung der Produktdokumentation und eine Freigabe zur Fertigung (**Dubbel 95**, S. F5-F13).

3.2 Entwicklungsprozesse bei der EADS

3.2.1 Der Flugzeugentwicklungsprozess

Das im vorigen Abschnitt (**Abschnitt 3.1**) allgemein als „technisches Gebilde“ bezeichnete Entwicklungsobjekt ist hier das Flugzeug als Ganzes. Das Unternehmen bzw. der Entwicklungsbetrieb ist die EADS Airbus GmbH. Durch die Struktur des Unternehmens (internationale Vernetzung) und durch die Komplexität des Produkts, war es notwendig den Entwicklungsprozess anzupassen. Um einen solchen Prozess zu definieren und einzuführen, wurde das ACE Projekt gestartet. ACE steht für **A**irbus **C**oncurrent **E**ngineering und beinhaltet die Überarbeitung (Reengineering) des Flugzeug-Entwicklungsprozesses.

Als Ergebnis des ACE Projekts entstand ein Entwicklungsprozess, der durch sogenannte Meilensteine (milestones) gekennzeichnet ist. Diese Meilensteine charakterisieren die während des Prozesses auftretenden Hauptereignisse (major events). Das können wichtige Entscheidungen sein oder zu erreichende Ziele auf der Ebene der Flugzeugentwicklung oder der Geschäftsprozess-Ebene.

Die Meilensteine decken den gesamten Entwicklungsprozess, von der ersten Idee bis zur letzten Entwicklungsphase, des neuen Flugzeugs ab. Zusammen bilden sie das Meilenstein-Modell. Die Ziele dieses standardisierten Entwicklungsprozesses sind:

- die Definition eines kontrollierbaren und übereinstimmenden Entwicklungsprozesses
- die Integration von technischen Prozessen in den Geschäftsprozess
- das Sichtbarmachen der Abhängigkeiten zwischen technischen Systemen
- das Beschreiben von klar definierten Eingangs- und Ausgangsaktivitäten zwischen den Meilensteinen
- die Risikoreduzierung durch verbesserte Transparenz des Entwicklungsprozesses
- das Definieren von verschiedenen Informationsobjekten (Dokumenten, Produktmodellen)
- das Definieren eines angemessenen Reifegrades der Informationsobjekte
- das Einführen und Durchführen von „design reviews“ und „program reviews“
- die Unterstützung des Entwurfs-Entscheidungsprozesses
- das Planen, der für das Flugzeugprogramm benötigten Arbeitspakete.

Das Meilenstein-Modell ist in der AM2054 (Airbus Industrie Means and Methods) „Design Integration and Build (DIB) Milestones“ in Tabellenform beschrieben.

Von der Struktur her sind die als Nummern dargestellten Meilensteine in vier Ebenen aufgeteilt, diese werden beispielhaft in den **Tabellen 3.2** bis **3.5** dargestellt. Dabei wird die Ebene eins als „A/C Program level“ (**Tabelle 3.2**), die Ebene zwei als „Business Process level“ (**Tabelle 3.3**), die Ebene drei als „Technical Process level“ (**Tabelle 3.4**) und die vierte Ebene als „Task level“ (**Tabelle 3.5**) bezeichnet. Die Meilensteine in den Ebenen eins bis drei

sind generische Meilensteine, in Ebene vier befinden sich spezifische Meilensteine. Näher bestimmt werden die Meilensteine durch die Spalten „Responsible“, „Description“, „Remarks“ und „Information Object“.

Tabelle 3.2 generischer Meilenstein „A/C Program level“ (AM2054, S. 6)

Milestone	Responsible	Description	Remarks	Information Object
M05	-	Instruction to proceed (ITP)	-	-

Tabelle 3.3 generischer Meilenstein „Business Process level“ (AM2054, S. 6)

Milestone	Responsible	Description	Remarks	Information Object
M05.02	Design Integration, Build Team for Process DNA	Level 1 Definition of product is achieved: Detailed concept	Digital Engineering Master (with agreed model standards) interfaces at more detail Change control/configuration in place	-

Tabelle 3.4 generischer Meilenstein „Technical Process level“ (AM2054, S. 6)

Milestone	Responsible	Description	Remarks	Information Object
M05.02.26	Structure	Feasibility of critical item approved	long lead items, critical design areas	definition model

Tabelle 3.5 spezifischer Meilenstein „Task Level“ (AM2054, S. 6)

Milestone	Responsible	Description	Remarks	Information Object
M05.02.26.xx	Structure	Inner geometry for pylon forward and aft fitting defined	long lead items, critical design areas	definition model

Das in der AM2054 beschriebene Modell enthält 14 Meilensteine auf „A/C Program level“. Das **Bild 3.5** zeigt einen Gesamtüberblick des Entwicklungsprozesses. Nachfolgend werden diese Meilensteine genannt und die bedeutendsten Aktivitäten, die bis zu dem jeweiligen Meilenstein ausgeführt sein müssen, kurz angegeben.

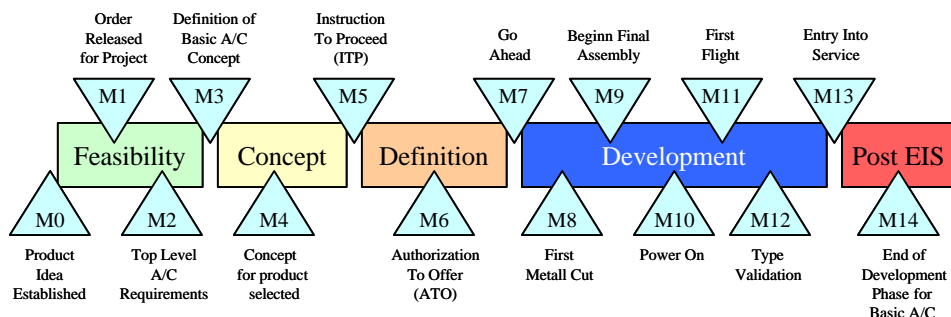


Bild 3.5 Flugzeug-Entwicklungsprozess bei der EADS (in Anlehnung an AM2054, S. 17)

M0 Produktidee konkretisiert (product idea established)

- Marktpotential prüfen, Marktprognosen
- Produktstrategie festlegen (Technologien, Marktpreis)

- Strategische Finanzierbarkeit
- M1** Projektauftrag erteilt (order released for project)
- potentielle Technologien auswählen
 - Kapazitäten planen
 - Projekt strukturieren
 - Kostenrahmen bis M7 (go ahead) festlegen
- M2** Lastenheft freigeben (Top level A/C requirement)
- Status- und Entwicklungsszenarios von Markt und Wettbewerb ermitteln
 - Produktdaten (Nutzlast, Reichweite, Flughöhe, Betriebskosten etc.) bestimmen
 - Projektplan erstellen
 - Zielkosten ermitteln
 - TLARD (Top Level A/C Requirement Document) erstellen
- M3** Basiskonzept definiert (definition of A/C basic concept)
- Programm-Machbarkeit nachweisen
 - Lastenheft erfüllen (Top level A/C requirements)
 - Basiskonzept zur Verfügung stellen
 - Alternativentwürfe definieren
 - Programmplan definieren
 - Allgemeine Systemarchitekturen zur Verfügung stellen
 - Nachweis zur Einhaltung des Gesamtkostenrahmens
- M4** Produktkonzept ausgewählt (concept for product selected)
- von mehreren Alternativen ein Grobkonzept auswählen und überarbeiten
 - erste Windkanal-Tests
 - System-Spezifikationen zur Verfügung stellen
 - Zielkosten für die Hauptkomponenten vorgeben
- M5** Vorkonstruktion freigeben (IPT - instruction to proceed)
- Das „sales mock-up“ wird verfügbar gemacht
 - Feinkonzept erstellen
 - weitere Windkanaltests
 - A/C Systemarchitektur wird eingefroren
 - „Review“ am Ende der Konzeptphase durchführen
 - Zielkosten für die Herstellung nachweisen
- M6** Vertrieb freigeben (ATO - authorization to offer)
- Flugzeugspezifikation mit den garantierten Leistungen, Lasten, Gewichten und Preisen wird erstellt

- Spezifikation der Sonderfertigungsmittel (SFM) und Arbeitspakete für termin-kritische SFM werden erstellt
- Auswahl der Zulieferer
- Preisermittlungsschemata für den Verkauf festlegen

M7 Go ahead

- Go ahead-Unterlagen (technische, wirtschaftliche, industrielle) werden erstellt
- Cabin Configuration Guide (CCG) für launching customer eingefroren
- konditionierte Verträge mit launching customer
- Kostenrahmen bis M14 festlegen

M8 First Metal Cut

- Bauunterlagen gemäß Produktterminstruktur verfügbar machen
- Fertigungsmittel termingerecht bereitstellen
- Material, Ausrüstungsteile und Standarteile sind verfügbar

M9 Start Endlinie (Begin final assembly)

- Komponenten, Zulieferteile, long lead items sind laut Plan (Termin, Technik) verfügbar
- Detaillierte, abgestimmte Ablauforganisation der Endlinie (Abläufe und Kapazitäten) wird erarbeitet
- Bauunterlagen werden komplettiert und zur Verfügung gestellt

M10 Power on

- Flugrelevante Systeme werden installiert und miteinander verbunden
- Flugzeug ist endmontiert
- Die Bodentest-Anforderungen und das Bodentestprogramm sind festgelegt
- das notwendige Test-Equipment wird zur Verfügung gestellt

M11 First Flight

- Flight Test-Equipment wird eingerüstet und kalibriert
- Flight Test-Programm wird vorgelegt
- Unbedenklichkeitserklärung für alle Bauteile und A/C wird vorgelegt
- Aircraft Flight Manual (AFM) wird bereitgestellt

M12 Musterzulassung (Type validation)

- Erkenntnisse aus der Flugerprobung fließen in das Flugzeug ein
- Alle Spezifikationsanforderungen werden erfüllt
- Alle Zulassungsdokumente sind zum Musterprüfbericht zusammengefasst
- die vorgeschriebenen Handbücher (AFM, WBM, FCOM, AMM, MMEL, SRM, MPD, WM) werden vorgelegt

M13 Entry into service

- Kundenspezifische Ausstattung wird installiert
- alle technischen Handbücher werden komplett vorgelegt
- Ersatzteile sind gemäß Kundenanforderung verfügbar
- Flug- und Kabinensimulatoren sind einsatzbereit
- alle Sonderfertigungsmittel sind serienreif

M14 Ende Entwicklung Basisflugzeug (End development phase for basic aircraft)

- Die Flugerprobungsflugzeuge werden zurückgerüstet

3.2.2 Der Systementwicklungsprozess

Der Systementwicklungsprozess bei der EADS wird durch die ABD0200 „Requirements and Guidelines for the System designer“ (ABD für Airbus Directives) beschrieben. Die ABD0200 ist ein offizielles EADS Airbus Dokument, welches allgemeine Forderungen und Richtlinien für den Systementwicklungsprozess definiert. Die erste Ausgabe dieses Dokumentes erfolgte im Dezember 1996. Die ABD0200 integriert die Informationen von mehreren schon existierenden ABD's. Diese wurden bei der Erstellung der ABD0200 abgelöst. Die ABD0200 ist so angelegt, dass die sich weiter entwickelnden Methoden und Verfahren aufgenommen und eingearbeitet werden können. Ziel der ABD0200 ist es:

- den neuen Systementwicklungsprozess zu identifizieren (einschließlich der neuen Dokumente, die von den Systementwicklern geschaffen werden müssen)
- die Übereinstimmung mit den zutreffenden Aerospace Recommended Practice (ARP) zu schaffen und zu zeigen (ARP4754 und ARP4761)
- „best practices“ von allen EADS Partnern zu identifizieren und zu sammeln (ABD0200, Part 0).

Die ABD0200 ist in vier Teile gegliedert. Sie soll ein Handbuch für den Flugzeughersteller als Systementwickler darstellen.

Part 0 definiert allgemeine Richtlinie

Part 1 definiert produktbezogene Forderungen und Richtlinien

Part 2 definiert prozessbezogene Forderungen und Richtlinien

Part 3 definiert Forderungen und Richtlinien, die sich auf die Dokumentation beziehen

In Part 0 der ABD0200 werden die Schritte des Systementwicklungsprozess dargestellt. Weiterhin wird seine Übereinstimmung mit den entsprechenden ARP's gezeigt. Da die ABD0200 aber auf alle Systeme anwendbar sein soll, kann sie wegen der großen Unterschiede zwischen den Systemen und der Komplexität jedes einzelnen Systems, nur ein

globales bzw. allgemeines Entwicklungsprozess-Modell liefern. Um diesen Prozess für jedes System anzupassen, hat man den Appendix B angehängen. In „Appendix B - guidelines for modelling a process“ im Part 2-1 der ABD0200 wird eine Methode vorgeschlagen, mit der das entsprechende Modell des Entwicklungsprozesses generiert oder angepasst werden kann. Das vorgeschlagene Modell zur Generierung eines Entwicklungsprozess-Modells zeigt **Bild 3.6**.

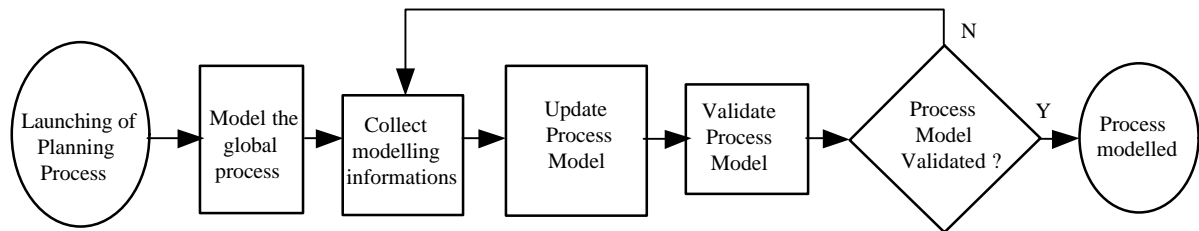


Bild 3.6 Generierung eines Entwicklungsprozess-Modells (ABD0200, S. 2.1 App. B - 1)

Im Rahmen des Qualitätsmanagements ist ein Entwicklungsprozess-Modell, welches die Prozesskontrolle unterstützt, ein sehr nützliches Hilfsmittel. Daher soll für jedes System ein entsprechend angepasstes Entwicklungsprozess-Modell geschaffen werden. Dies führt zu einer Vielzahl von Modellen, die sich in ihren Hauptprozessaktivitäten aber dennoch ähneln. Das den Systementwicklungsprozessen bei der EADS zugrunde liegende V-Modell (**Bild 3.7**) wird nachfolgend kurz dargestellt und erläutert.

Eine Erkenntnis, die immer wieder bei der Entwicklung von sehr komplexen Systemen gemacht wurde, ist die, dass es zweckmäßig ist, die Entwicklung in einzelne Schritte zu unterteilen. Es entstand ein allgemeines Phasenmodell, welches die Phasen *Analyse und Definition*, *Entwurf*, *Implementation* und *Integration, Test und Abnahme* enthält. Auch im weiterentwickelten V-Modell sind diese Phasen erkennbar.

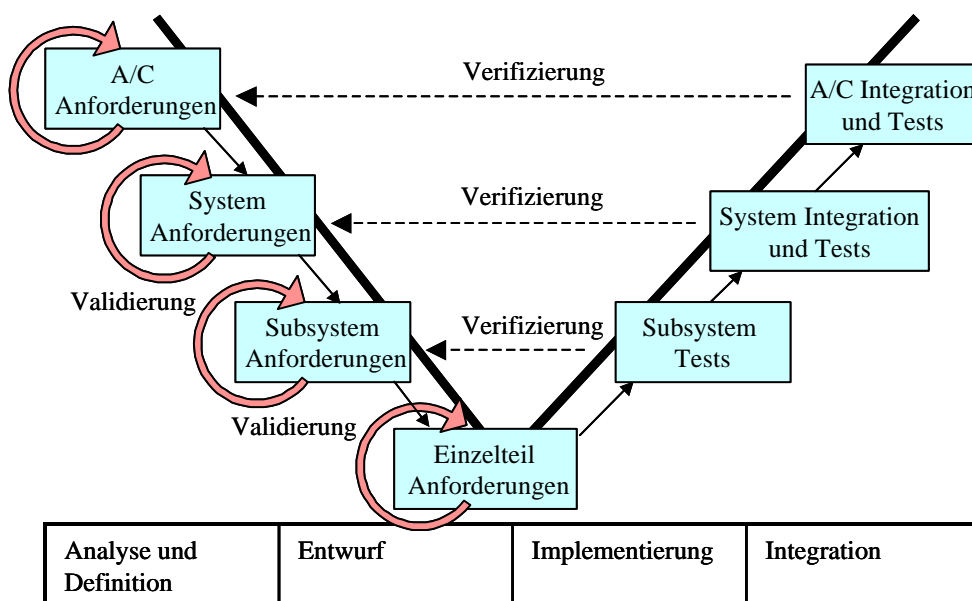


Bild 3.7 Das V-Modell (in Anlehnung an **Partsch 1998**, S. 4)

Die *Analyse und Definitions*-Phase dient der Erstellung einer Anforderungsspezifikation. Wie noch zu sehen sein wird, ist das die Hauptaufgabe des Requirements-Engineering. Das Erzeugen von Anforderungen ist ein iterativer Prozess, der im **Bild 3.7** durch den Kreis Pfeil angedeutet wird. Bei diesem Prozess, der Validation, wird systematisch überprüft, ob die Anforderungen richtig, eindeutig und vollständig sind, und ob sie den Erwartungen des Kunden entsprechen.

Die weitere Entwicklung verläuft in Ebenen unterteilt von oben nach unten, also Top Down. Durch das ebenenabhängige weite Hineinreichen der Anforderungsbestimmung in die *Entwurfsphase* ist eine Überschneidung der beiden ersten Phasen zu erkennen (**Bild 3.7**). Das muss auch so sein, denn erst nachdem die Anforderungen auf einer Ebene definiert wurden kann ein entsprechender Entwurf erfolgen. Nachfolgend muss aber ein Entwurf vorhanden sein, wenn in der darunter folgenden Ebene die Anforderungen bestimmt werden sollen. Denn wenn in der darüber liegenden Eben keine Architektur definiert wurde und keine zu erfüllenden Funktionen zugewiesen wurden, können natürlich auch keine Anforderungen definiert werden. D. h., die Analyse und Definitions-Phase ist mit der Entwurfsphase auf jeder Ebene gekoppelt, die Idealvorstellung einer zeitlichen Trennung der Phasen des V-Modells lässt sich nicht realisieren.

Erst wenn auf der untersten Ebene alle Anforderungen definiert sind, kann mit der *Implementierung*, also der Umsetzung der einzelnen Entwürfe, begonnen werden. Nachdem auf unterster Ebene implementiert wurde, beginnt auch schon die *Integration* zur nächst höheren Ebene, also Bottom Up. Somit ist auch hier wieder zu erkennen, dass analog zu den ersten beiden Phasen auch die Implementierungsphase und die Integrations- und Testphase miteinander gekoppelt sind. Das V-Modell sieht im zweiten Abschnitt der Entwicklung (zweiter Ast vom V) eine Rückkopplung zum ersten Abschnitt vor. Die Rückkopplung wird Verifikation genannt. Hierbei wird überprüft, ob das implementierte Entwicklungsobjekt die Anforderungen erfüllt, von denen es abgeleitet wurde. Diese Rückkopplung gibt die Möglichkeit, ein Produkt mit weniger Fehlern zu entwickeln, und sie hilft im Fehlerfall bei der Feststellung in welcher Ebene der Fehler liegt.

Im Folgenden wird der Entwicklungsprozess durch **Tabelle 3.6** beschrieben und im **Bild 3.8** und im **Bild 3.9** dargestellt. Zum Vergleich wird der Prozess, den die ARP4754 angibt, im Anhang grafisch dargestellt (**Bild A.1**). Weiterhin ist im Anhang im **Bild A.2** dargestellt, wie sich der Systementwicklungsprozess in das Meilensteinmodell der Flugzeugentwicklung einfügt.

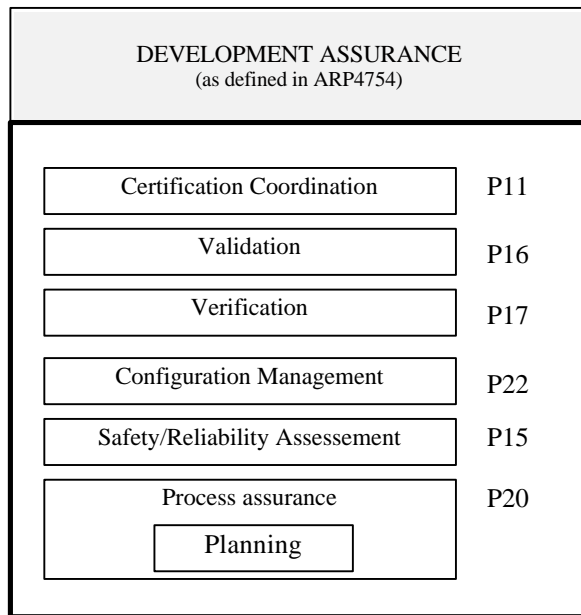
Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Tabelle und aller nachfolgender Abschnitte sei ausdrücklich gesagt: die Informationen, die in den Dokumenten System Requirement Document (SRD), System Description Document (SDD) und System Interface Document (SID) enthalten sind, sind jene, die ein als Spezifikation bezeichnetes Dokument (hier Systemspezifikation) enthalten würde. Es soll deutlich werden, dass die Gesamtheit aus SRD, SDD und SID der im deutschen Sprachraum bekannten „Spezifikation“ entspricht.

Tabelle 3.6 Die Prozessschritte der Systementwicklung (**ABD0200**, Part 0)

Nr.	Prozessschritt	Eingabe	Ausgabe
P1	Systemanforderungen aus den Flugzeugfunktionen ableiten	Flugzeug Spezifikation, TLSRD (Top Level System Requirement Document)	System Requirement Document (SRD)
P2	Systemarchitektur definieren	SRD	System Description Document (SDD)
P3	Funktionen innerhalb der Systemarchitektur zuweisen	SRD, SDD	SRD, SDD
P4	Anforderungen für Geräte spezifizieren	SRD, SDD	Purchaser Technical Specification (PTS)
P5	System Interface Definition	SRD	System Interface Document (SID)
P6	Entwicklung der Geräte	Purchaser Technical Specification (PTS)	Geräte, Declaration of Design Performance (DDP)
P7	System in eine simulierte Umgebung integrieren	Validations- und Verifikationspläne (SRD, SDD, PTS)	Validations- und Verifikationsübersicht
P8	Bodentests	Validations- und Verifikationspläne (SRD, SDD, PTS)	Validations- und Verifikationsübersicht
P9	Flugtests	Validations- und Verifikationspläne (SRD, SDD, PTS)	Validations- und Verifikationsübersicht
Frei	-	-	-
P11	Koordinierung der Zertifizierung	Zertifikationsplan Zertifizierungsdaten	Zertifizierungsdaten
P12	Teilnahme an der Erarbeitung der Flugzeugdokumentation	SRD, SDD	System Description Section (ATA104)
P13	Teilnahme am Prozess der Installation des Systems	-	-
P14	Vorbereitung der industriellen Fertigung	-	-
P15	Sicherheits- und Zuverlässigkeitsprüfung	SRD, SDD	Preliminary System Safety Assessment (PSSA) System Safety Assessment (SSA)
P16	Validierung	Validierungsplan SRD, SDD, PTS	Validierungsübersicht
P17	Verifizierung	Verifizierungsplan SRD, SDD, PTS	Verifizierungsübersicht
P18	Prüfen der Zulieferer	PTS	Prüfberichte, Declaration of Design Performance (DDP)
P19	Projektmanagement	-	-
P20	„Process Assurance“	ABD0200	Assurance Plan Entwicklungsplan Zertifizierungsplan Validierungsplan Verifizierungsplan Safety Plan Configuration Management Plan

Noch:Tabelle 3.6 Die Prozessschritte der Systementwicklung (**ABD0200**, Part 0)

Nr.	Prozessschritt	Eingabe	Ausgabe
P21	Definieren und Einführen von Methoden und Prozessen	-	-
P22	Configuration Management	A/C Configuration Management Rules (ACMR) Configuration Management Plan	System Configuration Index Document (SyCID)

**Bild 3.8** Der Systementwicklungsprozess-Teil 2 (**ABD0200**, Part 0)

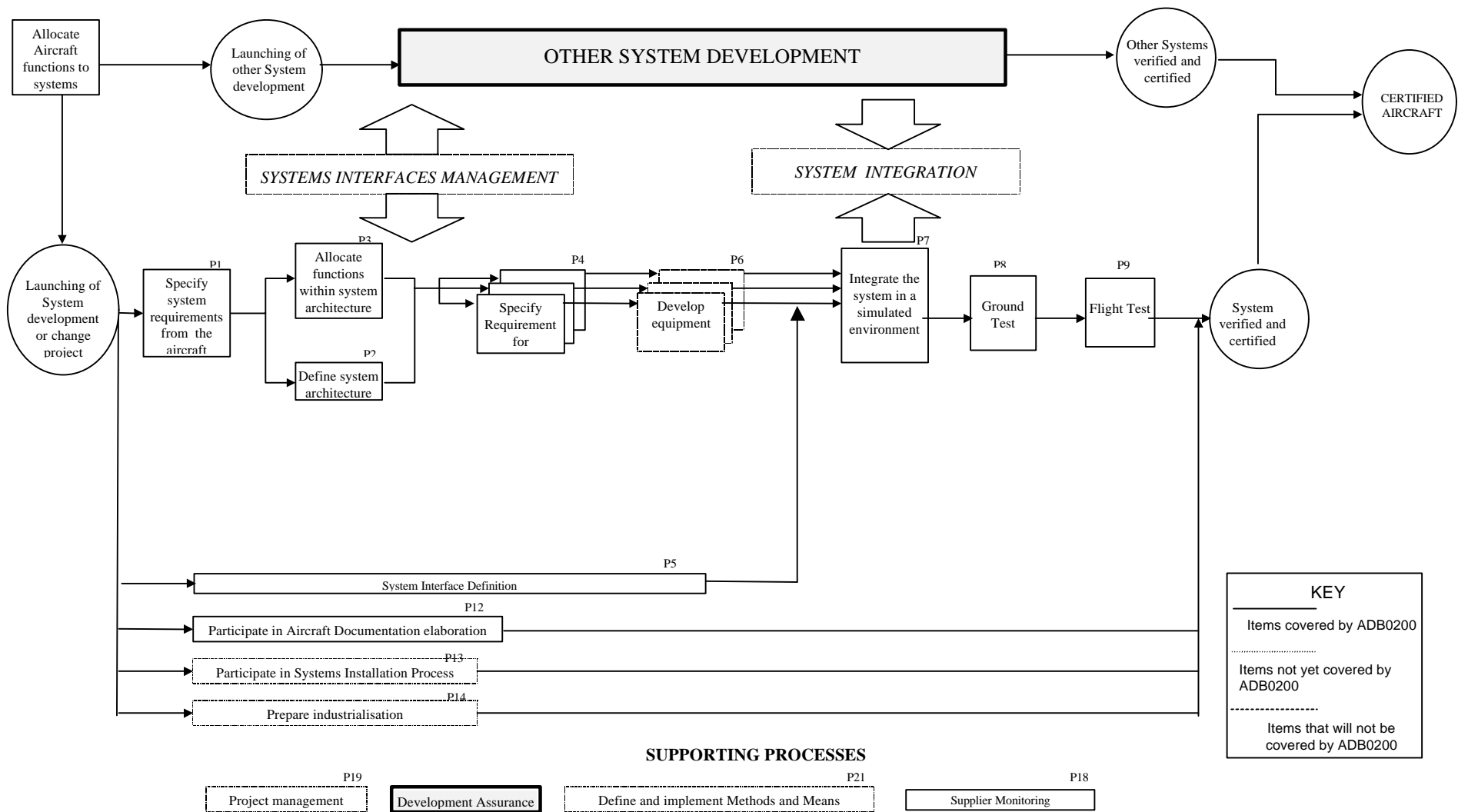


Bild 3.9 Der Systementwicklungsprozess-Teil 1 (ABD0200, Part 0)

4 Requirements-Engineering

4.1 Allgemeine Grundlagen des Requirements-Engineering

Damit in den folgenden Kapiteln die Verständlichkeit erhalten bleibt, wird hier der Begriff des Requirements-Engineering (RE) inhaltlich geklärt.

Der Begriff Requirements-Engineering wird in zwei verwandten sich aber dennoch unterscheidenden Bedeutungen benutzt. Einmal, hier als die erste Bedeutung, bezeichnet man damit alle Vorgänge beim Beginn der Systementwicklung, die der Präzisierung der Aufgabenstellung dienen. Weiterhin, in seiner zweiten Bedeutung, wird aber auch „... eine ganze Teildisziplin im Grenzbereich zwischen Informatik und Anwendungswissenschaften.“ (**Partsch 1998**, S. 17) darunter verstanden.

Im Sinne der ersten Bedeutung umfasst RE hauptsächlich drei Teilaufgaben, nämlich:

- die Problemanalyse
- die Anforderungsdefinition
- die Anforderungsanalyse.

Zusätzlich zu den drei Teilaufgaben werden auch noch zwei wichtige Aktivitäten genannt. Dies sind die Verwaltung von Anforderungen und die Umformung von Anforderungen. Ausdrücklich nicht als ein Bestandteil des RE angesehen wird die Überprüfung der Einhaltung der Anforderungen im späteren Verlauf der Systementwicklung. Gleichfalls werden alle Aktivitäten im Zusammenhang mit einer Versionsverwaltung bei Änderungen nicht als Teil des RE betrachtet (**Partsch 1998**, S. 20).

Das RE als Disziplin, besitzt in dieser zweiten Bedeutung einen sehr viel weiter gefassten inhaltlichen Umfang. Es umfasst die Methoden, die Beschreibungsmittel und die Werkzeuge, mit denen die Aufgabenstellungen und Anforderungen an Systeme ermittelt, formuliert und analysiert werden. In diesem Sinne soll RE durch eine systematische Entwicklung zu einer eindeutigen, konsistenten und vollständigen Spezifikation führen. Diese beschreibt dann was das System leisten soll aber nicht wie es das tun soll. Die Spezifikation wird meist als Grundlage für Vereinbarungen zwischen den beteiligten Parteien benutzt.

Es erscheint zweckmäßig, die durch das RE in seiner ersten Bedeutung gefundenen Anforderungen, auch auf ihre Einhaltung im weiteren Verlauf der Entwicklung zu überprüfen (**Partsch 1998**, S. 20). Auch eine Versionsverwaltung während der Entwicklung der Anforderungen sowie das Werkzeug und die benutzte Methode sollte unter dem RE-Prozess verstanden werden. Deshalb wird im Folgenden der Begriff Requirements-Engineering nur noch in seiner zweiten, umfangreicheren Bedeutung benutzt. Als Beleg für diese Entscheidung soll auch die berufliche Praxis dienen. Bei der EADS Airbus GmbH wird im

Bereich Methoden und Prozesse bei genauerem Nachfragen zwischen Requirements-Engineering, im Sinne der hier benutzten ersten Bedeutung und dem Requirements Management (zweite Bedeutung) unterschieden. Im hausinternen Sprachgebrauch ist mit dem Begriff Requirements-Engineering aber auch die Methode und das Werkzeug, welches zur Umsetzung benutzt wird, sehr eng verbunden. Auch deshalb die Wahl zur inhaltlich sehr viel weiter gefassten Bedeutung des RE.

Wichtigste Aufgabe des RE ist die Definition der Anforderungen, die an das neue System gestellt werden. Da diese Anforderungen (**Tabelle 4.1**) die Grundlage für den nachfolgenden Entwurf und somit für die gesamte Entwicklung sind, müssen sie möglichst:

- eindeutig
- korrekt
- nachvollziehbar
- logisch aufeinander abgestimmt
- und vollständig beschrieben sein.

Die Definition der Anforderungen endet mit dem Erstellen eines Dokuments, der Anforderungsspezifikation. Sie wird auch Pflichtenheft, Lastenheft oder Requirement-Katalog genannt. Die Anforderungsspezifikation enthält, möglichst lösungsneutral beschrieben, die geforderten und gewünschten Eigenschaften des Systems. Die Aufgabe der Anforderungsspezifikation ist die Unterstützung der Entwurfsvalidation und -verifikation, die Überwachung der Entwicklung des Systems sowie die Unterstützung der Kommunikation zwischen Kunden, Entwicklern und anderen Experten.

Tabelle 4.1 Arten von Anforderungen (in Anlehnung an **Partsch 1998**, S. 23-25)

Anforderungstyp	weitere Unterteilung	Beispiel
funktionale Anforderungen	Eingabeanforderungen	Daten, Ereignisse
	Ausführungsanforderung	Umformung von Daten
	Ausgabeanforderungen	Reaktionen, Fehlermeldungen
nichtfunktionale Anforderungen	Qualitätsattribute der gewünschten Funktion	Genauigkeit, Wartbarkeit, Zuverlässigkeit
	Anforderungen an das zu implementierende System als Ganzes	räumliche Verteilung von Komponenten
	Vorgaben für die Durchführung der Systemerstellung	Maßnahmen zur Qualitätssicherung, zu berücksichtigende Vorschriften
	Anforderungen an Prüfung, Einführung, Betreuung und Betrieb	Qualifikation des Bedienpersonals, Konfigurationsmanagement

Die prinzipielle Vorgehensweise bei der Erstellung von Anforderungen zeigt **Bild 4.1** und beschreibt somit den Lebenszyklus (life cycle) einer Anforderung.

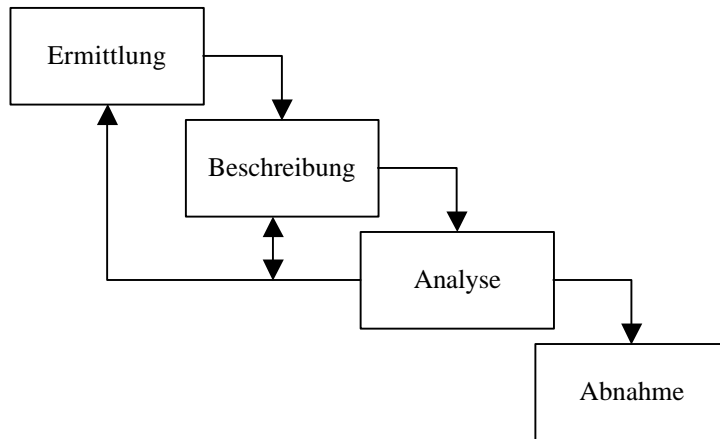


Bild 4.1 Lebenszyklus (life cycle) einer Anforderung (in Anlehnung an **Partsch 1998**, S. 27)

Der Schritt *Ermittlung der Anforderungen* dient dem Finden des eigentlichen Problems. Ein Mittel hierfür ist die Kommunikation mit dem Kunden. Bei diesem Prozess sind folgende Aktivitäten auszuführen:

- Verständnis für die Problemstellung entwickeln
- Bedarfs- und Ist-Analyse durchführen
- Benutzerschnittstelle und Benutzerprofil definieren
- Qualitätsmerkmale festlegen
- Entwicklungs- und Zielumgebung bestimmen
- fehlende Informationen beschaffen.

Bei der *Beschreibung der Anforderungen* geht es darum, mit den im ersten Schritt ermittelten Informationen eine präzise Anforderungsspezifikation zu erstellen. Hierbei müssen folgende Tätigkeiten berücksichtigt werden:

- Einzelanforderungen exakt formulieren
- Einzelanforderungen systematisch gruppieren und klassifizieren
- Zusammenhänge zwischen den Einzelanforderungen beschreiben
- notwendige von wünschenswerten Anforderungen abgrenzen
- stabile und instabile Anforderungen kennzeichnen.

Die *Analyse* der zuvor beschriebenen Anforderungen soll einen Aufschluss über die Qualität der Anforderungsbeschreibung liefern. In diesem Zusammenhang fallen folgende Tätigkeiten an:

- Anforderungen auf Konsistenz, Vollständigkeit, Zurückführbarkeit, Testbarkeit als auch auf Änder- und Anpassbarkeit prüfen
- feststellen, ob Anforderungsbeschreibung den Kundenwünschen entspricht
- durchführen einer Zuverlässigkeitsanalyse

- Durchführbarkeit des Projekts nach technischen, personellen und ökonomischen Gesichtspunkten überprüfen (**Partsch 1998**, S. 27-34).

Unter dem Schritt *Abnahme* ist abschließend nur noch die Weitergabe der vollständig analysierten Anforderungen an den nächsten Entwicklungsschritt, den Entwurf, zu verstehen.

Um das Kapitel „Allgemeine Grundlagen des Requirements-Engineering“ abzuschließen und die überaus große Bedeutung des Themas RE herauszustellen, sei noch einmal auf den Fehlstart der Ariane 5 vor vier Jahren hingewiesen. Rekapituliert man die Ereignisse am 4. Juni 1996 und die Monate von Forschung und Entwicklung davor, stellt man fest, dass dieser Fehlschlag nicht hätte sein müssen. Was passierte vor und während des Ariane-Flugs 501?

1. Die Software für das Trägheitsnavigationssystem wurde unverändert von der Ariane 4 übernommen. Die Software wurde deswegen nicht getestet!
2. Alle übrigen Raketen-Systeme wurden einzeln gründlich getestet.
3. Ein gemeinsamer Test der gesamten Steuerungssoftware der Rakete wurde nicht durchgeführt!
4. Am 4. Juni 1996 startet die Ariane um 9:33:59 Uhr Ortszeit. Die ersten 36 Sekunden des Flugs verlaufen normal.
5. Zirka 37 Sekunden nach dem Start gibt der Trägheitsnavigationssystem eine Fehlermeldung an den Steuerrechner der Rakete ab und schaltet sich ab. Er hatte einen viel größeren Wert als für Ariane 4 (!) vorgesehen war, errechnet. Damit befand sich der Wert nach Ariane 4 Software außerhalb der zulässigen Limits. Aber Ariane 5 besitzt einen anderen Flugpfad. Deshalb wurde das richtige Ergebnis als falsch interpretiert. Auch der, sich im „hot stand-by“ befindende, zweite Trägheitsnavigationssystem schaltet sich ab.
6. Die Software des Steuerrechners ist auf einen Ausfall beider Trägheitsnavigationssysteme nicht ausgelegt. Er interpretiert daher die gemeldeten Fehlercodes als Flugbahndaten. Diese falsch interpretierten Daten veranlassen unsinnige Stellbefehle an die Steuerdüsen der Rakete. Als Folge schlagen diese mit maximalen Winkel aus, worauf die Rakete einen Anstellwinkel von mehr als 20° erreicht.
7. Aufgrund der hohen aerodynamischen Last zerbricht Ariane 5. Darauf wird der Selbstzerstörungsmechanismus aktiviert. In etwa 4000 m Höhe wird die Rakete gesprengt.
(URL 2)

Der in diesem Kapitel beschriebene RE-Prozess beinhaltet den Schritt *Analyse* (**Bild 4.1**). Unter anderem heißt es dort: „Anforderungen auf Konsistenz, Vollständigkeit, Zurückführbarkeit, Testbarkeit als auch auf Änder- und Anpassbarkeit prüfen“. Wäre dies beachtet worden, oder hätte man die im V-Modell (**Kapitel 3.2.2**) beschriebene Validation, Verifikation und Integration durchgeführt, man hätte sich einen Schaden in Milliardenhöhe ersparen können.

4.2 Requirements-Engineering bei der EADS

4.2.1 Bisheriger und heutiger Prozess

Bei der EADS wird das RE als eine Disziplin verstanden, die Requirements als Objekte betrachtet, welche über den gesamten Entwicklungsprozess mit dem Produkt in Verbindung stehen. Die Ziele, die man bei der EADS in Beziehung auf das RE verfolgt sind:

- Verkürzung des Produktentwicklungszyklus durch frühzeitiges, präzises Identifizieren der Anforderungen an das Produkt (Flugzeug, System oder Einzelteil bzw. Ausrüstung)
- Reduzierung von Entwicklungsrisiken, Anzahl der Modifikationen und Kosten durch klare Kundenanforderungen
- Förderung einer „right first time“ Entwicklung durch Validation, Klärung und Vollständigkeitsprüfungen aller betroffenen Requirements
- Schaffung einer Rückverfolgbarkeit (traceability) zwischen dem Produkt und den dazugehörigen Requirements, in allen Entwicklungs- und Wartungsphasen (AM2085, S. 4).

Die AM2085 „Method for Common Requirements Engineering (CARE)“ beschreibt in allgemeiner Form die Airbus-Methode über den Umgang und die Verwaltung von Anforderungen und Anforderungsdokumenten, wie sie derzeit angewandt werden soll. D. h. sie beinhaltet Mittel und Verfahren, um Requirements zu identifizieren, analysieren, validieren, zurückzuführen, auszutauschen und zu managen. Dabei wird der gesamte Flugzeugentwicklungsprozess abgedeckt. Die Prozessbeschreibung ist generisch und kann damit für den RE-Prozess auf jeder Ebene der Flugzeugentwicklung (Flugzeug, System, Einzelteil bzw. Ausrüstung) benutzt werden. Die erste Ausgabe der AM2085 erfolgte im Oktober 1999, inhaltlich ist sie mehr auf Flugzeugsysteme ausgerichtet. Die AM2085 ist als ein Beitrag zum ACE-Projekt zu sehen. Weiterhin liefert sie eine Methode, die die Forderungen der ABD0200 an den Systementwicklungsprozess erfüllt. **Bild 4.2** zeigt den allgemeinen Prozess.

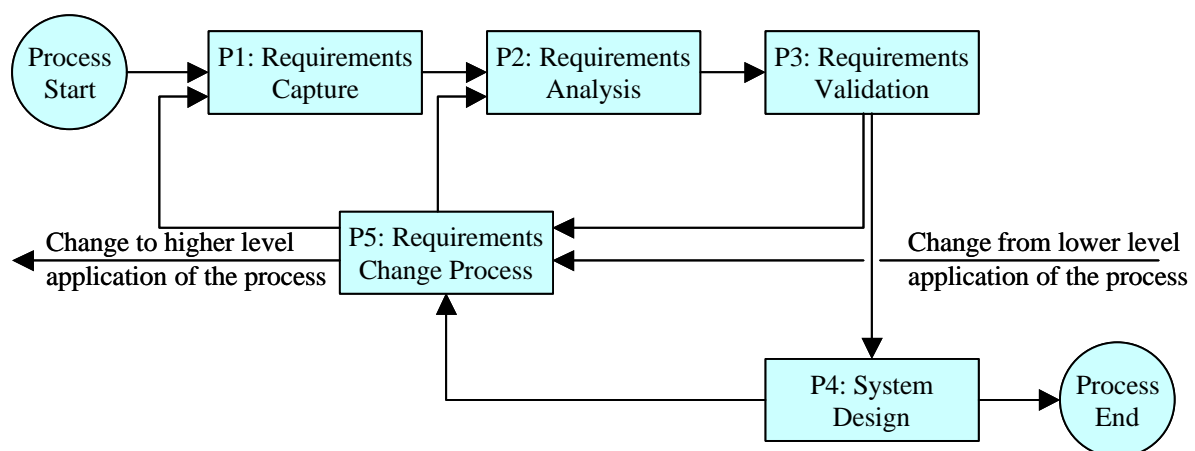


Bild 4.2 Allgemeiner Requirements-Engineering Prozess der EADS (in Anlehnung an AM2085, S. 4)

Nachfolgend werden die fünf Prozessschritte nach **AM2085** (S. 5-7) einzeln dargestellt und kurz erläutert, so dass man sich ein vollständiges Bild über das RE bei der EADS machen kann.

Der Schritt P1 wird „*Requirements Capture Process*“ (**Bild 4.3**) genannt. Hierbei sollen als erstes die Stakeholder, das sind Personen oder Organisationen, die ein Interesse an der Produktentwicklung haben, identifiziert werden. Zusammen mit ihnen werden danach die Requirements aufgenommen. Während dieses Schrittes sollen die in **Tabelle 4.2** angegebenen Attribute aufgezeichnet werden.

Tabelle 4.2 Attribute im Capture Process

Attribut	Beschreibung
Author, Date	Schreiber des Requirements, Erstellungsdatum
Unique Identifier, Requirement Version	Requirement Identifizierungsnummer und Version
Applicability on A3xx	Anwendbarkeit auf den A3xx
Requirement Statement	Requirement Text
Stakeholder Identification	An der Produktentwicklung interessierte Person oder Organisation
Source	Quelle bzw. Ursprung des Requirements
Rationale	Begründung für das Requirement

Die „Maturity“, sie ist ein Kennzeichen für den Reifegrad, wird auf „*verbatim*“ gesetzt. Jetzt sollen die Requirements in einer wiederfindbaren Weise gespeichert werden. Nach dem Speichern muss die Priorität jedes Requirements eingeschätzt werden. Entweder es ist eine Forderung des Stakeholders, Priorität hoch, oder es ist ein Wunsch, dann wird die Priorität auf niedrig gestellt. Die aufgenommenen und auf Priorität eingeschätzten Requirements werden dann zusammen mit dem Stakeholder auf Akzeptanz geprüft. Dies dient auch dazu ein gegenseitiges Verständnis sicherzustellen. Stimmt der Stakeholder den aufgenommenen Requirements zu, so wird die Maturity auf die Stufe „*agreed verbatim*“ gesetzt und der Schritt P1 beendet.

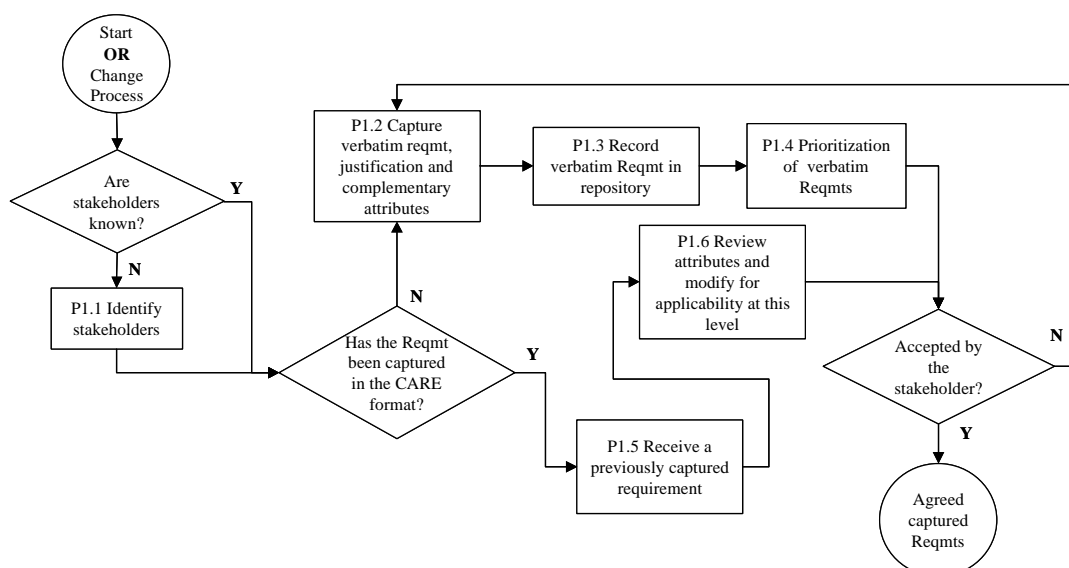


Bild 4.3 Requirements Capture Process-P1 (in Anlehnung an **AM2085**, S. 5)

Der Schritt P2 ist ein Analyse-Prozess und wird als „Requirements Analysis Process“ bezeichnet (**Bild 4.4**). Dieser Schritt soll sicherstellen, dass alle als „mandatory properties“ gekennzeichneten Attribute (**Tabelle 4.3**) aufgenommen und zugewiesen werden.

Tabelle 4.3 Attribute im Requirements Analysis Process

Attribut	Beschreibung
Type	Typ des Requirements; z. B. Functional, Safety, Reliability, Weight
Level	Die höchste Ebene, auf die sich das Requirement bezieht; möglich sind: Aircraft, System, Subsystem, Equipment
Status	derzeitiger Status des Requirements; z. B. Live, Superseded, Deleted
Related Requirement ID, Version, Link Type	Requirements die miteinander in Beziehung stehen, sollen durch diese Attribute identifizierbar sein
Maturity	Prozessreifegrad des Requirements; z. B. Verbatim, Agreed Verbatim, In Analysis, Analysed, Validated
Design Goal	Soll anzeigen, dass das Requirement ein Entwicklungsziel darstellt; z. B. Lärmreduzierung
Verification method	Die Methode, mit der das Requirement verifiziert werden soll, muss vorgeschlagen werden; z. B. analysis, test, similarity

Weiterhin wird geprüft, ob sie eindeutig, verifizierbar und nicht doppelt sind, und dass sie nicht in mehrere Requirements zerlegt werden können sowie eine Begründung besitzen. Sind alle Prüfungen positiv, erhalten sie die Maturity „In Analysis“ und werden wieder gespeichert. Hiernach muss geprüft werden, ob die im Schritt P1 aufgenommenen Requirements eine Beziehung zu Requirements einer höheren Ebene besitzen. Sollte dies der Fall sein, muss ein Link zwischen beiden geschaffen werden. Damit soll die Rückverfolgbarkeit (traceability) gewährleistet werden. Jetzt wird die Maturity „Analysed“ vergeben. Von allen nun vorhandenen Requirements, die sich im Status „Live“ befinden, wird eine Baseline gezogen, d. h. der augenblickliche Zustand wird eingefroren. Mit dieser Baseline endet der Schritt P2. Zu diesem Zeitpunkt ist es möglich ein System Requirements Document (SRD), zumindest in einer vorläufigen „Draft“-Version, zu erstellen.

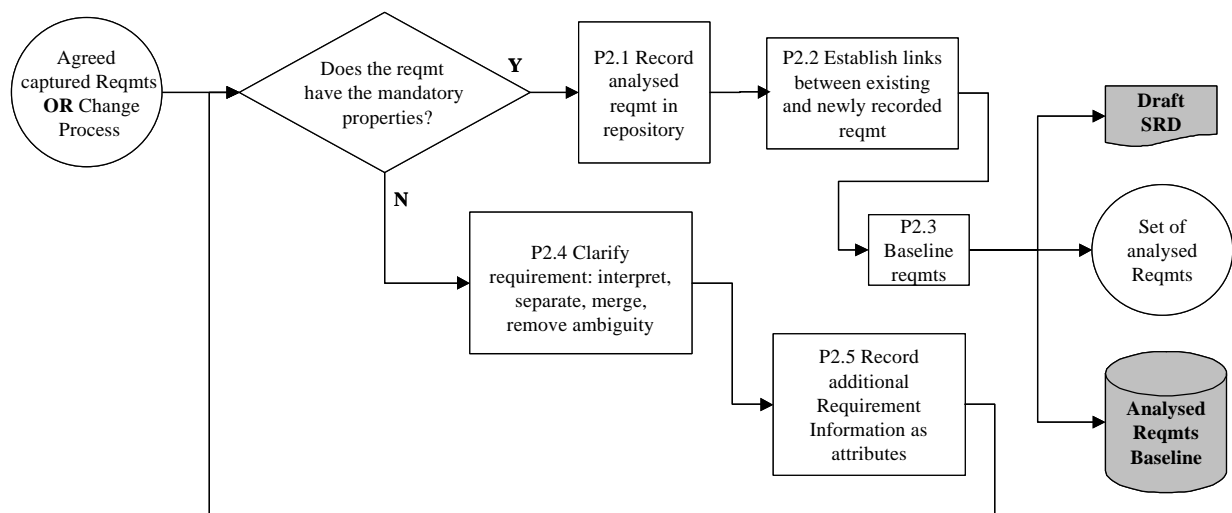


Bild 4.4 Requirements Analysis Process-P2 (in Anlehnung an AM2085, S. 5)

Im Prozessschritt P3 „Requirements Validation“ (**Bild 4.5**) findet die schon im **Kapitel 3.2.2** angesprochene Validation der Anforderungen statt. Die Requirements werden dabei jeweils einzeln nach bestimmten Gesichtspunkten und Eigenschaften geprüft. Die Requirements müssen dabei so beschrieben sein, dass sie aufsummiert genau die Anforderungen ergeben, die der Kunde an das Produkt stellt. Ein detaillierter Validationsprozess wird von der AM2085 aber nicht geliefert. Anhand von Fragen wird versucht den Inhalt eines solchen Prozesses darzustellen. Die dabei gestellten Fragen sind z. B.:

- Sind die Requirements inhaltlich richtig?
- Gibt es Konflikte mit anderen Requirements?
- Sind die Requirements vollständig?
- Sind Verbindungen zu Requirements höherer Ebenen nachvollziehbar?
- Haben die Stakeholder den Requirements zugestimmt?
- Sind die Requirements im Rahmen der bekannten Randbedingungen umsetzbar?
- Sind die Requirements tatsächlich eindeutig?
- Sind die Requirements verifizierbar?
- Wurde die Priorität der Requirements festgelegt?

Wenn all diese Fragen zufriedenstellend beantwortet sind, dann wird die Maturity auf „Validated“ gesetzt. Anderenfalls wird ein Änderungsvorschlag unterbreitet, der den Prozessschritt P5 „Requirements Change Process“ anstoßen kann. Sind alle Requirements im Zustand „Validated“ wird wieder eine Baseline gezogen. Jetzt ist es möglich ein offizielles SRD zu erstellen.

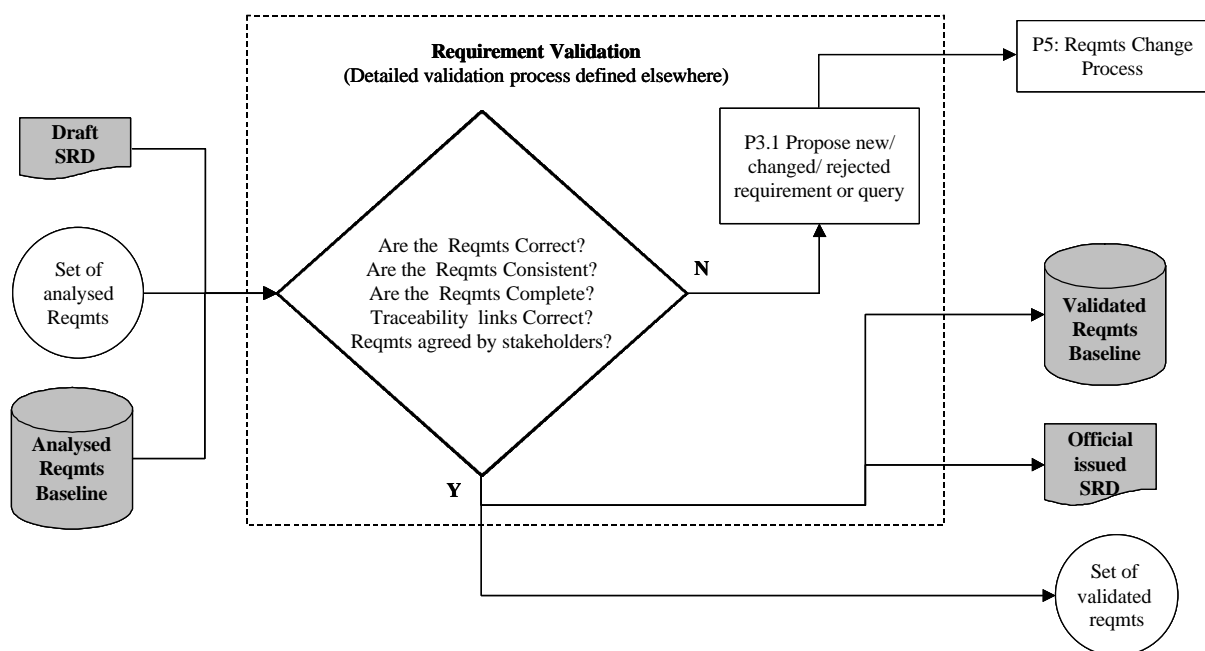


Bild 4.5 Requirements Validation-P3 (in Anlehnung an **AM2085**, S. 6)

Der „System Design Process“ P4 (**Bild 4.6**) soll zeigen, dass das RE auch in diesem Stadium noch seine Berechtigung hat bzw. sogar notwendig ist. Der System Design Process hat als Eingangsinformation das SRD, also die validierten Requirements vom Schritt P3. Durch die jetzt fortschreitende Entwicklung werden neue Requirements abgeleitet. Bestehende Requirements werden auf Realisierbarkeit hin überprüft. Weiterhin werden die Requirements den einzelnen Systemkomponenten zugewiesen. Bei all diesen Aktivitäten kann ein Änderungsprozess in Gang gesetzt werden. Die Wahrscheinlichkeit dafür ist sehr hoch. Sollte nach mehreren Iterationen kein Änderungsprozess mehr erforderlich sein, ist der Prozess nach AM2085 beendet.

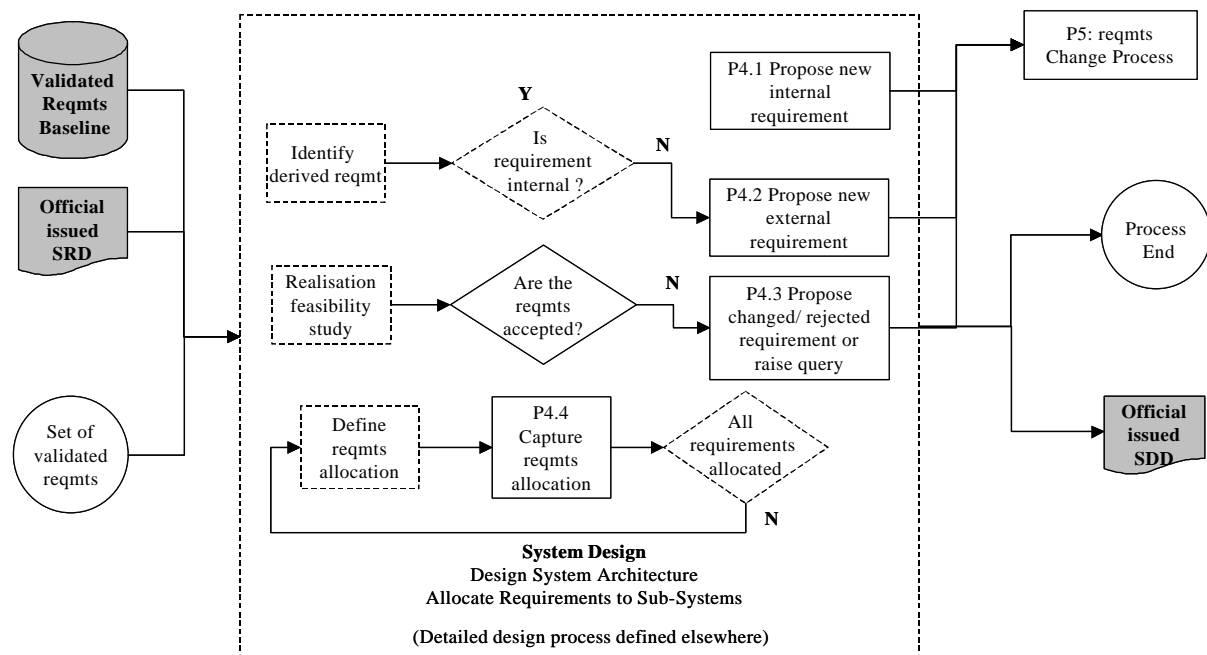


Bild 4.6 System Design Process-P4 (in Anlehnung an **AM2085**, S. 6)

Der im **Bild 4.7** dargestellte Änderungsprozess P5 „Requirements Change Process“ ist selbsterklärend. Einzig die Begriffe „external requirement“ und „internal requirement“ bedürfen einer Erläuterung.

- External Requirements:
 - External Requirements sind Requirements, die die Funktion und die Leistung des Systems direkt kontrollieren oder beeinflussen.
 - Diese Requirements beschreiben das System vom einem externen Standpunkt.
- Internal Requirements:
 - Internal Requirements sind Requirements, die keine Auswirkungen auf die Systemgrenzen haben.
 - Diese Requirements beschreiben die inneren Vorgänge eines Systems und haben deshalb keine Wirkung auf andere Systeme.

In **Bild 4.8** sind die logischen Zusammenhänge deutlich zu erkennen, die PTS baut auf das SRD auf und das SRD wiederum auf das TLSRD. Es gibt noch weitere abgeleitete Dokumente, die in Beziehung zum SRD stehen. Das SRD ist aber das zentrale Dokument im Systementwicklungsprozess. Das **Bild 4.8** spiegelt somit das derzeitige Verständnis der EADS bezogen auf das, mit dem Entwicklungsprozess verbundene, RE wider. Diese spezielle Sichtweise hat sich erst vor kurzer Zeit durchgesetzt. Weiterhin soll als nächste Neuerung eine sogenannte „Traceability Matrix“ in den Prozess bzw. in die Dokumente eingearbeitet werden. Sie dient der besseren Nachvollziehbarkeit der Verbindungen, die die Objekte in den unterschiedlichen Dokumenten miteinander haben. Die Anforderungen an diese „Traceability Matrix“ sind auch Gegenstand eines derzeitigen RE-Projekts. Dabei wird ein dem EADS Modell zugrunde liegendes Datenmodell verwendet, welches um das in dieser Arbeit entworfene und somit umgesetzte Konzept zum Wissensmanagement erweitert wurde.

Um Vor- und Nachteile des derzeitigen RE-Konzept der EADS einschätzen zu können, wird ein Vergleich mit dem bisherigen Vorgehen angestellt. Dabei wird der Prozess der ehemaligen DASA nur sehr kurz aufgegriffen.

Bezogen auf den Systementwicklungsprozess lässt sich Folgendes sagen: Dokumente wie das SRD, das SDD, und auf Ausrüstungsebene die PTS waren auch im DASA-Konzept vorhanden und wurden erstellt. Im Arbeitsalltag allerdings wurden SRD und SDD mit dem deutschen Begriff Spezifikation angesprochen, und es wurde zwischen Beiden kaum getrennt. In der Art der Darstellung und Aufbewahrung gibt es bereits den ersten Unterschied. Die Informationen zu den Anforderungen lagen ausschließlich in Dokumentenform vor und wurden auch so gespeichert. Die neue Vorgehensweise sieht dagegen die Nutzung von neuen Informationstechnologien wie Intranet und Datenbankservern vor. Damit ist die Verteilung, die Speicherung, das Wiederfinden und somit die Transparenz von Informationen deutlich verbessert worden.

Der weitaus wesentlichere Unterschied liegt aber in der Art wie und mit welcher Absicht diese Dokumente erstellt wurden. Das zentrale Dokument des RE auf Systemebene, das heute SRD, früher Systemspezifikation genannt wurde, wurde so geschrieben, dass es die Lösung also den Entwurf und damit die Systemarchitektur schon beinhaltete. D. h., das was aus heutiger Sicht erst viel später, beginnend in der Entwurfsphase und dann fortlaufend, geschieht, wurde vorweg genommen. Alle Funktionen mit den dazugehörigen Systemkomponenten wurden so detailliert aufgeführt, dass eine Auswahl unter verschiedenen Lösungsvarianten nicht mehr möglich war. Damit wurde die Möglichkeit vergeben, sich an Kundenwünschen zu orientieren und nach deren Anforderungen eine passende, günstige Lösung zu suchen. Vielmehr wurde eine neue Technologie entwickelt und Anforderungen so verändert, bis ein passendes Gesamtbild erreicht war. Diese Vorgehensweise ist mit einem modernen RE nicht vereinbar.

Ein gutes Beispiel dieses nicht konsequenten RE war die Einführung des Glas-Cockpits in die Airbusflugzeuge. Eine Forderung seitens der Kunden, wie Fluggesellschaften oder Piloten,

bestand nicht. Trotzdem wurde diese Technologie entwickelt und danach angeboten. Nach ersten Widerständen hat sich diese Technologie dann aber doch durchgesetzt und wurde auch zu Recht als Innovation gefeiert. Möglich war ein solches Vorgehen, weil Airbus im Vergleich zu den anderen Flugzeuganbietern neu am Markt war und demnach nur Kunden gewinnen konnte anstatt verlieren. Ob sich heutzutage eine neue Technologie, aus Kundensicht nach dem Motto: „kaufen oder nicht kaufen“, einführen lässt, ist fraglich. Kosten und Gewinnmaximierung haben doch einen anderen Stellenwert bekommen. Und schließlich muss man berücksichtigen, dass eine solche Entwicklung erst einmal vorfinanziert werden muss. Im Fall des Glascockpit ist alles gut ausgefallen, auch wenn die Sicherheit solcher Flugzeuge, meist nach Unfällen, gern in Frage gestellt wird. Aber wie viele Projekte, die eine neue Technologie zur Basis hatten, sind gescheitert weil es keine Kundennachfrage für diese Produkte gab?

In den vorgehenden Absätzen wird deutlich, wo die Vor- und Nachteile vom RE liegen. Der Vorteil einer nach den modernen Gesichtspunkten des RE durchgeführten Entwicklung ist, dass man mit großer Wahrscheinlichkeit die Wünsche des Kunden trifft, Fehlentwicklungen vermeidet und somit ein gewinnbringendes Produkt erzeugt. Mögliche Nachteile können auftreten, wenn zu sehr auf Kundenwünsche eingegangen wird und dabei das Marktumfeld vernachlässigt wird. Innovationen könnten dann zugunsten satter Gewinne zurücktreten. Da diese Punkte aber sehr vom Standpunkt des Betrachters abhängen, sollen sie hier nicht weiter ausgeführt werden.

4.2.2 Requirements-Engineering am Beispiel IMA mit Hilfe von RTM

In diesem Kapitel soll erläutert werden, wie das RE bei der EADS in der Praxis umgesetzt wird. Die EADS testet schon seit über einem Jahr das RE-Werkzeug „Requirements and Traceability Management“ (RTM) der Firma Integrated Chipware (IC). Das Werkzeug RTM benutzt eine ORACLE-Datenbank, die über eine Server-Client-Beziehung via Intranet von jedem Nutzer angesprochen werden kann. RTM verwendet mehrere Unterprogramme, die der Nutzer je nach Verwendungszweck aufrufen kann. An Hand des durch diese Diplomarbeit betreuten Projekts Integrierte Modulare Avionik (IMA) soll die Einführung gezeigt und der praktische Ablauf von RE mit diesem neuen Werkzeugs erklärt werden. Vorher wird dazu in knapper Form erklärt, was das Projekt IMA zum Inhalt hat.

IMA behandelt, wie schon der Name verrät, das Thema Avionik. Konkret stellt IMA eine Evolution der Avionik Technologie dar, hinter der sich eine durch die Aeronautical Radio Incorporation (ARINC) standardisierte neue Avionik-Systemarchitektur verbirgt. Dabei soll eine Standardisierung der Funktionen der vielen verschiedenen Avionik-Rechner (Controller) erreicht werden. Hintergrund ist die große Anzahl dieser nicht standardisierten Avionik Controller, die als autarke Einzelboxen sehr viele ähnliche Funktionen erfüllen müssen. Diese Funktionen in wenige, einheitliche Module (Line Replaceable Modules, LRM) zu bringen, ist

Ziel des Konzepts. Die speziellen Aufgaben der einzelnen Controller sollen durch Anwendungssoftware in einem zentralen Verarbeitungs-LRM realisiert werden (**Roeder 1996**).

Die IMA Architektur besteht aus mehreren sogenannten „Cabinets“, die örtlich im Flugzeug verteilt sein können. Das Cabinet liefert die Trägerstruktur zur Aufnahme der LRM. Weiterhin enthält es die elektrische Verbindung zwischen den einzelnen LRM und zu den externen Flugzeugsystemen und Datenbussen. Die verschiedenen Funktionen wie z. B. Core Processor, I/O (Input/Output), Special I/O, Power Supply u. a. werden in eigenständige LRM zusammengefasst. Angestrebt ist hiermit die Schaffung einer Familie von universell verwendbaren Standardmodulen, die im Bedarfsfall für einen entsprechenden Einsatzzweck programmiert werden können. In IMA sollen Verwendung finden, standardisierte:

- Hardware-Module (LRM) für
 - Signalverarbeitung (Prozessor)
 - Signalaufbereitung (Input/Output)
 - Stromversorgung (Power Supply)
- Software-Module für
 - Betriebssystem (Operating System)
 - Schnittstelle zur Anwender-Software APEX (Advanced Project for European Exchange)
- Datenübertragung durch Bus-Systeme
- Gehäuse für Cabinets

Unter der Verantwortung der ehemaligen DASA liegt u. a. der Flugzeugsbereich Kabine und so auch die hier befindlichen Systeme. Daher wurde beschlossen, dass die nachfolgend aufgeführten kabinenbezogene Funktionen von einem IMA-Cabinet übernommen werden sollen.

- Pack Control
- Zone Control
- Bleed Air Monitoring
- Pressure Control
- Smoke Detection
- Ventilation Control
- Proximity Switch Control
- Maintenance Function
- Condition Monitoring
- CIDS (Cabin Intercommunication Data System)

Die Vorteile, die mit der Einführung von IMA erwartet werden sind:

- Verringerung der Kosten für kommende Neuentwicklungen
- Verringerung der Produktionskosten, Wartungskosten, Installationskosten

- Verringerung der Life Cycle Kosten
- Verringerung der Anzahl verschiedener Gerätetypen (LRU)
- Verringerung von Gewicht und Volumen durch hohe Integrationsdichte
- Erhöhung der Systemzuverlässigkeit
- Erhöhung der Verfügbarkeit (beim Austausch von defekten Modulen)
- Erhöhung der Gesamtsystemleistung
- Erhöhung der Modifizierbarkeit und Flexibilität.

Eine sehr große Schwierigkeit, die immer wieder von den beteiligten Partnern und Zulieferern genannt wurde, ist die geteilte Systemverantwortung von Hardware und Software. Außerdem findet die Systemintegration nicht mehr bei dem Systemhersteller statt, und es sind weiterhin vielfältige Entwicklungs- und Testwerkzeuge notwendig. Auch ist die Zulassung von Systemen unterschiedlicher Kritikalität von verschiedenen Ausrüstern mit sehr hohem Aufwand verbunden (**Nitsche 1996**).

Trotz vieler noch ungeklärter Probleme und der Widerstände von Seiten einiger Zulieferer, die sich in ihren Kompetenzen beschnitten fühlten, wurde eine Aufgabenteilung vereinbart. Dabei fiel der ehemaligen DASA als Systemintegrator die Selektion der Funktionen und die Definition der Requirements zu. Die Auswahl der betreffenden Funktionen ist, wie oben zu sehen, erfolgt. Derzeit ist das Segment Avionik/System-Entwicklungsprozess (ESB) der EADS damit beschäftigt, die Requirements für das Projekt IMA zu definieren.

Das Projekt IMA wurde noch zur Zeit der DASA begonnen, und somit wurden nur die vom damaligen Verständnis aus bekannten Hilfsmittel für das RE benutzt. Das waren das Textbearbeitungsprogramm MS WORD, Papier, Stift und Aktenordner. Vor diesem Hintergrund erschien es nicht sinnvoll, Maßnahmen des Wissensmanagements einzuführen. Daher ist es ein Teil dieser Diplomarbeit, das im Projekt IMA beginnende RE durch die Einführung der neuen IT, im speziellen durch das Werkzeug RTM, zu unterstützen. Damit sollen die Grundlagen für mögliche Wissensmanagement-Aktivitäten gelegt werden.

Für die Einführung von RTM musste zuerst festgestellt werden, wie weit das Projekt IMA fortgeschritten war. Die Mitarbeiter (MA) des Segments ESB hatten bereits ein „Request for Information“ (RFI) Dokument (**Kleemann 1999**) erzeugt, welches sie an verschiedene Zulieferer, wie BGT, Sextant und Honeywell geschickt hatten. Als nächstes waren die Antworten der verschiedenen Zulieferer zu erwarten. Bevor die Antworten der Zulieferer eintreffen würden, sollte das gesamte Projekt IMA in der Datenbank von RTM abgebildet sein und sich in einem voll funktions- und arbeitsfähigem Zustand befinden.

Um das in Dokumentenform bestehende Projekt IMA in RTM abzubilden, wurde in drei Schritten vorgegangen:

1. Erstellen eines blanko Projekts in der RTM Datenbank
2. Übertragung der im RFI befindlichen Requirements
3. Einrichten von RTM an den Arbeitsplätzen der entsprechenden MA.

Um die schon vorhanden Projekt-Informationen in der Datenbank abzulegen zu können, musste als **erster Schritt** ein RTM-Projekt in der Datenbank angelegt werden. Dazu wurde das Unterprogramm *icMANAGE* benutzt, welches Administrator-Aktivitäten in der Datenbank erlaubt. Als Projektname wurde IMA_RFI vergeben. Als Datenmodell, welches den strukturellen Aufbau des Projekts bestimmt, wurde das CARE CII-Modell (**Bild 4.9**) benutzt. Dieses Modell wurde von dem CARE-Team kreiert und ist in *icMANAGE* abgelegt worden.

In der Mitte, des das Datenmodell repräsentierenden **Bildes 4.9** ist das Piktogramm der Requirementsklasse abgebildet. Die Requirements sind die zentralen Objekte im RE. Daher haben sie, durch die als Pfeile angedeuteten Links, Zugriff auf alle anderen Klassen des Datenmodells. Diese Links können über eindeutigen Namen, wie z. B. *RequirementToVariant* angesprochen werden. Sie repräsentieren die Möglichkeit verschiedene Objekte miteinander verknüpfen zu können. Der spezielle Link *IsRelatedTo* bei der Requirementsklasse bietet die Möglichkeit, Requirements auch untereinander zu verbinden. So kann die Nachvollziehbarkeit gewährleistet werden, wenn z. B. mehrere Requirements einer niedrigeren Ebene (Systemebene) aus einem Top-Level-Requirement resultieren.

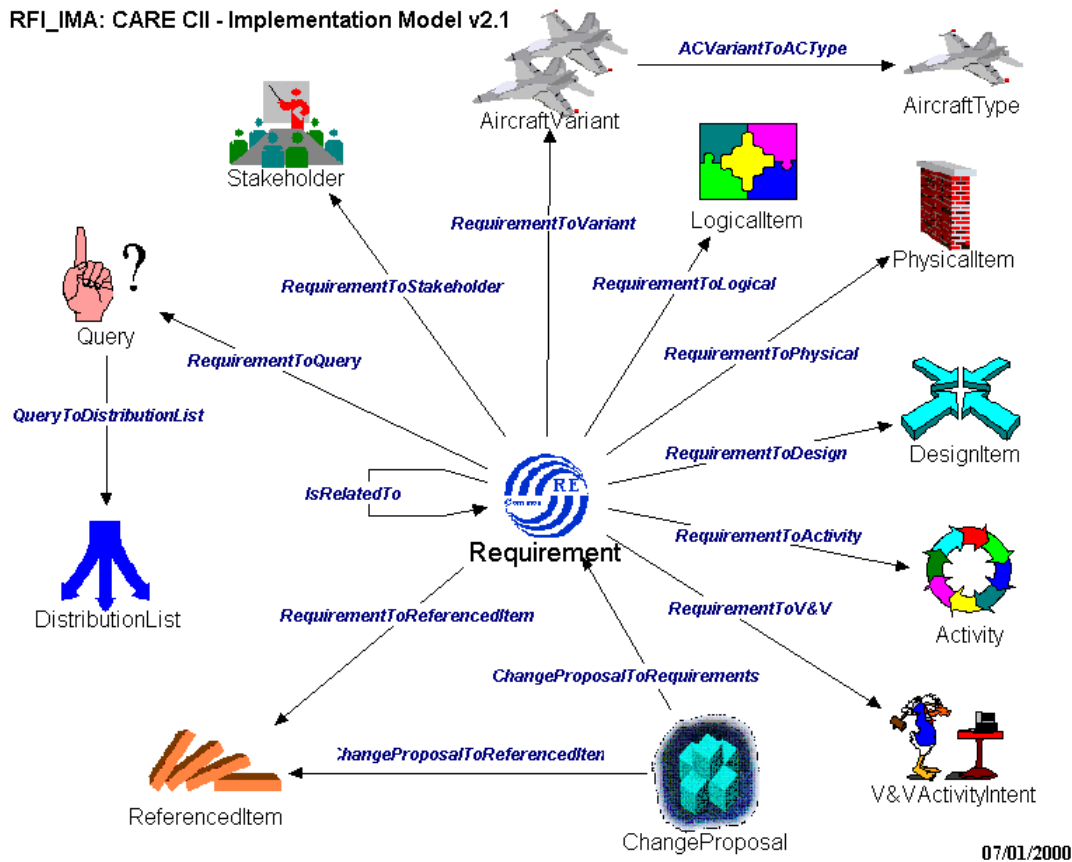


Bild 4.9 Das Datenmodell CARE CII

Nach dem Anlegen des Projekt in der Datenbank wurden die Nutzer, welche auf dieses Projekt Zugriff haben sollen, eingerichtet. Sie wurden zu einer Gruppe (IMA-Group) zusammengefasst. Anschließend wurde für die IMA-Gruppe spezielle Nutzerrechte definiert.

Im **zweiten Schritt** der Einführung mussten die rund 400 Requirements, die im RFI definiert und dort in Dokumentenform abgelegt waren, in die RTM Datenbank übertragen werden. Für die Übertragung wurde von den französischen Kollegen in Toulouse ein Makro geschrieben, mit dem die einzelnen Requirements aufgenommen werden und ihnen dabei gleichzeitig Attribute (vgl. **Tabelle 4.2**) vergeben werden können. Das Makro dient somit dem ersten Schritt im Requirements Capture Process (**Bild 4.3**). Das **Bild 4.10** zeigt ein dem RFI entnommenes Requirement einmal vor und einmal nach der Bearbeitung durch das Word Makro. Nachdem alle Requirements einzeln aus dem RFI aufgenommen worden waren, wurden den Attributen Werte zugeordnet, soweit diese aus dem RFI hervorgingen. Mit Hilfe des Word Makros wurden anschließend alle Requirements mit ihren Attributen als CSV-Tabelle (comma sperated value) exportiert. Danach wurde mit dem Unterprogramm *icEXPLORER* und dem darin enthaltenen „CSV Import Wizard“ die in der CSV-Tabelle vorliegenden Requirements in die RTM Datenbank übertragen. Öffnet man jetzt mit dem Programm *icCONCEPT* die „CARE Requirement Form“ (**Bild 4.11**), so kann man die importierten Requirements in RTM weiter bearbeiten. Die „CARE Requirement Form“ ist eine vom CARE-Team vorgefertigte Ein- und Ausgabemaske, die benutzt wird um Requirements in RTM zu erfassen und zu bearbeiten.

vorher:

(R15) Insufficient ventilation of avionics equipment without warning caused by the platform shall be: $P < 1.0E-8$ per FH.

nachher:

D-SB-04-42-00-015-1 Insufficient ventilation of avionics equipment without warning caused by the platform shall be: $P < 1.0E-8$ per FH.

Rationale: TBD
Assumptions: TBD
Additional info.: TBD
Author: KLE
Creation date: 23.07.2000
Stakeholder: KLE
Source: TBD
Level: TBD
Maturity: Verbatim

Bild 4.10 Requirement vor und nach der Bearbeitung mit dem Word Makro

Abschließend wurde im **dritten Schritt** der Einführung des Werkzeugs RTM auf allen Arbeitsplätzen der betroffenen ESB MA jeweils ein Oracle- und ein RTM Client eingerichtet.

Nach der Einführung des Werkzeugs RTM können jetzt die Mitarbeiter der IMA-Gruppe auf das Projekt IMA_RFI in der Datenbank zugreifen. Im Folgenden soll gezeigt werden, wie die Forderungen der AM2085 durch die „CARE Requirement Form“ in RTM umgesetzt werden.

Zu diesem Zweck zeigt das **Bild 4.11** die komplette CARE Requirement Form, in der die betreffenden Attribute des Capture Process (**Tabelle 4.2**) und die Attribute des Requirements Analysis Process (**Tabelle 4.3**) wiederzufinden sind.

CARE Requirement Form

Author: TBD Date: 23/07/2000 Reason for change:

Unique Identifier: D-SB-04-42-00-013 Version: 1

Requirement Statement: Each LRM shall acquire and manage host structure information (e.g., slot-ID, installation side, power supply status) and aircraft common information (e.g., start-up condition, data loading request, in development/lab). Maturity: Verbatim Status: Current

Rationale: TBD

Type: Functional, Performance, Interface, Safety Level: [dropdown] Priority: High Standard Ref.: False Risk: Low Criticality: Low Design Goal: False

Source Identification: RFI Source Reference: TBD Source Version: TBD Source Detail: TBD

Additional Information: TBD

Stakeholder (from source document): TBD

Maturity (from source document): TBD

Level (from source document): TBD

Bild 4.11 Care Requirement Form

Die den Capture Process betreffenden Attribute Author und Date werden von RTM vergeben. Der Unique Identifier wird selbst eingegeben, wobei er aber einer vorgegebenen Regel genügen muss. Die Requirement Version, hier als Version bezeichnet, muss ebenfalls manuell vergeben werden. Das Requirements Statement und das Feld Rationale sind für eine Freitexteingabe vorgesehen. Das Attribut „Priorization“ wird in RTM als „Priority“ bezeichnet und durch eine Auswahlbox (High oder Low) realisiert. Nicht vorhanden ist das Attribut „Applicability on A3xx“. Für dieses Attribut wurde eine eigene Datenklasse „AircraftVariant“ (**Bild 4.9**) angelegt.

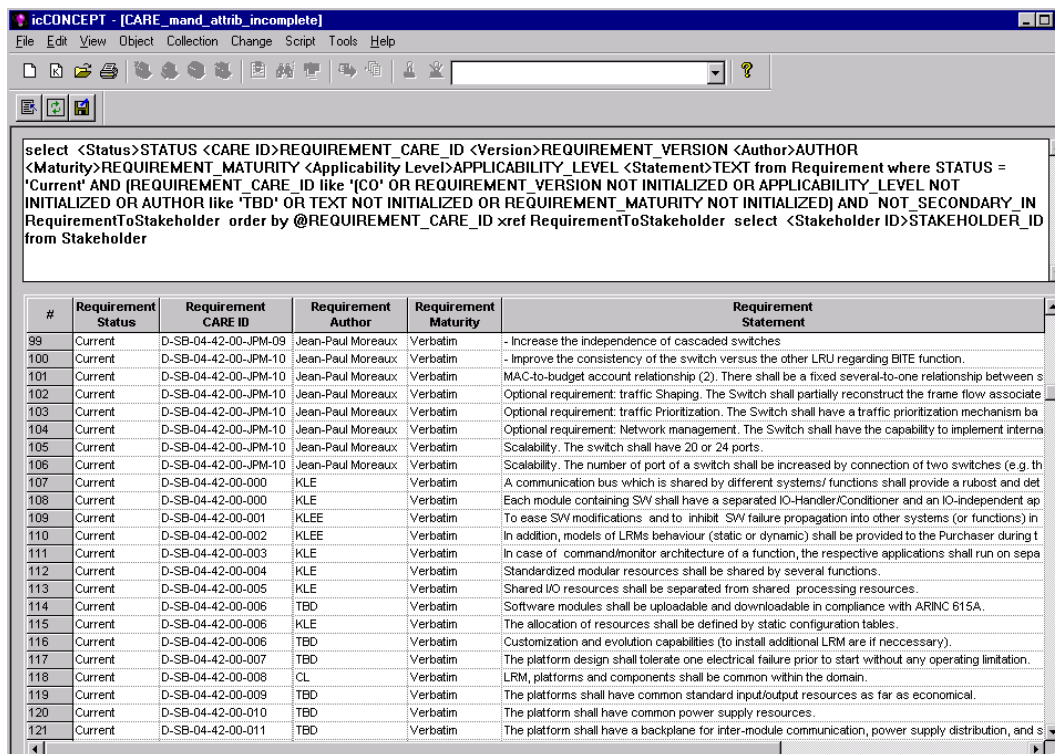
Die während des Requirements Analysis Process auszufüllenden Attribute sind ausschließlich Auswahlboxen. Type, Level, Maturity und Design Goal sind auch so bezeichnet worden. Bei dem Attribut Status gab es eine Änderung in der Nomenklatur; so wurden aus den AM2085 Bezeichnungen Live und Superseded die RTM Begriffe Current und Replaced. Nicht auf der Requirement Form sind die Attribute Verification Method und Related Requirement. Für das Attribut Verification Method wurde die eigene Datenklasse „V&VActivityIntent“ angelegt, und das Attribut Related Requirement ist durch den generischen Link „IsRelatedTo“ (**Bild 4.9**) realisiert.

Wie man sehen kann (**Bild 4.11**), befindet sich der RE-Prozess beim Projekt IMA noch in der Anfangsphase. Deutlich zu erkennen ist das an dem Attribut „Maturity“, welches noch im Anfangszustand „verbatim“ ist. Zur Zeit konzentrieren sich die MA der IMA-Gruppe darauf,

im Gespräch mit den Zulieferern, die Requirements aus dem RFI weiter zu entwickeln und in den Zustand „Agreed verbatim“ zu überführen. Dabei helfen auch die von den Zulieferern zurückgesandten Antworten auf das RFI. Weiterhin sollen Workshops mit den Zulieferern organisiert werden, in denen die Differenzen, die aus den Antworten hervorgegangen sind, diskutiert und beigelegt werden. Der weitere Prozessverlauf wird sich, wie durch die AM2085 beschrieben und mit RTM umgesetzt, fortsetzen.

Die ersten Ergebnisse durch die RTM Nutzung sind aber schon in diesem frühen Projektstadium zuerkennen. So werden jetzt regelmäßig Statusberichte und Statistiken über den Bearbeitungsfortschritt erstellt. Das Erstellen solcher Statistiken und Statusberichte wird durch automatisch laufende Datenbankabfragen, sogenannte Scripte, unterstützt. Innerhalb sehr kurzer Zeit ist man jetzt in der Lage den Status Quo festzustellen. Dafür sorgt auch, dass die in SQL geschriebenen Scripte in einem Arbeitsbereich gespeichert werden, auf den jeder Nutzer zugreifen kann. Das **Bild 4.12** zeigt ein SQL Script mit den daraus resultierenden Daten in Tabellenform (*icCONCEPT*).

Weitere Vorteile, die sich durch die Nutzung von RTM ergeben, sollen nicht unerwähnt bleiben. So ist die Nutzung von Daten aus einer einzigen Quelle, nämlich der RTM Datenbank, ein unbestrittener Vorteil, gelangt doch jeder Nutzer zu jeder Zeit immer an die aktuellsten Daten. Auch ist der Einarbeitungsaufwand von Änderungen in der Datenbank minimal im Vergleich zur Führung mehrerer Aktenordner. Weiterhin ist eine Nachvollziehbarkeit von Änderungen gewährleistet, die in dieser Qualität nur sehr schwer in Papierform zu erreichen wäre.



The screenshot shows the *icCONCEPT* application window. The title bar reads "icCONCEPT - [CARE_mand_attrib_incomplete]". The menu bar includes "File", "Edit", "View", "Object", "Collection", "Change", "Script", "Tools", and "Help". The main area displays a SQL query and its results in a table.

SQL Query:

```
select <Status>STATUS <CARE ID>REQUIREMENT_CARE_ID <Version>REQUIREMENT_VERSION <Author>AUTHOR
<Maturity>REQUIREMENT_MATURITY <Applicability Level>APPLICABILITY_LEVEL <Statement>TEXT from Requirement where STATUS =
'Current' AND (REQUIREMENT_CARE_ID like 'CO' OR REQUIREMENT_VERSION NOT INITIALIZED OR APPLICABILITY_LEVEL NOT
INITIALIZED OR AUTHOR like 'TBD' OR TEXT NOT INITIALIZED OR REQUIREMENT_MATURITY NOT INITIALIZED) AND NOT_SECONDARY_IN
RequirementToStakeholder order by @REQUIREMENT_CARE_ID xref RequirementToStakeholder select <Stakeholder ID>STAKEHOLDER_ID
from Stakeholder
```

Table Results:

#	Requirement Status	Requirement CARE ID	Requirement Author	Requirement Maturity	Requirement Statement
99	Current	D-SB-04-42-00-JPM-09	Jean-Paul Moreaux	Verbatim	- Increase the independence of cascaded switches
100	Current	D-SB-04-42-00-JPM-10	Jean-Paul Moreaux	Verbatim	- Improve the consistency of the switch versus the other LRU regarding BITE function.
101	Current	D-SB-04-42-00-JPM-10	Jean-Paul Moreaux	Verbatim	MAC-to-budget account relationship (2). There shall be a fixed several-to-one relationship between s
102	Current	D-SB-04-42-00-JPM-10	Jean-Paul Moreaux	Verbatim	Optional requirement: traffic Shaping. The Switch shall partially reconstruct the frame flow associate
103	Current	D-SB-04-42-00-JPM-10	Jean-Paul Moreaux	Verbatim	Optional requirement: traffic Prioritization. The Switch shall have a traffic prioritization mechanism ba
104	Current	D-SB-04-42-00-JPM-10	Jean-Paul Moreaux	Verbatim	Optional requirement: Network management. The Switch shall have the capability to implement interna
105	Current	D-SB-04-42-00-JPM-10	Jean-Paul Moreaux	Verbatim	Scalability. The switch shall have 20 or 24 ports.
106	Current	D-SB-04-42-00-JPM-10	Jean-Paul Moreaux	Verbatim	Scalability. The number of port of a switch shall be increased by connection of two switches (e.g. th
107	Current	D-SB-04-42-00-000	KLE	Verbatim	A communication bus which is shared by different systems/ functions shall provide a robust and det
108	Current	D-SB-04-42-00-000	KLE	Verbatim	Each module containing SW shall have a separated IO-Handler/Conditioner and an IO-independent ap
109	Current	D-SB-04-42-00-001	KLEE	Verbatim	To ease SW modifications and to inhibit SW failure propagation into other systems (or functions) in
110	Current	D-SB-04-42-00-002	KLEE	Verbatim	In addition, models of LRMs behaviour (static or dynamic) shall be provided to the Purchaser during t
111	Current	D-SB-04-42-00-003	KLE	Verbatim	In case of command/monitor architecture of a function, the respective applications shall run on sepa
112	Current	D-SB-04-42-00-004	KLE	Verbatim	Standardized modular resources shall be shared by several functions.
113	Current	D-SB-04-42-00-005	KLE	Verbatim	Shared I/O resources shall be separated from shared processing resources.
114	Current	D-SB-04-42-00-006	TBD	Verbatim	Software modules shall be uploadable and downloadable in compliance with ARINC 615A.
115	Current	D-SB-04-42-00-006	KLE	Verbatim	The allocation of resources shall be defined by static configuration tables.
116	Current	D-SB-04-42-00-006	TBD	Verbatim	Customization and evolution capabilities (to install additional LRM are if necessary).
117	Current	D-SB-04-42-00-007	TBD	Verbatim	The platform design shall tolerate one electrical failure prior to start without any operating limitation.
118	Current	D-SB-04-42-00-008	CL	Verbatim	LRM, platforms and components shall be common within the domain.
119	Current	D-SB-04-42-00-009	TBD	Verbatim	The platforms shall have common standard input/output resources as far as economical.
120	Current	D-SB-04-42-00-010	TBD	Verbatim	The platform shall have common power supply resources.
121	Current	D-SB-04-42-00-011	TBD	Verbatim	The platform shall have a backplane for inter-module communication, power supply distribution, and s

Bild 4.12 Datenbankauswertung mit *icCONCEPT*

5 Management von Wissen im Requirements-Engineering

Dieses Kapitel widmet sich den Möglichkeiten, die ein modernes RE, in Bezug auf die Einbindung von Wissensmanagement-Komponenten, bietet. Die Umsetzung einer solchen Möglichkeit wurde bei der EADS noch nicht versucht, und auch in der Literatur wurden keinerlei Hinweise darüber gefunden. Aus diesem Grund können keine beispielbietenden Projekte oder Versuche als potentiell Vorgehensmuster herangezogen werden. Es ist davon auszugehen, dass zumindest eine IT-gestützte Umsetzung der Kopplung RE und Wissensmanagement als neu einzustufen ist. Aus diesem Grunde werden einleitend zwei andersartige Wissensmanagement-Projekte der EADS vorgestellt. Sie weisen zwar keine Verbindung zum RE auf, zeigen aber dennoch welche Bedeutung dem Wissensmanagement beigemessen wird.

5.1 Bisherige Wissensmanagement-Projekte bei der EADS

5.1.1 Know-How-Management

Das Projekt Know-How-Management wurde vom Center Bildung/Führungskräfteförderung durchgeführt. Im Mittelpunkt dieses Projekts steht der MA und sein Wissen (Know-how), seine Erfahrungen sowie seine Fähigkeiten in beruflicher als auch privater Hinsicht. Erste Aktivitäten zu diesem Thema fanden bereits im Mai 1994 in Form eines Workshops statt.

Hintergrund war die Feststellung, dass immer wieder Tätigkeiten doppelt ausgeführt wurden, da der Überblick, wer kann was und wer hat was schon einmal gemacht, fehlte. Wenn man aber die Möglichkeit hätte, auf relevantes Wissen schnell zuzugreifen, so könnte die Gefahr von Mehrfachaktivitäten erheblich reduziert werden. Außerdem würde man die Flexibilität und somit die Konkurrenzfähigkeit des Unternehmens steigern. Das Projekt Know-How-Management sollte hier Lösungsmöglichkeiten aufzeigen. Daraus folgend wurden inhaltliche Punkte für dieses Projekt abgeleitet. Das Projekt sollte:

- das Wissen der MA von der Art und vom Umfang her erfassen
- das relevante Wissen weiterentwickeln und sichern
- das Wissen zur richtigen Zeit und am richtigen Ort zur Verfügung stellen.

Während der Projektarbeit wurde beschlossen, die gesteckten Ziele durch die Erstellung einer sogenannten Know-how-Landkarte zu erreichen. Dazu sollte im Entwicklungsbereich mit einer kleineren Gruppe von MA (Segment ESB) ein Pilotprojekt gestartet werden. 1996

wurde dieses Pilotprojekt mit einem Workshop (22.11.1996), mit allen betroffenen MA begonnen. Als Ergebnis dieses Workshops wurde ein Know-How-Zirkel ins Leben gerufen.

Der Know-How-Zirkel bestand aus einer Gruppe von bis zu zehn MA, die auf regelmäßig stattfindenden, moderierten Treffen Wissensfragen bearbeiten und Vorschläge entwickeln sollten. Die Moderation übernahm dabei die Forschungsgruppe Wissen der Technischen Universität Hamburg Harburg (TUHH) vom Arbeitsbereich Arbeitswissenschaft (1-08/1). Das Ziel dieses Zirkels war die Suche von Möglichkeiten und Verfahren, um eine bestehende und sich entwickelnde Know-how-Landschaft abbilden zu können (**Wehner 1996**).

Die Arbeit im Zirkel lieferte sieben Strategien, mit denen man sich Fortschritte im Bereich Know-How-Management erhoffte. Diese Strategien waren:

- 1 Know-how-Bedarf erfassen und makeln
- 2 Aufgabenbezogene Entwicklung und Austausch von Know-how in Teams
- 3 Elektronischer Marktplatz
- 4 Personalressourcen erfassen und makeln
- 5 Dokumentation von Erfahrungen
- 6 Anpassung und Verbesserung bestehender Dokumentationssysteme
- 7 Informelle Know-how-Flüsse sichtbar machen. (**Nagel 1996**)

Bei der Auswertung der verschiedenen Ansätze mit Hilfe einer Entscheidungsmatrix wurde der Punkt „Know-how-Bedarf erfassen und makeln“ als die konsistenteste und aussichtsreichste Strategie ermittelt. Das Augenmerk dieser Strategie richtete sich auf die Erfassung der Know-how-Nachfrage. Die Nachfrage wollte man in einer Auftragsdatenbank verwalten, wo sie dann zur Bearbeitung hätte eingesehen werden können. Um die Nachfragen darzustellen und Veränderungen zu berücksichtigen, wurde das Intranet als internes elektronisches Kommunikationsnetz vorgeschlagen. Die Nachfrage nach Know-how (KH) würde dann systematisiert und an die einzelnen KH-Träger weitervermittelt werden. Eine Verständigung zwischen dem KH-Träger und dem Nachfrager würde dann durch elektronische Kommunikationsformen (Intranet, MEMO [ein Mailsystem, der Verfasser]) unterstützt werden (**Nagel 1996**).

Die nächsten Schritte bestanden in der Erfassung der Know-how-Ressourcen und des Know-how-Bedarfs. Weiterhin stand die Schaffung eines auf die Vermittlung zwischen KH-Nachfrager und KH-Träger zugeschnittenen Kommunikationsmittel (Software).

Die KH-Bedarferfassung sollte elektronisch, schematisiert in Form einer Stellenbeschreibung erfolgen. Zur Erfassung der KH-Ressourcen musste erst die Zustimmung des Betriebsrates eingeholt werden. Auch diese Erfassung sollte rein elektronisch und schematisiert erfolgen. Dabei sollte jeder MA sein individuelles KH-Profil selbst erstellen. Da man mit der Entwicklung eines Erfassungswerkzeugs noch nicht so weit fortgeschritten war, wurde die KH-Erfassung im Pilotprojekt durch eine „Persönliche Erhebungsmappe für Know How“ in

Papierform durchgeführt. Dabei mussten die MA die in der Mappe befindlichen Fragen, die in fünf Themenbereiche gegliedert waren, beantworten.

Mit Hilfe der einzelnen Ergebnisse der Erhebungsmappen wurde 1998 eine erste Know-how-Landkarte erstellt (**Anhang Bild A.3**). Werden mehrere dieser KH-Landkarten zusammengefasst, so erhält man die KH-Landschaft der entsprechenden Ebene. Im Anschluss an die Auswertung der Erhebungsmappen, wurden Tutorengespräche mit fast allen MA des Segments ESB durchgeführt, um die KH-Landkarte weiter zu ergänzen (**Dick 1998**).

Damit war zum ersten Mal die Möglichkeit gegeben, alle vorhandenen Erfahrungen eines MA, nicht nur in fachlicher Hinsicht, zu finden. Dadurch war man schon im Vorfeld in der Lage, den Ansprechpartner zu einem bestimmten Problem sehr differenziert suchen zu können. Ein weiterer Nutzen der KH-Landkarte bestand darin, Aufgaben an qualifizierte MA zu delegieren. Auch sind KH-Lücken und KH-Ballungen erkennbar, so dass sich der Qualifizierungsbedarf leichter steuern lässt.

Bei den das Projekt abschließenden Besprechungen wurden folgende Problempunkte erkannt:

- Schutzmechanismen gegen DASA externe Zugriffe müssen gefunden werden
- die Zustimmung des Betriebsrats ist erforderlich, da Personaldaten gespeichert werden
- die KH-Landkarten dürfen nicht zur Benachteiligung bei Gehaltsverhandlungen dienen
- das KH-Management ist nur zum Nutzen des Unternehmens
- Vorteile für den einzelnen MA sind nicht erkennbar
- Pflege des Systems ist sehr aufwendig (Aktualisierung alle sechs Monate).

Aus den oben genannten Punkten geht hervor, dass das Thema KH-Management von den MA und dem Betriebsrat überwiegend zurückhaltend betrachtet wird. Im Ganzen wird eine mit Vorteilen behaftete Durchführbarkeit eines solchen Projekts bezweifelt. Denn für die MA, die durch ihre freiwillige Kooperation das Projekt inhaltlich tragen sollen, ist kein spezifischer Nutzen erkennbar. Im Gegenteil, die oben genannten Punkte zeigen deutlich, dass sich die MA Sorgen machen und dadurch belastet werden. Das Wissen des Einzelnen sollte nicht inhaltlich aufgenommen und abgelegt werden, es war nur ein Überblick angestrebt. Da aber auch der nichtberufliche Teil gefragt war, war die Angst vor zu viel Transparenz sehr groß. Letztendlich wurde kein Beschluss zur finanziellen Unterstützung und somit zur Weiterführung des Projekts gefasst. Es kann festgehalten werden:

- soll ein Projekt wie KH-Management unter freiwilliger Mitwirkung der MA durchgeführt werden, dann muss unter allen Umständen ein Nutzen für die MA erkennbar sein
- jegliche Aktivitäten, welche die MA verunsichern könnten, müssen vermieden bzw. minimiert werden
- die Rechte der MA (z. B. Datenschutz) müssen berücksichtigt werden; Ansprechpartner ist hierbei der Betriebsrat.

5.1.2 Engineering Book of Knowledge (EBoK)

Bei der EADS hat das Segment Wissensmanagement (EIW) die Aufgabe Wissen zu erschließen, Wissen zu repräsentieren und Wissen zu speichern (siehe Hauptaufgaben des WM). Hier hinein fallen auch die Aufnahme und Aufbereitung von sogenannten Lessons Learned (LL) und Best Practice (BP).

Unter LL versteht man Wissen, welches aus Erfahrungen gewonnen wurde. Das schließt positive als auch negative Erfahrungen ein. Das zur Verfügung stellen und Beachten von LL soll positive Auswirkungen auf die Produkte und die produktbegleitenden Prozesse haben. Man erhofft sich auch eine Zeitersparnis durch das Bündeln von Erfahrungswissen.

Best Practice steht für eine bestimmte Vorgehensweise, die zum höchsten Qualitätsgrad für Produkte, Prozesse und Dienstleistungen führt. Bei BP geht es nicht um begründetes Wissen, sondern einfach darum, wie man etwas am besten macht, also um prozedurales Wissen.

Um diese BP und LL aufzunehmen und aufbereitet weiter zu verteilen, griff man bei EIW auf die Idee des EBoK zurück. Das EBoK ist eine webbasierte Verwaltung von LL und BP. Es soll ein Forum für das Zusammenarbeiten von MA sein, die an fachlich verwandten Aufgabenstellungen arbeiten und so eine „Community of Practice“ bilden. Das EBoK wurde Anfang der 90er Jahre in den USA bei Chrysler in Auburn Hills entwickelt und baute dort auf die Software Lotus Notes auf. Bei der EADS wurde das EBoK auf Java-Basis umgesetzt. Zusätzlich wurde ein komplexeres Datenmodell verwendet, welches auch Workflow Komponenten enthält. Auch das Sicherheitskonzept wurde verfeinert (**URL 5**).

Angemerkt sei noch, dass die Arbeit mit bzw. das Erstellen von LL im nordamerikanischen Bereich nicht unüblich ist. So haben z. B. T. Davenport und L. Prusak in ihrem Buch „Working Knowledge“ (**Davenport 1998**) die Erfahrungen, die British Petroleum mit ihrem „Virtual Teamworking project“ gemacht hat, in Form von Lessons Learned ausgewertet.

Inhaltlich ist das EBoK in Bücher und Kapitel bzw. Unterkapitel gegliedert. EBoK soll aber nicht als bloßes Software-Werkzeug betrachtet werden, denn es definiert Zuständigkeiten, Hierarchien und Arbeitsabläufe. Es wird administrativ in sogenannte Tech Clubs (TC) gegliedert. Diese Tech Clubs repräsentieren die Communities of Practice, also Gruppen von MA, die an fachlich ähnlichen Problemen arbeiten. Diese TC sollen für einen bereichsübergreifenden Informationsaustausch sorgen. Der spezielle TC, der für das Projekt IMA gegründet wurde, hieß Avionic Tech Club (ATC).

Der ATC, als ein Teil des EBoK und stellvertretend für alle anderen TC's, war wie nachfolgend beschrieben strukturiert (**Bild 5.1**).

An der Spitze eines jeden TC steht der **Tech Club Executive**, im Falle des ATC hieß er ATC-Sponsor. Der ATC, und allgemein der TC Executive, ist für die Einrichtung des TC und für

dessen Zielrichtung verantwortlich. Er vertritt den ATC gegenüber der Geschäftsführung. Weiterhin bestimmt er den „Tech Club Coordinator“.

Darunter folgt der **TC Coordinator**, hier der ATC Coordinator. Er ist für den Inhalt und die Struktur des TC verantwortlich. Er benennt die Book Owner (Kapitelverantwortliche).

Die unter dem TC Coordinator liegende Ebene bilden die verschiedenen **Book Owner** (Kapitel-Verantwortliche). Sie sind für den Inhalt des Kapitels verantwortlich und müssen die Inhalte sachlich richtig, vollständig und stets aktuell mit allen Betroffenen abstimmen. Sie bestimmen den Workflow der einzelnen Beiträge.

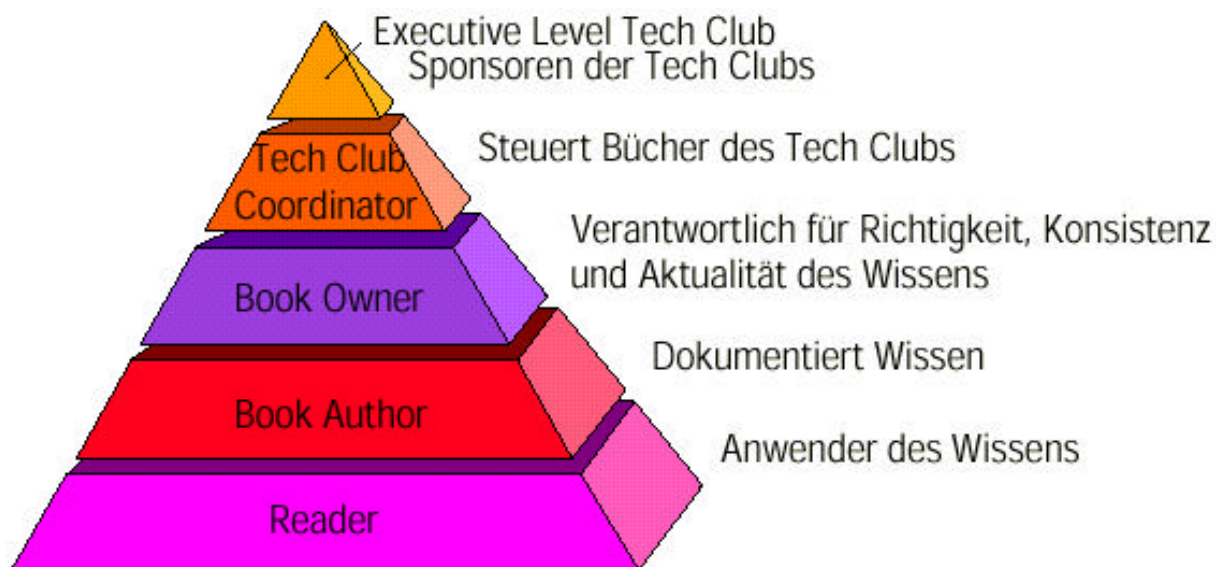


Bild 5.1 Administrative Gliederung des EBoK (URL 1)

Die tragende Rolle spielen aber die Autoren (**Book Author**), denn sie erstellen die LL und BP für ihren speziellen Aufgabenbereich. Nachdem sie eine LL oder BP im Status „Draft“ erstellt haben, informieren sie den entsprechenden Book Owner über ihre Vorschläge. Wenn die Vorschläge mit den Kommentaren zurückgekommen sind, nehmen die Autoren die notwendigen Anpassungen zur Fertigstellung der LL oder BP vor. Der Book Owner stellt dann die LL bzw. BP in den Status „Final“.

Die Leser (**Reader**) sind die potentiellen Anwender des gespeicherten Wissens. Für die einzelnen TC sind nur bestimmte Personen als Leser bzw. Anwender vorgesehen. Nur diese Personen erhalten das Recht die EBoK Einträge des TC lesen zu dürfen.

Schließlich gibt es noch den **Account Manager**, der den TC in allen Belangen des EBoK-Prozesses unterstützt (**Adameck 2000**).

Ein Beispiel einer LL im EBoK, wie sie im Intranet abrufbar ist, zeigt das **Bild 5.2**.

ENGINEERING BOOK OF KNOWLEDGE

LESSON LEARNED

Titel:	Redundante Datenhaltung
Autor:	Stephan Schulz
Schlagworte:	
Datum:	3/2/00
Status:	FINAL

Redundante Datenhaltung

Kurzfassung: Die redundante Datenverwaltung in unserer heutigen Systemlandschaft stellt das Configuration Management vor unlösbare Aufgaben - zumal wenn ein automatischer Abgleich der verschiedenen Systeme nicht realisierbar ist.

Beschreibung: Die redundante Datenverwaltung in unserer heutigen Systemlandschaft stellt das Configuration Management vor unlösbare Aufgaben - zumal wenn ein automatischer Abgleich der verschiedenen Systeme nicht realisierbar ist. Die gleiche Information wird heute in verschiedenen Datenbanken gespeichert und unabhängig voneinander geändert oder mit zusätzlichen Informationen versehen. Um am Ende des Lebenszyklus einen Abgleich fahren zu können, muß ein hoher Aufwand betrieben werden, wobei ein Traceability der erfolgten Änderung nicht vollständig nachvollziehbar ist. Mit Hilfe eines modernen PDM-Systems (Eklusivität der Daten, Verwendung durch Links) über den gesamten Lebenszyklus des Produktes A/C mit entsprechend eindeutigen Regeln zur Steuerung und Änderung der Daten (Configuration Management) ist die Eindeutigkeit des Dateninhaltes und deren Gültigkeit sicherzustellen. Die Configuration Management Requirements für solch ein PDM-System werden zur Zeit erstellt.

Bild 5.2 EBoK im Intranet (URL 4)

Mit Hilfe des EBoK sollen folgende Punkte erreicht werden:

- positive und negative Erfahrungen sollen auch nach dem Ausscheiden der MA erhalten und nutzbar bleiben, damit sollen Fehler nur einmal gemacht werden
- abschließende Erkenntnisse und die daraus resultierenden Entscheidungen sollen nachvollziehbar und vollständig belegt sein
- wichtiges Wissen soll zu allen Beteiligten übertragen werden
- vollständige und frühzeitige Bereitstellung von Wissen und Information im Entwicklungsprozess
- Ermöglichen eines besseren Informationsflusses
- Lerngeschwindigkeit bei schneller wachsenden Anforderungen erhöhen, und somit auch das Einarbeiten neuer MA beschleunigen
- Aufwand zum Suchen und Finden von Information und Wissen reduzieren (URL 5).

Abschließend sollen noch einige Punkte erwähnt werden, die eine Einschätzung des Werkzeugs EBoK aus persönlicher Sicht des Autors wiedergeben.

- Den ersten Ansatz, nur bestimmte MA als Leser also Anwender zuzulassen, finde ich zu restriktiv. Je mehr die Anzahl der Nutzer eingeschränkt wird, desto mehr beraubt man sich der Möglichkeit ein nützliches Feedback zu erhalten. Man engt damit sozusagen den Suchraum für das Wissen ein.
- Administrativ wird zuviel Aufwand betrieben, vier Hierarchieebenen, um die Erfahrungen der einzelnen MA aufzunehmen, sind übertrieben.
- Der Prozess des Prüfens durch die Book Owner Ebene ist zu aufwendig und hemmt die Kreativität der MA.
- Da das EBoK ein extra Werkzeug ist, und somit nicht in den Arbeitsprozess eingebunden ist, wird die Nutzung dieses Tool durch die MA als extra Arbeit und deshalb als zeitraubend angesehen.
- EBoK funktioniert nach dem unvoreilhaftem Prinzip, dass man erst etwas geben muss, nämlich das Erfahrungswissen, um später vielleicht einen Nutzen daraus ziehen zu können.

Trotz der genannten Punkte möchte ich Folgendes deutlich machen: EBoK ist kein gescheitertes oder funktionsuntüchtiges Vorhaben, obwohl es im Falle des ATC innerhalb von drei Monaten nicht einen Eintrag gegeben hat. Als globales Werkzeug der Wissensspeicherung und -verteilung ist es gut geeignet. Der Prozess der Wissensaufnahme, das heißt das Füllen von EBoK mit LL und BP, wurde durch den EBoK Prozess nicht abgebildet. Dies ist aber der wichtigste Prozessabschnitt, weil er das schwächste Glied in der Kette von EBoK darstellt. Wenn jeweils lokal auf die Besonderheiten der Tätigkeiten der MA durch einen angepassten Wissensaufnahme-Prozess eingegangen wird, kann sich die gute Idee des EBoK durchsetzen.

5.2 Allgemeine Vorgehensweise für das Einführen von Wissensmanagement

Dieser Abschnitt soll einen Überblick geben, wie man bei der Einführung von WM-Komponenten in anderen Arbeitsbereichen allgemein vorgehen kann. Die hier genannten Punkte spiegeln das durch Erfahrung gewonnene Wissen dieser Diplomarbeit wider.

Will man in einen vorhandenen Arbeitsprozess eingreifen und ihn z. B. durch das Einfügen neuer Prozess-Komponenten verändern, sollte man die nachfolgenden Punkte beachten:

1. Das neue Konzept muss auf die Abläufe und Vorgehensweisen des betroffenen Arbeitsbereiches (hier der Entwicklungsbereich) abgestimmt werden. Dazu muss dieser Arbeitsbereich eingehend analysiert werden, um festzustellen wo die Stärken und Schwächen liegen. Man versucht, ein globales Verständnis von Arbeitsbereich und -umgebung zu gewinnen und somit die Potentiale herauszuarbeiten.

2. Bei der Einführung des Konzepts müssen eventuell schon vorhandene Systeme und Ablaufprozesse, die mit den einzuführenden neuen Komponenten in Berührung stehen bzw. Teile davon eventuell schon implizit enthalten, identifiziert werden (hier sind WM-Komponenten im RE enthalten). Danach müssen auch diese zum besseren Verständnis analysiert und nachvollzogen werden.
3. Bei der Einführung ist weiterhin zu prüfen, ob vielleicht schon Werkzeuge zur Unterstützung der identifizierten Systeme und Ablaufprozesse benutzt werden oder ob neue Werkzeuge eingeführt werden müssen. Hierbei ist es vorteilhafter auf ein schon bestehendes, funktionierendes und von den MA akzeptiertes Werkzeug zurückzugreifen. Es entfällt dabei die Eingewöhnungsphase, und die Akzeptanz der MA muss nicht erst zeitintensiv geschaffen werden.
4. Es ist zu prüfen, ob es schon Projekte gab, die auf die Veränderung des betreffenden Arbeitsbereiches abzielten oder die das aktuelle Thema in einen anderen Arbeitsbereich einführen wollten. Für das derzeitige Projekt ist es wichtig zu wissen, warum vorangegangene Projekte gescheitert sind oder erfolgreich waren.

Für den hier betrachteten Fall der Einführung von WM kann durch die Berücksichtigung der vorgenannten Punkte Folgendes festgehalten werden:

- Der betroffene Bereich ist der Entwicklungsbereich für Systeme. Er ist sehr wissens- und kostenintensiv. **Kapitel 3.2** beschreibt den Entwicklungsprozess bei der EADS Airbus GmbH.
- WM-Komponenten sind im RE-Prozess zu finden. Das RE hat außerdem einen sehr großen Einfluss auf die möglichen Entwicklungskosten (**Bild 3.1**). **Kapitel 4** beschreibt das RE.
- Es wird zur Zeit kein Werkzeug zur Durchführung oder Unterstützung von RE benutzt. Da ein Werkzeug für das RE vorgesehen ist, ist es sinnvoll in dieses Werkzeug gleich die WM-Komponenten zu integrieren. So wird der Einführungsaufwand eines extra WM-Werkzeugs auf das Erlernen einer erweiterten Funktion im RE-Werkzeug beschränkt.
- Das Ziel WM einzuführen, sollte mindestens in zwei Schritten erfolgen. Der ersten Schritt stellt Funktionen sicher, die den MA einen direkten Vorteil also einen Nutzen bringt. Die Nutzung dieser Funktionen liefert Informationen, welche die Grundlage für den zweiten Schritt darstellen. Im zweiten Schritt sollen die Anwendungsergebnisse des ersten Schritts in sichtbare Ergebnisse des WM umgewandelt werden. Zwar werden auch im ersten Schritt durch verbesserte Kommunikation Ergebnisse aus WM-Sicht erzeugt, diese sind aber nach außen nicht sichtbar.
- Grundsätzlich sollten im ersten Schritt alle MA der entsprechenden Arbeitsgruppe die neue Funktionalität nutzen können. Im zweiten Schritt soll diese Arbeitsgruppe entscheiden, welches Wissen sie an alle weiteren MA weitergeben will und dieses dann über ein globales WM-Werkzeug (z. B. EBoK) verfügbar machen.
- Den MA muss so viel Freiraum gelassen werden, dass sie ihre Kreativität ungehemmt nutzen können. Dabei sind auch sprachliche Barrieren zu beachten.

5.3 Praktische Durchführung

5.3.1 Die Einführung der „Response-Klasse“

Die Einführung einer neuen Klasse in das bisher verwendete Datenmodell (**Bild 4.9**) ist dem ersten Schritt der Einführung von WM zuzuordnen (vgl. **Kapitel 5.2**). D. h. sie soll eine Funktion bieten, die den MA einen Vorteil bei ihrer Arbeit verschafft und gleichzeitig durch Sammlung von Informationen die Grundlagen für den zweiten Schritt legt.

Bei der im vorigen Kapitel unter Punkt 2 vorgeschlagenen Analyse des RE-Prozesses stellte sich heraus, dass die Analyse der Requirements im Fall IMA unter starker Mitwirkung der Zulieferer geschieht. Von den MA des Segments ESB wird einheitlich ausgesagt, dass die Zulieferer einen starken Einfluss auf die Entwicklung haben. Wenn eine solch starke Beziehung zwischen IMA-Gruppe und Zulieferern besteht, ist davon auszugehen, dass es zwischen Beiden einen Wissens- und Erfahrungsaustausch gibt. Der Analyse-Prozess wird wiederum sehr durch die Kommunikation zwischen IMA-Gruppe und Zulieferern getrieben. Diese Tatsache und der Punkt, dass die Kommunikation durch das RFI und die Antworten der Zulieferer initiiert wird, lässt die RFI-Antworten Gegenstand des WM werden. Es wird angenommen, dass die Antworten der Zulieferer implizites Wissen enthalten. Dieses ist für die IMA-Gruppe nicht sofort als solches zuerkennen. Hier entstand die Idee, das vorhandene Datenmodell (**Bild 4.9**) um eine Klasse, welche die Antworten als Informationsobjekte enthält, zu erweitern.

Um eine neue Klasse bedarfsgerecht zu erzeugen, mussten zuerst die Anforderungen, welche die IMA-Gruppe an eine solche Klasse hatte, deutlich gemacht werden. Dazu gab es mehrere Gespräche mit dem RFI-Verantwortlichen, die zu folgenden Anforderungen führten:

- 1 Die neue Klasse soll alle Antworten der Zulieferer aufnehmen
- 2 Die neue Klasse soll die Auswertung der Antworten durch Vergabe von Attributen unterstützen.

Zusätzlich zu den von der IMA-Gruppe geforderten Requirements wurden auch im Hinblick auf eine spätere WM-Nutzung, z. B. das Sichtbarmachen des in den Antworten enthaltenen impliziten Wissens, weitere Anforderungen gestellt:

- 3 Die neue Klasse soll die einzelnen Antworten eindeutig identifizierbar und somit leicht wiederfindbar als Informationsobjekte verwalten
- 4 Die neue Klasse soll eine Beziehung zur Requirement-Klasse besitzen, um jede einzelne Antwort zu dem entsprechenden Requirement verbinden (Link herstellen) zu können.
- 5 Die neue Klasse soll eine Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Antworten ermöglichen

6 Die neue Klasse soll die Suche nach einzelnen oder mehreren Antworten zulassen, die bestimmten Randbedingungen genügen.

Bevor die neue Klasse eingerichtet werden konnte, mussten noch die Attribute, welche die einzelnen Antworten beschreiben sollten, definiert werden. Auch dies geschah unter Einbeziehung der IMA-Gruppe. Mit den Attributen wurden gleichzeitig die Attribut-Werte definiert. Dieses Vorgehen, das Auswählen von vorgegebenen Werten, soll die Vergleichbarkeit der Objekte untereinander als auch die Auswertbarkeit durch die Datenbank vereinfachen. Die **Tabelle 5.1** zeigt die Attribute zusammen mit den jeweils möglichen Werten.

Tabelle 5.1 Attribute und Werte der neuen Klasse (Response)

Attribute	Werte
Current Status	Current, Replaced, Expanded, Focused, Deleted, Proposed, Accepted, Rejected
Compliance by DA	Good, satisfactory, partial, not, alternative: convenient, alternative: unfavourable
Compliance by Supplier	Possible, not possible, possible with restrictions
Confidence	High, medium, low
Risk	State of the Art, Demonstrated, New Technology
Author/Supplier	Name des Zulieferers
Requirement Number	die jeweils betroffene Requirement-Nummer

Nachdem alle Anforderungen an die neue Klasse aufgenommen waren, wurde mit der Umsetzung begonnen. Mit Hilfe des Programms *icMANAGE* wurde eine neue Klasse (**Bild 5.11**) in das bestehende Datenmodell eingefügt. Diese neue Klasse wurde *Response* genannt. Im Weiteren wurden die Attribute in der Datenbank definiert. Das **Bild 5.3** zeigt hierbei die Arbeit mit *icMANAGE*.

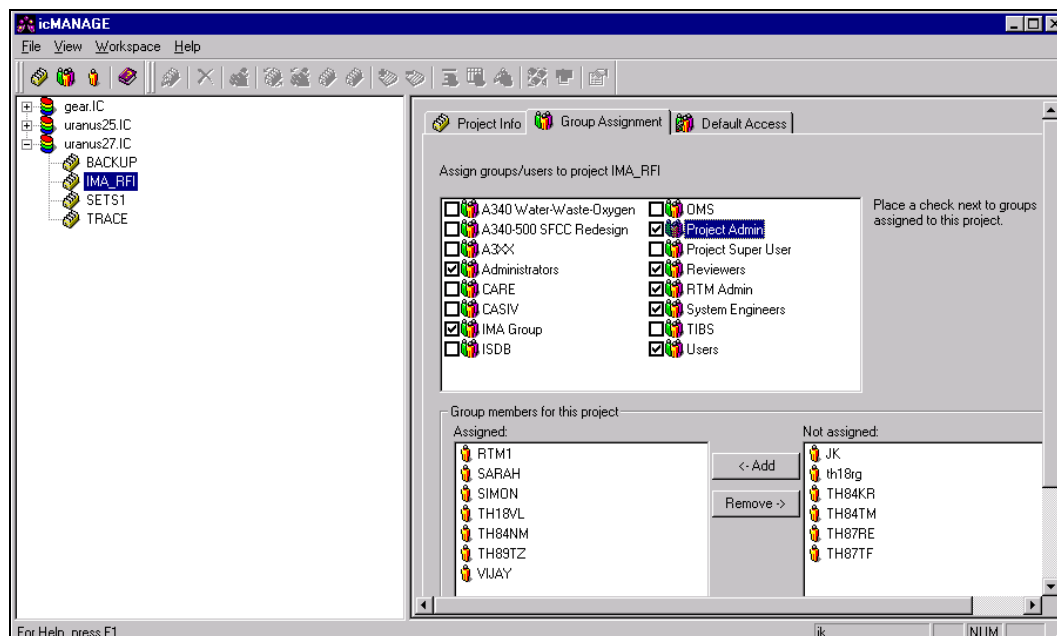


Bild 5.3 Zuweisung von Nutzergruppen

Auf die Definition der Attribute, Werte in der Datenbank und der Auswahl der benötigten vordefinierten Systemattribute folgte die Erstellung einer geeigneten Benutzeroberfläche. Um diese zu generieren, wurde das Programm *icCONCEPT* benutzt. Hier können unter dem Menüpunkt *Layout* die Ein- und Ausgabeoberfläche so gestaltet werden, wie es die Bedürfnisse der Nutzer erfordern. Die fertige Benutzeroberfläche wird im **Bild 5.4** dargestellt.

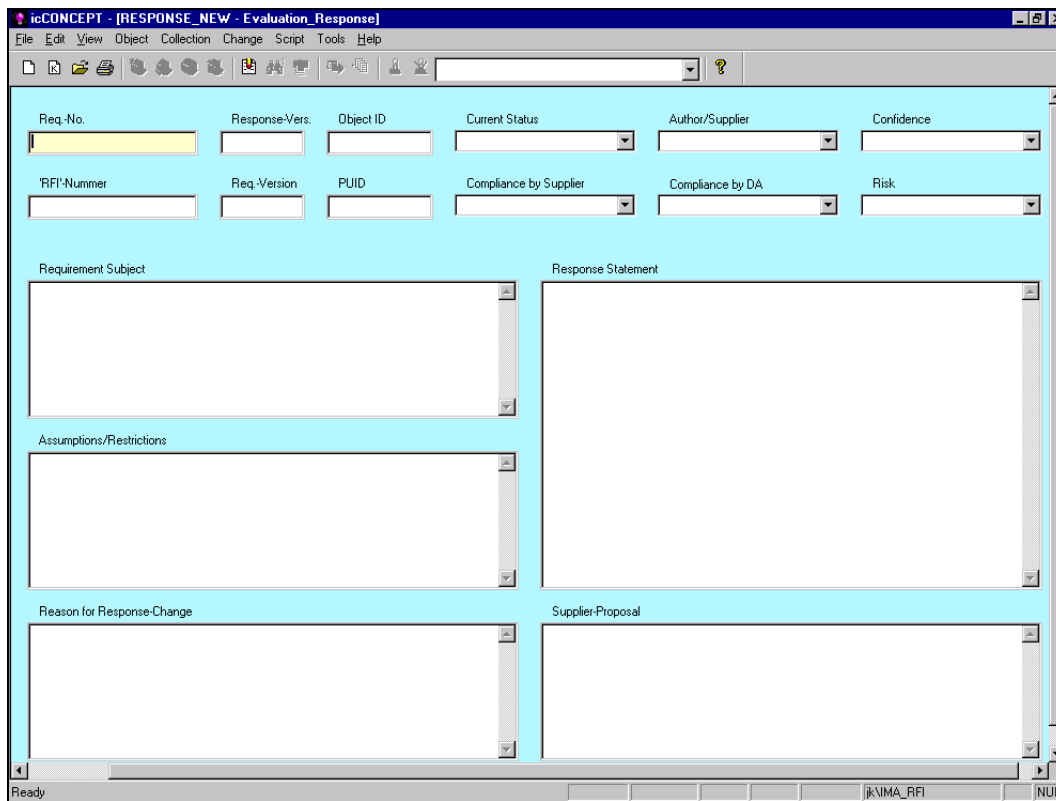


Bild 5.4 Die Benutzeroberfläche der Response-Klasse

Die Response-Klasse und eine entsprechende Benutzeroberfläche waren damit verfügbar. Da aber die Auswertung der Antworten aus Zeit- und Personalgründen schon früher begonnen werden musste, wurde eine vorläufige Excel-Tabelle (**Anhang Bild A.4**) zur Aufnahme der Daten zur Verfügung gestellt. Daher befanden sich noch keine Daten in dem Projekt IMA_RFI. Als nächster Schritt mussten die sich in der Excel-Tabelle befindenden Daten in die RTM Datenbank übertragen werden. Dazu wurde die Funktionalität *CSV Wizard* des Programms *icEXPLORER* genutzt (**Bild 5.5**).

Um die Daten aus der Excel-Tabelle importieren zu können, mussten die Tabelle zuerst in einer CSV-Datei gespeichert werden. Hierbei trat das Problem auf, dass die Rechner, die im deutschsprachigen Raum verwendet werden, das Semikolon als Trennzeichen benutzen, anstatt des Kommas (csv steht für comma sperated value). Der *CSV Wizard* des Programms *icEXPLORER* akzeptiert nur Komma, Tab oder Space als Trennzeichen (**Anhang Bild A.5**).

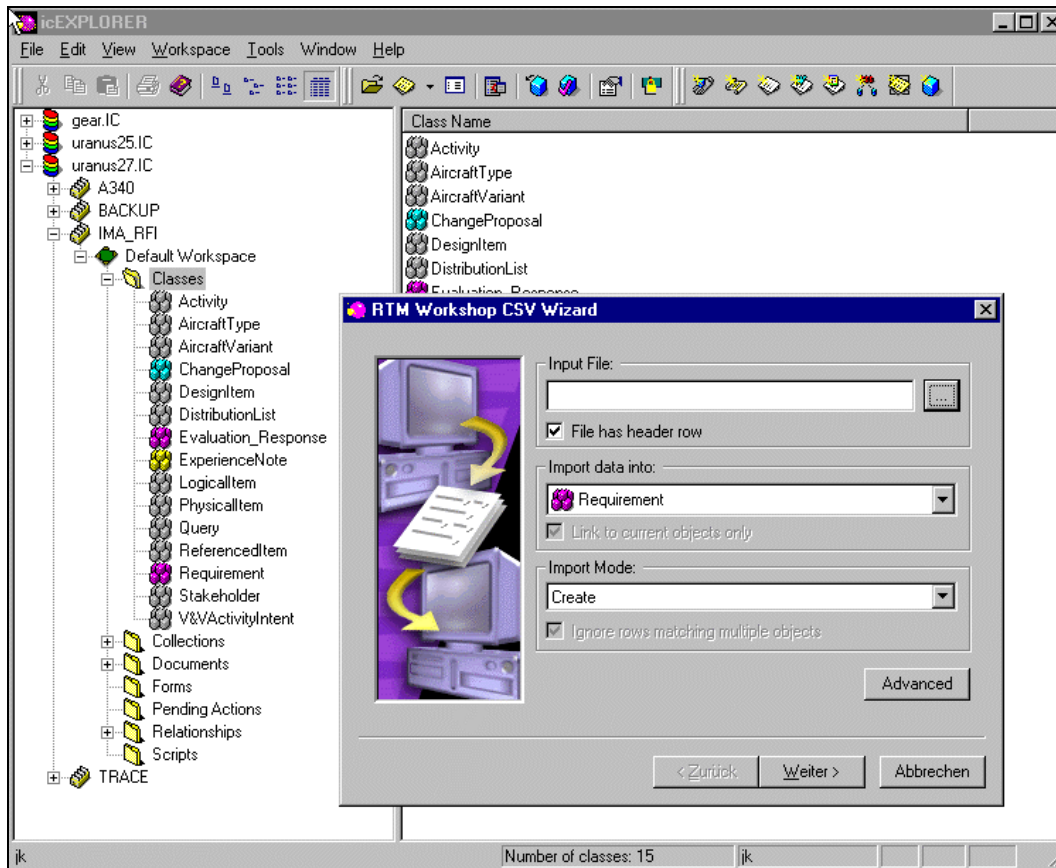


Bild 5.5 Der CSV-Import im *icEXPLORER*

Über einen Umweg konnten die Daten trotzdem übertragen werden. Die Daten in der Excel-Tabelle wurden auf Semikola hin untersucht. Wenn ein Semikolon gefunden wurde, wurde dieses durch zwei Kommazeichen ersetzt. Danach wurde die Excel-Tabelle im CSV-Format gespeichert. Jetzt wurde die CSV-Datei mit dem Programm Wordpad geöffnet und alle vorhandenen Semikola durch je ein Tab ersetzt. Somit beinhaltete die Datei ein von RTM anerkanntes Trennzeichen und alle Daten konnten in die Datenbank übertragen werden.

Nach der Datenübertragung mussten abschließend noch die Verbindungen (Links) von den einzelnen Antworten zu den entsprechenden Requirements hergestellt werden. Dazu wurde vorher eine CSV-Tabelle erzeugt, die alle Requirement Nummern der importierten Antworten enthielt. Mit dem *CSV Wizard* des *icEXPLORERs* wurden diese Verbindungen automatisch eingerichtet. Damit war die Response-Klasse vollständig implementiert und arbeitsfähig.

Die IMA-Gruppe benutzt jetzt die Response-Klasse um weitere Antworten direkt in die Datenbank einzutragen. Vorhandene Antworten wurden weiter editiert, um eventuelle Fehler zu beseitigen oder verbesserte Einschätzungen der Antworten zu dokumentieren. Es wurden auch Scripte zur automatischen Datenbanksauswertung geschrieben, um den Vergleichs- und Überprüfungsprozess zu beschleunigen. Das **Bild 5.6** zeigt ein solches Script zusammen mit der daraus resultierenden Tabelle, im Anhang zeigt **Bild A.6** eine Statistik, deren Inhalt manuell von der Datenbank abgerufen wurde. Ein weiterer Vorteil zeigt sich, wenn man eine

detaillierte manuelle Auswertung vornehmen will. Im Anhang zeigt das **Bild A.7** einen Blick auf einen Bildschirm, der im oberen Teil das Requirement abbildet und im unteren Teil alle damit verbundenen Antworten (über Links) bereithält. Damit wird eine Übersichtlichkeit und Vergleichbarkeit geschaffen, die auf herkömmlichen Wege nicht zu realisieren gewesen wäre. Der wichtigste Punkt ist aber, dass man die Rückverfolgbarkeit (traceability) vom Ursprung (Requirements) zu allen folgenden Objekten (Antworten) aufrecht erhält.

The screenshot shows the icCONCEPT software interface. At the top, there is a menu bar with 'File', 'Edit', 'View', 'Object', 'Collection', 'Change', 'Script', 'Tools', and 'Help'. Below the menu bar is a toolbar with various icons. The main window displays a SQL script in a text area:

```
select <Compliance by DA>DA_COMPLIANCE <Compliance by Supplier>SUPPLIER_COMPLIANCE
<Author>AUTHOR <Req.-No.>REQ_NO <Response Statement>RESPONSE_STATEMENT
<Assumptions/Restrictions>ASSUMPTIONS_RESTRICTIONS
<Supplier-Proposal>SUPPLIER_PROPOSAL STATUS from Evaluation_Response where
DA_COMPLIANCE = 'not' AND SUPPLIER_COMPLIANCE = 'not possible' AND STATUS not in
('Deleted')
```

Below the script is a table with the following data:

#	Compliance by DA	Compliance by Supplier	Author	Req.-No.	Response Statement
1	not	not possible	Honeywell	D-SB-04-42-00-037	2.2.1.1.6 Requirements for Platform derived from Cabin
2	not	not possible	Honeywell	D-SB-04-42-00-038	2.2.1.1.6 Requirements for Platform derived from Cabin
3	not	not possible	Honeywell	D-SB-04-42-00-047	2.2.1.1.8 Requirements for Platform derived from Doors and
4	not	not possible	Honeywell	D-SB-04-42-00-048	2.2.1.1.8 Requirements for Platform derived from Doors and
5	not	not possible	Honeywell	D-SB-04-42-00-057	2.2.1.1.9 Requirements for Platform derived from Fresh Air
6	not	not possible	Honeywell	D-SB-04-42-00-196	2.2.10 Expansion requirements and capabilities
7	not	not possible	Sextant	D-SB-04-42-00-117	2.2.3.9 Fault Monitoring
8	not	not possible	Sextant	D-SB-04-42-00-118	2.2.3.9 Fault Monitoring
9	not	not possible	Sextant	D-SB-04-42-00-215	2.2.12 Power Supply Characteristics, p186 Sextant B
10	not	not possible	Honeywell	D-SB-04-42-00-235	2.2.23.4.2 Languages and Compilers
11	not	not possible	Honeywell	D-SB-04-42-00-248	2.2.24 User Modifiable Software / Configuration Tables Requ
12	not	not possible	Honeywell	D-SB-04-42-00-275	2.2.26.2.4 MMEL aspects Refer to (R272).
13	not	not possible	Honeywell	D-SB-04-42-00-396	2.2.26.2.4 MMEL aspects Refer to (R272).
14	not	not possible	Honeywell	D-SB-04-42-00-397	2.2.26.2.4 MMEL aspects Refer to (R272).
15	not	not possible	Sextant	D-SB-04-42-00-261	2.2.26.1.2 Systems failures effects on platform/domain
16	not	not possible	Sextant	D-SB-04-42-00-271	2.2.26.2.2 Domain and Platform
17	not	not possible	Sextant	D-SB-04-42-00-396	2.2.26.2.4 MMEL aspects
18	not	not possible	Sextant	D-SB-04-42-00-279	2.2.28 Maintenance and Maintainability

At the bottom of the window, there is a status bar with the text 'Create new object' and 'ik\IMA_RFI'.

Bild 5.6 Script mit Ergebnistabelle

Auf die Vorteile einer automatisierten Datenbankauswertung soll hier nicht weiter eingegangen werden. Vielmehr sollen die Vorteile herausgestellt werden, die die Nutzung der Datenbank in Bezug auf WM bietet. Durch die Beschreibung der Antworten mit Attributen und durch die Datenbankfunktionalität ist man jetzt in der Lage, die Scripte so zu gestalten, dass die Antworten nach Übereinstimmung logischer Verknüpfungen von Attributen untersucht werden können. Im **Bild 5.6** wird dies schon angedeutet, hier wird nach Diskrepanzen im Verständnis der Machbarkeit gesucht. Während die Zulieferer es als nicht möglich ansehen das Requirement zu erfüllen, sagt die DA, dass sie mit der Einschätzung der Zulieferer nicht einverstanden ist. Dafür kann es mehrere Möglichkeiten geben:

1. Die DA verfügt über derart aktuelles Wissen, welches den Zulieferern noch nicht zur Verfügung steht.
2. Die Zulieferer haben den Inhalt der Anforderung nicht vollständig verstanden.
3. Die DA ist bei ihren Anforderungen von falschen Voraussetzungen ausgegangen und die Zulieferer haben einen besseren Überblick.

In jedem Fall ist eine nähere Untersuchung notwendig, die klärt, warum es zu einer solchen Konstellation gekommen ist. Für den ersten Fall muss überdacht werden, ob der Zulieferer der Richtige ist. Im zweiten Fall muss die Anforderung auf Eindeutigkeit und Verständlichkeit hin überprüft werden. Der letzte Fall ist aus WM-Sicht der interessanteste. Denn, ergibt die Suche nach einer solchen speziellen Verknüpfung tatsächlich Resultate, muss angenommen werden, dass die Zulieferer über Wissen verfügen, welches der DA unbekannt ist. Durch diese spezielle Möglichkeit der Auswertung wird das implizite Wissen, welches in den Antworten steckt, in explizites und damit nutzbares Wissen umgewandelt. In diesem besonderen Fall wurden durch die gezielte Suche 23 Treffer angezeigt, bei einer vorhandenen Menge von rund 1000 Antwort-Objekten, eine sehr geringe Zahl. Durch eine konventionelle Auswertung wären einige der Ergebnisse sicher nicht gefunden worden.

Mit der Generierung und Nutzung solcher Scripte wird aus WM-Sicht ein weiterer Vorteil für den Entwicklungsprozess sichtbar. Das Erstellen von vollständigen und sachlich richtigen Requirements wird, wie bereits erwähnt, stark durch die Mitwirkung der Zulieferer vorangetrieben. Dabei spielt die Kommunikation eine sehr große Rolle. In Workshops mit den jeweiligen Zulieferern wird die Requirement-Entwicklung vorangetrieben. Durch die Verwendung der Ergebnisse der Scripte, kann diese Kommunikation gleich in Richtung auf die entscheidenden Probleme gelenkt werden. Der aktuelle Stand, der als kritisch anzusehenden Requirements, kann jederzeit abgerufen und in die Kommunikation eingebracht werden.

Da Kommunikation eines der wichtigsten Mittel bei der Wissensgenerierung ist, ist die Unterstützung, Förderung und Lenkung dieser Kommunikation durch die Auswertungsergebnisse ein wichtiger WM-Aspekt.

5.3.2 Die Einführung der „Experience Note“

Die Einführung dieser neuen Funktion ist ebenfalls dem ersten Schritt der Einführung von WM zuzuordnen (vgl. **Kapitel 5.2**). Trotzdem bietet sie eher die Möglichkeiten eines WM-Werkzeugs und vereinfacht damit den Übergang zum zweiten Schritt der WM-Einführung (sichtbare WM-Ergebnisse liefern). Der technische Hintergrund ist wie schon bei der Response-Klasse die Erweiterung des Datenmodells um eine neue Klasse. Der prinzipielle Aufbau der Experience Note wird in **Bild 5.7** dargestellt.

Experience Note	
Autor :	Note Nr.:
Datum :	Req. Nr.:
Zustand :	Req.Version:
Titel/ Suchbegriffe [FREITEXT]	
Erfahrungen Begründungen Konträre Standpunkte Ideen Fragen zu Unklarheiten usw. [FREITEXT]	

Bild 5.7 Aufbau der Experience Note

Mehrfach erwähnt wurde die Bedeutung der Kommunikation beim Prozess der Entwicklung und des WM. Hierbei steuert die Response-Klasse die Kommunikation in Richtung der Requirements, bei denen Klärungsbedarf besteht. In der Response- und in der Requirement-Klasse können Änderungen, z. B. durch die Funktionalität *History* (**Bild 5.8**) im *Visual Network Tool*, verfolgt werden. Dabei werden aber nur die fertigen Ergebnisse dokumentiert. Bei den jeweiligen Workshops mit den Zulieferern werden auch nur die Ergebnisse in Form von Protokollen (minutes of meeting) festgehalten. Warum und wie man zu dem jeweiligen Ergebnis kam, also der Weg, wird nicht dokumentiert und geht somit verloren. Er ist nicht mehr nachvollziehbar und daher für eventuell später zu treffende Entscheidungen nicht mehr nutzbar.

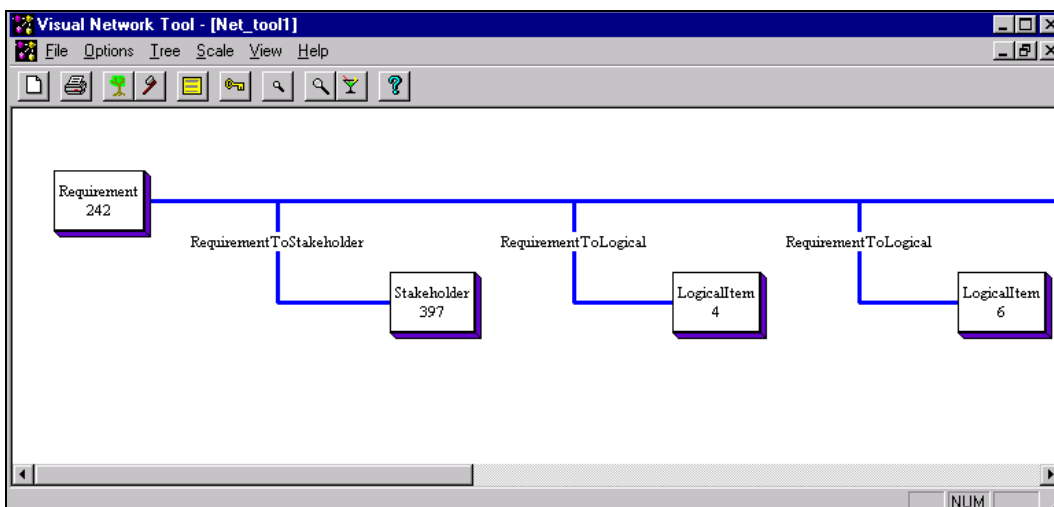


Bild 5.8 Nachvollziehbarkeit von Änderungen im *Visual Network Tool*

Die Erfahrungen, warum etwas funktionierte und besonders warum etwas nicht funktionierte, sind von sehr großer Bedeutung, z. B. als möglicher Ausgangspunkt für neue Entwicklungen. D. h., bei der Kommunikation, die den iterativen Prozess der Requirementsanalyse und somit den Entwicklungsprozess treibt, gehen wertvolle Informationen verloren (**Bild 5.9**). Damit ist eine Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen nicht mehr gegeben. Um diesem Umstand zu begegnen und Information und Wissen aufzunehmen, wurde die Klasse Experience Note geschaffen.

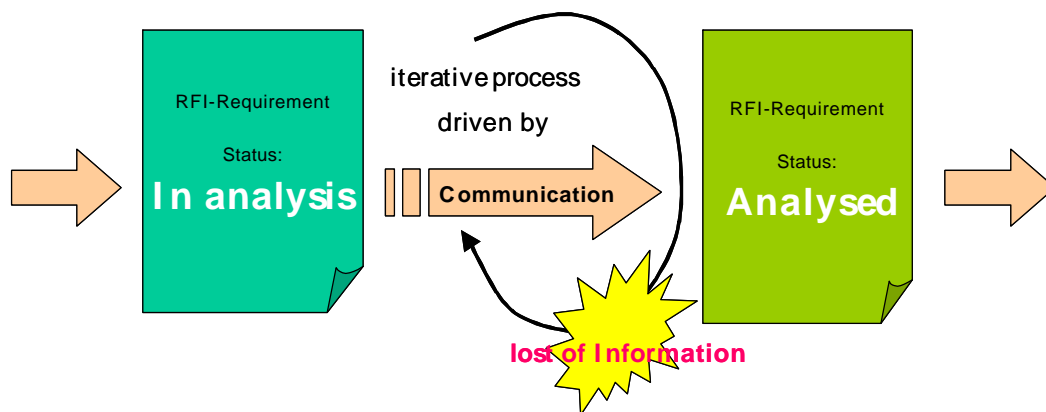


Bild 5.9 Verlust von Information und Wissen während des Analyseprozesses

Die Experience Note soll aber nicht nur die Begründungen einzelner Ergebnisschritte aufnehmen, sondern sie soll auch ein Kommunikationsmedium für alle am Projekt Beteiligten darstellen. Im Einzelnen soll die Experience Note:

- Erfahrungen aufnehmen
- Entwicklungsentscheidungen (Begründungen) dokumentieren
- Ideen festhalten
- Fragen speichern
- Konträre Punkte aufnehmen und sichtbar machen.

Wenn es eine direkte Verbindung der oben aufgeführten Punkte zu einzelnen Requirements gibt, werden diese Verbindungen durch Links in der Datenbank umgesetzt. Damit soll Folgendes erreicht werden:

- Nachvollziehbarkeit der Entscheidungsfindung sicherstellen
- Vorbereitung auf Meetings und Workshops durch zur Verfügung stellen aller wesentlichen Informationen unterstützen
- Informationen und Wissen strukturiert speichern und abrufen.

Damit soll zu jeder Zeit ein einfacher Zugriff auf alle mit den Requirement in Verbindung stehenden Informationen sichergestellt werden. Diese Informationen und dieses Wissen wäre sonst für weitere Prozesse verloren.

Weiterhin soll die Experience Note die Grundlagen für und den Übergang zum WM schaffen, indem nach der Nutzung der Experience Note die angefallenen Objekte von der Arbeitsgruppe auf eine Wiederverwendbarkeit für Dritte überprüft werden. Durch eine Teamentscheidung wird dann festgelegt, welche Informations- bzw. Wissensobjekte in einem WM-Werkzeug allen Anderen zur Verfügung gestellt werden sollen (**Bild 5.10**).

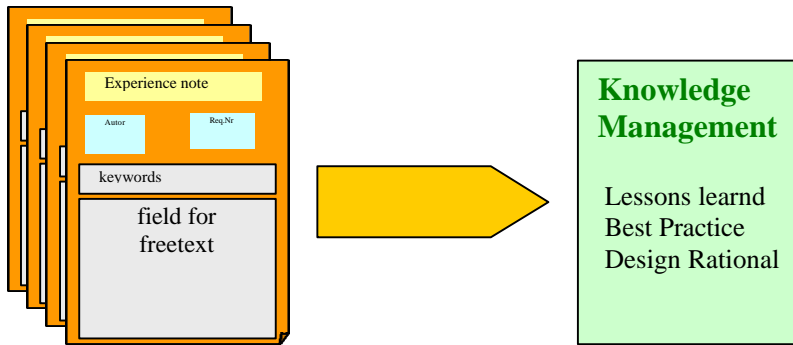


Bild 5.10 Übergang zum zweiten Schritt der Wissensmanagement-Einführung

Das Einarbeiten und Umsetzen der Experience Note Klasse geschah wie bei der Response-Klasse mit dem Programm *icMANAGE*. Zuerst wurde der Speicherplatz für eine neue Klasse in der RTM Datenbank reserviert, d. h. es wurde eine neue, leere Klasse in das Datenmodell eingefügt (**Bild 5.11**). Die neue Klasse bekam den Namen Experience Note (im Bild 5.11 eingekreist) und war somit für Nutzer und RTM Datenbank ansprechbar.

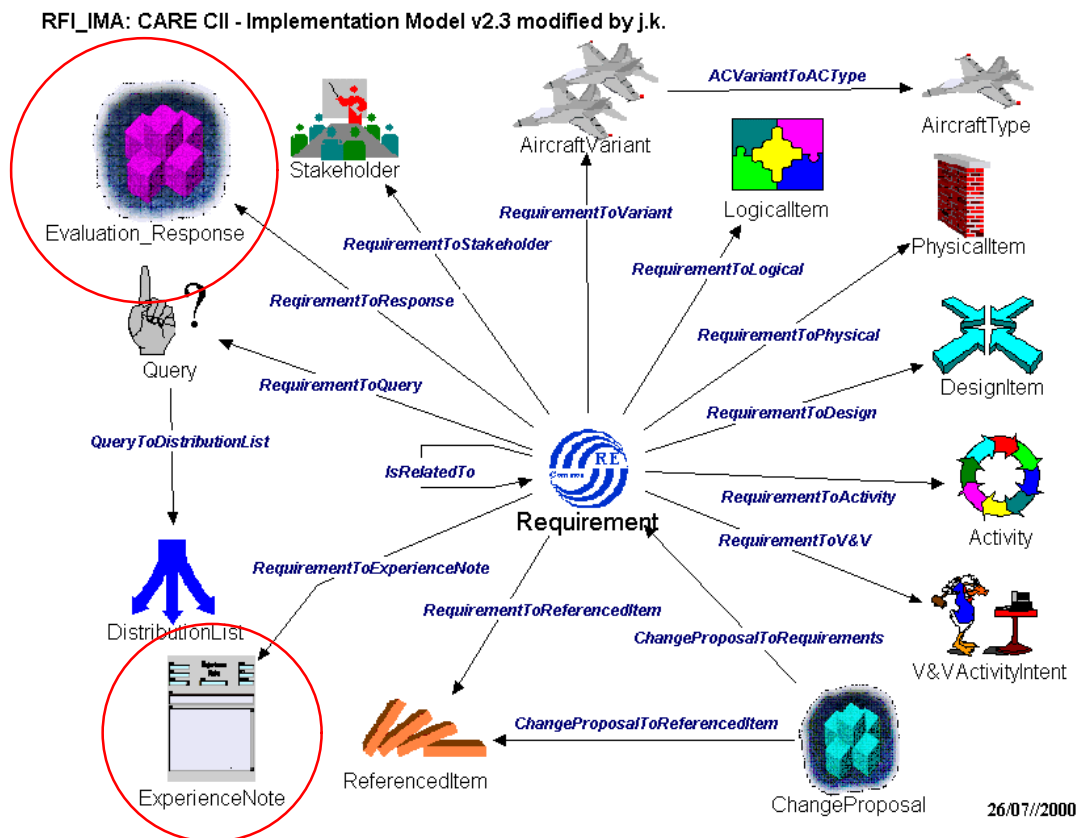


Bild 5.11 Das Datenmodell mit der Experience Note und der Response-Klasse

Die Benutzeroberfläche wurde so entwickelt, dass sie eine möglichst einfache Bedienung zulässt. Aus den vorangegangenen Projekten (KH-Management, EBoK) war deutlich geworden, dass Zeitverlust durch zuviel Administration und eigenständige, vom eigentlichen Arbeitsbereich losgelöste Werkzeuge zu einer schlechten Akzeptanz seitens der Nutzer führte. Um dem Rechnung zu tragen wurden möglichst wenige Attribute vergeben und nur ein freies Feld („Titel“) zur Eingabe von Suchbegriffen zur Verfügung gestellt. Dann wurde darauf geachtet, dass RTM möglichst viele von den notwendigen Attributen wie Autor, Datum und Note Nummer selbst einträgt und somit den Arbeitsaufwand minimiert. Die Experience Note kann auch grob nach vorgegebenen Einordnungsbegriffen klassifiziert werden. Dazu wurde das Feld „Inhalt“ zur Verfügung gestellt. **Tabelle 5.2** enthält die Felder der Experience Note mit den dazugehörigen Erklärungen.

Tabelle 5.2 Attribute bzw. Felder der Experience Note

Felder/Attribute	Erklärung
Autor	der Schreiber der Experience Note
Datum	Tag der Erstellung
Zustand	aktueller Status der Experience Note; z. B. offen, beendet
Inhalt	Auswahlmöglichkeiten, die den Inhalt näher bestimmen; z. B. Frage, Erfahrung, Entscheidungsgrund, konträrer Standpunkt, Andere
Note Nummer	laufende Nummer der Experience Note
Requirement Nummer	Nummer des verbundenen Requirements
Requirement Version	Version des verbundenen Requirements
Titel	enthält mögliche Suchbegriffe als Freitext
Note	Beschreibung der Experience Note als Freitextfeld

Um die Sprache als mögliche Barriere auszuschließen, ist die Experience Note einmal in Deutsch und einmal in Englisch verfügbar. Hintergrund ist die Tatsache, dass Probleme mit der englischen Sprache nicht selten sind und dies die Nutzung der Experience Note, die ein kreatives Element darstellt, gefährden würde.

Nachdem die Inhalte und der Aufbau der Experience Note festgelegt waren, wurde die Benutzeroberfläche mit dem Programm *icCONCEPT* erstellt. **Bild 5.12** zeigt die fertige Oberfläche der Experience Note.

Für das Projekt IMA_RFI wurde die Experience Note auf Grundlage des in **Bild 5.11** dargestellten Datenmodells ab August 2000 zur Verfügung gestellt. Anfang September wurde auf ein neues Datenmodell umgestellt, welches aus drei Ebenen besteht, die die Experience Note noch nicht enthalten.

Von dem Zeitpunkt an, ab dem die Experience Note zusammen mit der Response Klasse verfügbar war, wurden diese beiden Klassen in zwei Testprojekten angewandt. Dies sind die Projekte IMA_RFI und Trace. Im Projekt IMA_RFI hat ein MA die Requirements untersucht und mehrere Vorschläge zur Veränderung eingebracht. Dies tat er, indem er seine Vorschläge in der Experience Note festhielt. Danach wurden seine Vorschläge (Objekte der Experience Note) mit den betroffenen Requirements durch Links verbunden. Jetzt sind sie für alle MA der IMA-Gruppe und für den Verantwortlichen des RFI sichtbar und können diskutiert werden.

Bei dem Projekt Trace, auf das noch weiter eingegangen wird, war eine andere Art der Anwendung zu erkennen. Ziel des Projektes ist die Erstellung bzw. Programmierung einer sogenannten Traceability Matrix. Zu diesem Zweck wurde eine Spezifikation in Form eines SRD's geschrieben. Für den weiteren Verlauf wurde dann das Werkzeug RTM mit dem erweiterten Datenmodell benutzt. So konnten die Antworten des Programmierers auf das SRD festgehalten werden. Als erste Abschätzung für den Umfang der Arbeit gab dieser 100 Stunden an. Zu den Antworten des Programmierers konnten die Fragen, die daraufhin beim Erzeuger des SRD's entstanden sind, wiederum eingearbeitet werden. Ein erneute Beurteilung mit jetzt von beiden Seiten vertieftem Problemverständnis ergab, dass zur Realisierung mindestens 250 Stunden benötigt würden. In diesem Fall hat die Nutzung der beiden Klassen zu einem besseren Problemverständnis beigetragen und hat den zeitlichen Ablauf des Projektes verändert, indem eine realitätsnähere Abschätzung zur Geltung kommt (**Meister 2000**).

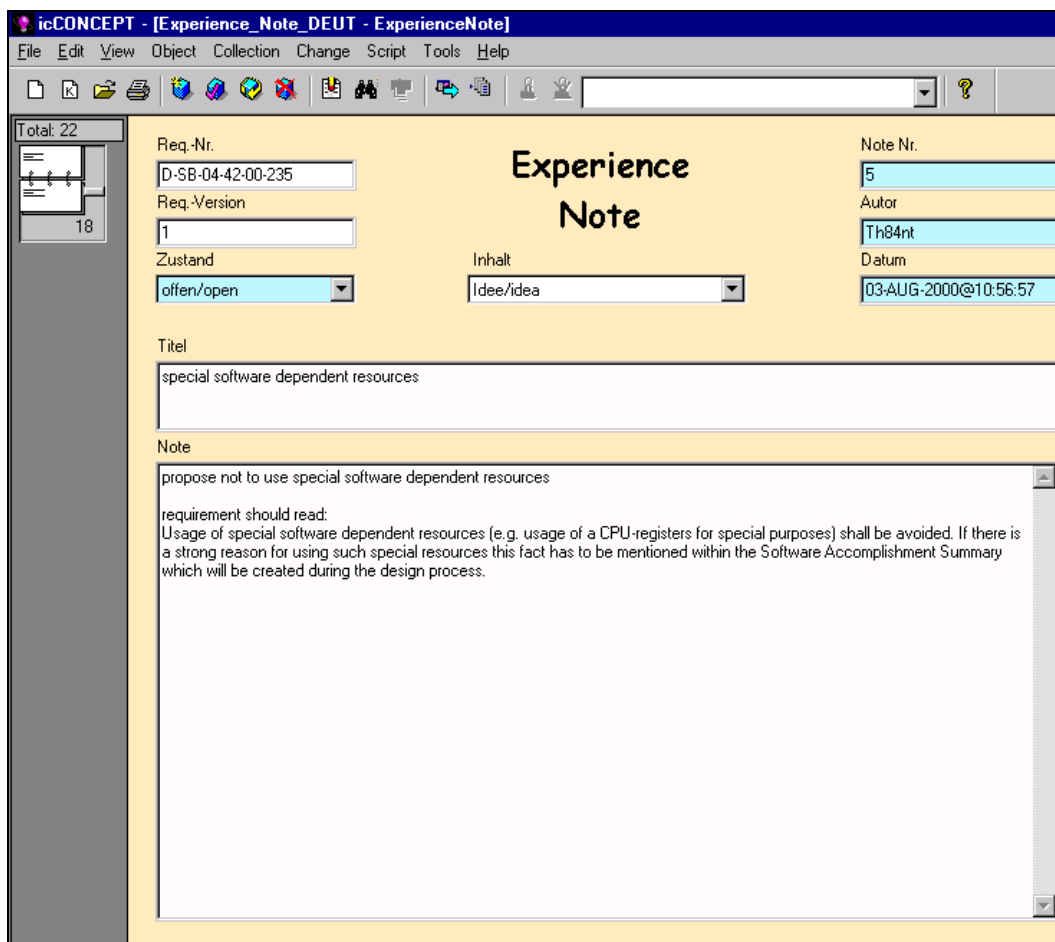


Bild 5.12 Die Benutzeroberfläche der Experience Note

Ein weiterer Anwendungsfall für die Experience Note bietet das oben angesprochene Projekt „Traceability Matrix“. Wie schon erwähnt wurde, kann der Entwicklungsprozess als dokumentenorientiert bezeichnet werden (vgl. **Kapitel 4.2.1**). Die Dokumente repräsentieren dabei die unterschiedlichen Detaillierungsstufen der Entwicklung (siehe **Bild 4.8**). Zwischen den Objekten der einzelnen Dokumente bestehen Beziehungen. D. h. sie sind nicht als

voneinander unabhängig zu betrachten. Wenn also ein Requirement in einem SRD geändert wird, kann das Auswirkungen auf alle nachfolgenden Dokumente haben. Um diese Abhängigkeiten und damit mögliche Auswirkungen nachvollziehbar zu gestalten, soll für jedes Dokument eine Traceability Matrix erstellt werden. Die Matrix soll in Tabellenform alle Objekte des jeweiligen Dokuments und dazugehörig, alle Verbindungen zu Objekten der anderen Dokumente darstellen. Die Anforderungen an eine solche Matrix soll mit dem Projekt „Trace“ in RTM entwickelt werden.

Für dieses Projekt wurde das Datenmodell nochmals angepasst, indem eine *Relationship* zwischen der Experience Note und der Response Klasse eingerichtet wurde. Damit sind jetzt auch Links zwischen einzelnen Objekten dieser Klassen möglich. **Bild 5.13** zeigt einen Blick auf einen Bildschirm der Objekte beider Klassen gleichzeitig darstellt.

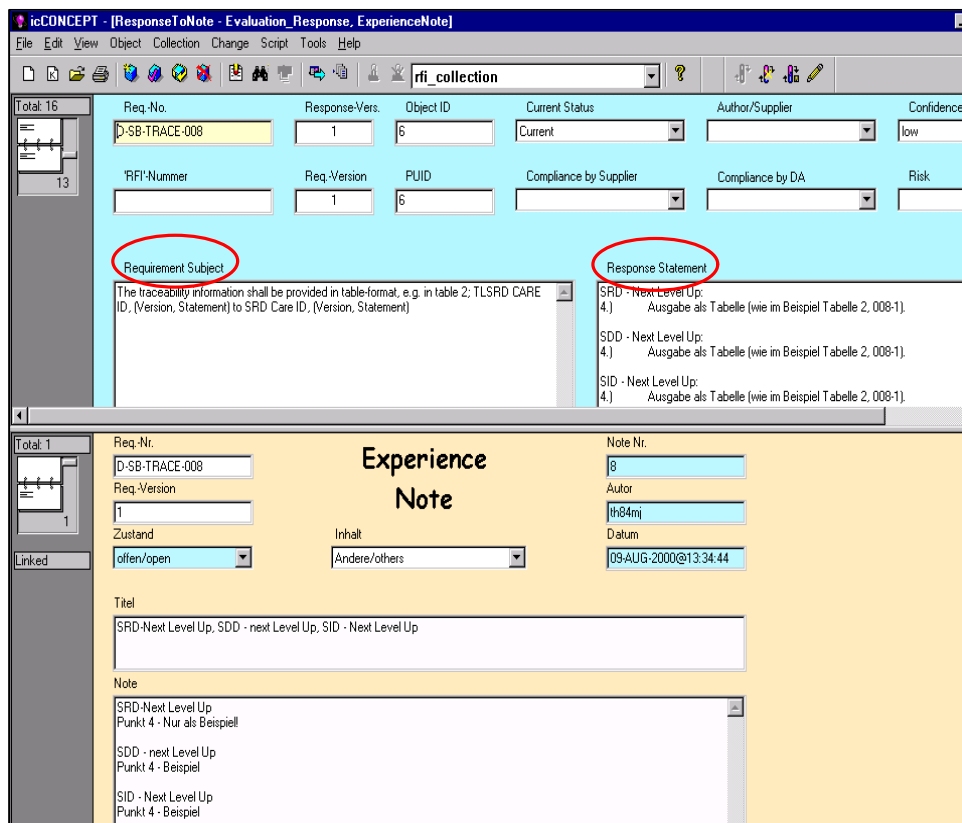


Bild 5.13 Link zwischen Experience Note und Response

Die Vorteile sind im **Bild 5.13** deutlich sichtbar. Man kann das Requirement (im Bild eingekreist), welches ein Teil der Antwort-Objekte ist sowie die Antwort (ebenfalls eingekreist) auf dieses Requirement im oberen Teil des Bildschirms sehen. Weiterhin ist im unteren Teil des Bildschirms die dazugehörige Experience Note zu erkennen. Die Experience Note ist durch einen Link mit dem Antwort-Objekt in der Datenbank verbunden. Dadurch ist es möglich, dass man nur noch ein einziges Objekt (hier die Antworten) suchen muss, und man automatisch die dazugehörige Experience Note angezeigt bekommt. So erhält man zu jedem Requirement die Antworten als auch alle Zusatzinformationen durch die Experience

Note. Alle Nutzer die der Nutzergruppe angehören, haben jetzt jederzeit den vollständigen Überblick über den aktuellen Stand des Projekts und können alle Vorschläge und Anregungen ihrer Kollegen verfolgen.

Wie im **Bild 5.10** schon dargestellt, stellt der im **Kapitel 5.2** angesprochene zweite Schritt die Zusammenfassung und Einordnung der im ersten Schritt gesammelten Informationen dar. Gemeinsam soll das jeweilige Team feststellen, ob das Wissen oder die Anregungen, die aus der Experience Note bzw. der Response Klasse hervorgehen, später einmal von Dritten sinnvoll genutzt werden können. Das Wissen, welches als wertvoll eingestuft wird und dann in expliziter Form vorliegt, soll nachfolgend geeigneten WM-Werkzeugen (z. B. EBoK) zur weiteren Verbreitung zur Verfügung gestellt werden. Der danach ablaufende Prozess wurde schon im **Kapitel 5.1.2** am Beispiel EBoK erläutert und wird hier deshalb nicht weiter ausgeführt.

5.4 Ergebnisse

Die Ergebnisse, die durch die Bearbeitung des Themas erreicht wurden, sind:

1. Die Einführung des Werkzeugs RTM, als ein Vertreter der neuen IT
2. Die Entwicklung und Implementierung der Response-Klasse
3. Die Entwicklung und Implementierung der Experience Note
4. Nutzung des Werkzeugs RTM und der beiden neuen Klassen.

Durch die Einführung von RTM sind jetzt zum ersten Mal die Vorteile der neuen IT im Bereich RE im Projekt IMA nutzbar. D. h. der Zugriff auf nur eine einzige Datenquelle (RTM-Datenbank) hat zur Folge, dass stets mit den aktuellen Requirements gearbeitet wird. Auch die Speicherung und das Wiederfinden sind durch den systematischen Ablauf vereinheitlicht worden und somit ist die Nachvollziehbarkeit über die einzelnen Entwicklungsstufen der Requirements hinweg gewährleistet. Im Vergleich zu der zuvor angewandten Vorgehensweise mit Aktenordnern und Textverarbeitungsprogramm ist ein Fortschritt bei der Verwaltung der Requirements festzustellen.

Die Response-Klasse und die Experience Note wurden im RTM Projekt IMA_RFI zeitlich begrenzt angewendet. Das um die Relationship erweiterte Datenmodell wird derzeit von dem laufenden RTM Projekt Trace (Traceability Matrix) verwendet.

Durch die Nutzung der neuen Klassen war zu erkennen, dass beim Projekt IMA eine Kommunikation im Projektteam angestoßen wurde. Dies geschah durch die Überarbeitung einzelner Requirements und der Dokumentation der Ergebnisse in der Experience Note. Da die Kommunikation ein entscheidender Faktor bei der Wissensgenerierung ist (**Kapitel 2.3**),

ist auch dies als ein Schritt in Richtung WM und somit als Erfolg zu sehen. Die Nutzung im Projekt IMA war zeitlich begrenzt, da ein neues Datenmodell des Herstellers *Integrated Chipware* eingeführt wurde. Es ist als ein Ergebnis und auch als Erfolg zu verzeichnen, dass beide Klassen in das neue Datenmodell nachträglich eingefügt werden.

Bei dem RTM Projekt Trace sind derzeit alle Bemerkungen zum Inhalt und der Fortschritt des Projekts sichtbar und nachvollziehbar in der Datenbank abgebildet. Auch dies ermöglicht Fortschritte bei der Wissensgenerierung. Denn die im **Kapitel 2.3** beschriebene Artikulation und die Kombination wird durch Sammlung allen Projektwissens als auch durch die Nachvollziehbarkeit der Handlungen unterstützt.

Die genannten Vorteile sind schwer in Zahlen auszudrücken, denn wie im **Kapitel 2.4.3** erwähnt, stellt die Bewertung von WM-Aktivitäten immer noch ein sehr großes Problem dar.

Weiterhin soll nicht unerwähnt bleiben, dass vorangegangene Projekte wie EBoK und KH Management in dieser Arbeit berücksichtigt wurden. Damit sind auch die, aus der Analyse dieser Projekte gezogenen Schlüsse, welche die Randbedingungen für diese Arbeit absteckten, als gleichberechtigte Ergebnisse zu nennen. Diese sind:

- Ein Nutzen für die MA muss erkennbar sein
- Verunsicherung der MA in ihrem persönlichen Empfinden, z. B. offensichtliches „Abzapfen“ ihres Wissens muss unterbleiben
- Verunsicherungen der MA bei ihrer Arbeit durch z. B. zu großen administrativen Aufwand muss vermieden werden
- Alle fachlich involvierten MA müssen gleichberechtigt Zugang zu den Maßnahmen des WM haben
- Extra-Funktionalitäten wie WM sollen nicht nur global verfügbar sein, d. h. es sollte nicht nur ein globales Werkzeug bereitgestellt werden, sondern es sollte auch geprüft werden, ob WM-Funktionen in lokal vorhandene Werkzeuge eingefügt werden können
- Das Prinzip „erst Aufwand dann Nutzen“ muss möglichst vermieden werden
- Sprachliche Barrieren sollen beachtet werden
- Zeitaufwand bei allen Zusatzfunktionen muss minimiert werden.

6 Zusammenfassung und Ausblicke

Diese Arbeit hat einen Überblick über die Themen Wissensmanagement, Requirements-Engineering und die Verbindung beider im Entwicklungsprozess der Flugzeugsysteme bei der EADS gegeben.

Dabei wurden beim WM folgende Punkte deutlich gemacht:

- Der Grund, warum WM aus Unternehmenssicht betrieben wird, ist immer das Erreichen von Wettbewerbsvorteilen (**Kapitel 2.4**)
- Die Kommunikation ist für die Wissensgenerierung ein sehr bedeutender Faktor (**Kapitel 2.3**)
- Der Erfolg von WM ist sehr stark von der Unternehmenskultur (**Kapitel 2.4.3**) und der Einstellung der MA abhängig
- Merkliche Verbesserungen durch WM wurden von 70 % der Unternehmen festgestellt.

Bei der Betrachtung des Entwicklungsprozesses wurde herausgearbeitet, dass dieser in seinen Grundzügen dem Problemlöseprozess gleicht. Dabei wurde erläutert, warum die Phase der Aufgabenklärung eine sehr große Bedeutung für die Kosten des weiteren Verlaufs der Entwicklung darstellt. Aus diesem Grund wurde diese Phase als Ansatzpunkt für das WM gewählt.

Das Requirements-Engineering, welches die praktische Umsetzung der Phase Aufgabe klären bzw. Problemanalyse darstellt, wurde im **Kapitel 4.1** näher erläutert. Als Schwachstelle wurden hier Informations- und Wissensverluste in Folge nicht Dokumentierens des Lösungsweges identifiziert.

Um den im oberen Absatz angesprochenen Informations- und Wissensverlust einzuschränken, wurde für den RE-Prozess das Werkzeug RTM als ein Vertreter der neuen IT eingeführt (**Kapitel 4.2.2**). Damit waren die Grundlagen für die Einführung von WM Komponenten gelegt. **Kapitel 5.3** beschreibt wie nach der Einführung des Werkzeugs RTM das dort verwendete Datenmodell verändert wurde, indem zusätzliche WM-Funktionalitäten in Form zweier neuer Klassen integriert wurden. Hierdurch wurde das Ziel dieser Arbeit, das Finden eines Lösungsansatzes für das Problem der Wissensbewältigung, in dem kleinen Bereich des RE erreicht. Der erste Schritt auf die Vision des intelligenten Entwicklungsassistenten zu, kann nun mit Hilfe der eingeführten neuen IT vollzogen werden.

Das angesprochene Problem der „Wissenshorter“ wurde dadurch berücksichtigt, dass den Bedürfnissen der Anwender die größte Priorität zugewiesen wurde. Es wurde versucht, den Anwendern die Funktionen des WM als ein Service zu vermitteln, der ihnen selbst Vorteile bringt.

Als Ausblick in die Zukunft sei gesagt, dass die Klassen Experience Note und Response in das neue Datenmodell übernommen werden und somit in weiteren Projekten angewendet werden. Damit ergibt sich eine weitere, längere Testphase, bei der die Nutzer eine Unterstützung durch den Ersteller der beiden Klassen erhalten werden. Während der weiteren Nutzungsphase können durch das Feedback der Anwender die, Neuerungen immer anhaftenden, Unzulänglichkeiten aufgedeckt werden. Soweit der Fortschritt der Nutzung es zulässt, werden die aufgedeckten Fehler behoben.

Allgemein ist festzuhalten: es wird bei der Nutzung wieder zu Lernprozessen kommen, bei denen Erfahrungswissen über die Durchführung von WM generiert werden wird. Daraus werden sich wieder neue Ansätze entwickeln. Dieser Prozess wird solange fortgesetzt werden bis das Ziel, WM einzuführen, mit messbaren Ergebnissen erreicht worden ist.

Literaturverzeichnis

- Adameck 2000** ADAMECK, Norbert; DaimlerChrysler Aerospace Airbus GmbH, Wissensmanagement (EIW): Avionic Tech Club. Hamburg : DASA, 2000
- ADB0200** AIRBUS INDUSTRIE: Airbus Directives (ABD) and Procedures - Requirement and Guidelines for the System Designer. Blagnac Cédex France : Engineering Directorate, 1998 (ABD0200)
- AM2054** AIRBUS INDUSTRIE: Airbus Industrie Means and Methods - Design Integration and Build (DIB) Milestones. Blagnac Cédex France : Airbus Documentation Office, 1998 (AM2054)
- AM2085** AIRBUS INDUSTRIE: Airbus Industrie Means and Methods - Method for Common Airbus Requirements Engineering (CARE). Blagnac Cédex France : Airbus Documentation Office, 1999 (AM2085)
- ARP4754** SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS: Aerospace Recommended Practice - Certification Considerations for Highly-Integrated or Complex Aircraft Systems. Warrendale (PA) USA : SAE International, 1996 (ARP4754)
- Bürgel 1998** BÜRCEL, Hans D.; ZELLER, Andreas: Forschung & Entwicklung als Wissenscenter. In: Bürkel 1998a, S. 53-66
- Bürkel 1998a** BÜRCEL, Hans D. (Hrsg.): *Wissensmanagement : Schritte zum intelligenten Unternehmen*. Berlin : Springer-Verlag, 1998
- Bullinger 1998** BULLINGER, H.-J.; WÖRNER, K.; PRIETO, J.: Wissensmanagement – Modelle und Strategien für die Praxis. In: Bürkel 1998a, S. 21-29
- Davenport 1998** DAVENPORT, Thomas H.; PRUSAK, Laurence: *Working Knowledge : How Organizations Manage What They Know*. Boston : Harvard Business School Press, 1998
- Dick 1998** DICK, Michael; HAINKE, Steffen; STEINFATT, Klaus: *Pilotprojekt Know-how-Management*. Hamburg, Technische Universität Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Arbeitswissenschaften (1-08/1), Informationsschrift, 1998

- Dubbel 1995** BEITZ, Wolfgang (Hrsg.); KÜTTNER, Karl-Heinz (Hrsg.): *Dubbel : Taschenbuch für den Maschinenbau*. 18. Aufl. Berlin : Springer-Verlag, 1995
- Duden 5 1997** SCHOLZE-STUBENRECHT, Werner (Bearb.): *Duden. Bd. 5 : Fremdwörterbuch*. 6. Aufl. Mannheim : Dudenverlag, 1997
- Heisig 1998** HEISIG, Peter; VORBECK, Jens; Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik - Bereich Planungstechnik, Informationszentrum Benchmarking: *Benchmarking Wissensmanagement - Best-Practices in Deutschland und Europa*. Berlin : Fraunhofer IPK, 1998
- Kleemann 1999** KLEEMANN, Ernst; RICKMANN, Norbert; WOLKENHAUER, R.; DaimlerChrysler Aerospace Airbus GmbH, Avionik/System-Entwicklungsprozess (ESB): A3XX Shared Electronics Request For Information, Appendix B: Avionics Platform Technical Specification. Hamburg : DASA, 1999 (291/99). – Firmenschrift. Entwicklungsprojekt IMA
- Mandel 2000** MANDEL, Heinz: Infos nur Rohstoff. In: *com!online*, 2000, Nr. 8, S. 29
- Meister 2000** MEISTER, Jürgen: Verbesserung durch Wissensmanagementelemente im Requirements-Engineering : persönliches Gespräch. Hamburg, 2000-14-09
- Nagel 1996** NAGEL, Martin; DaimlerChrysler Aerospace Airbus GmbH, Avionik/System-Entwicklungsprozess (ESB): Protokoll: Know How Management, Zirkel vom 09.12.1996. Hamburg : DASA, 1996
- Nitsche 1996** NITSCHKE, Thorsten: Integrierte Modulare Avionik : persönliches Gespräch. Hamburg, 2000-08-11
- Nonaka 1995** NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka: *The Knowledge-Creating Company : How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. New York : Oxford University Press, 1995
- Partsch 1998** PARTSCH, Helmuth: *Requirements-Engineering systematisch : Modellbildung für softwaregestützte Systeme*. Berlin : Springer-Verlag, 1998
- Pfeifer 1997** PFEIFER, Wolfgang (Bearb.): *Etymologisches Wörterbuch des Deutschen*. 3. Aufl. München : Deutscher Taschenbuch Verlag, 1997

- Roeder 1996** ROEDER, Ulrich; Lufthansa HAM, OB/C: Integrierte Modulare Avionik – Sicht einer Luftfahrtgesellschaft. Hamburg : Lufthansa, 1996
- Rüger 2000** RÜGER, M.; OHLHAUSEN, P.: Wissensmanagement – der Erfolgsfaktor der Zukunft. In: *Konstruktion*, 2000, Nr. 3, S. 35-36
- Sachse 1999** SACHSE, Pierre: Unterstützung des entwerfenden Problemlösens im Konstruktionsprozess durch Prototyping. In: Sachse 1999a, S. 68-147
- Sachse 1999a** SACHSE, Pierre; SPECKER, Adrian (Hrsg.): *Design Thinking : Analyse und Unterstützung konstruktiver Entwurfstätigkeiten*. Zürich : vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, 1999 (Mensch Technik Organisation MTO Band 22)
- Schroda 1999** SCHRODA, Frauke: Die Analyse der Anforderungsstruktur konstruktiv-schöpferischer Probleme. In: Sachse 1999a, S. 8-67
- Selhausen 1996** ZU SELHAUSEN, Hermann M.: Informationsfluß-Management in der Bank. In: HAGMANN, Jürg (Hrsg.): *ik report : Neue Wege des Informationsmanagements in Banken (Neuntes Symposium des Informationsrings Kreditwirtschaft e.V. Mainz 1995)*. Frankfurt am Main : Informationsrings Kreditwirtschaft e.V., 1996, S. 10-23
- Süß 1996** SÜß, Heinz-Martin: *Intelligenz, Wissen und Problemlösen : Kognitive Voraussetzungen für erfolgreiches Handeln bei computersimulierten Problemen*. Göttingen : Hogrefe-Verlag, 1996 (Lehr- und Forschungstexte Psychologie)
- Unger 1998** UNGER, Helga: *Organisationales Lernen durch Teams : Methode und Umsetzung eines teambasierten Projektmanagements*. München : Rainer Hampp Verlag, 1998
- URL 1** http://eiw-home.airbus.dasa.de/km_public/index.html (2000-08-10)
- URL 2** <http://www.esa.int/tidc/Press/Press96/ariane5rep.html> (2000-08-17)
- URL 3** <http://intra.airbus.dasa.de/setap/SETAP2000/B-Cour/d-Trance/CoTr-ReqEng.htm> (2000-09-11)
- URL 4** http://eiw-home.airbus.dasa.de/km_public/ebok-ei/EI/ (2000-08-23)

- URL 5** http://eiw-home.airbus.dasa.de/km_public/support/ebok/index.html
(2000-09-05)
- VDI 2221** VDI-Richtlinie 2221 Mai 1993. *Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte*
- Wehner 1996** WEHNER, Theo: *Der Know-how-Zirkel : Grundlegende Informationen*. Hamburg, Technische Universität Hamburg-Harburg, Arbeitsbereich Arbeitswissenschaften (1-08/1), Informationsschrift, 1996
- Zahn 1998** ZAHN, Erich: Wissen und Strategie. In: Bürgel 1998a, S. 41-52
- Zucker 2000** ZUCKER, Betty; SCHMITZ, Christof: *Wissen gewinnt : Innovative Unternehmensentwicklung durch Wissensmanagement*. Berlin : Metropolitan-Verlag, 2000

Anhang

Weitere Bilder zu den Kapiteln 3 und 5

1 Bilder zum Entwicklungsprozess

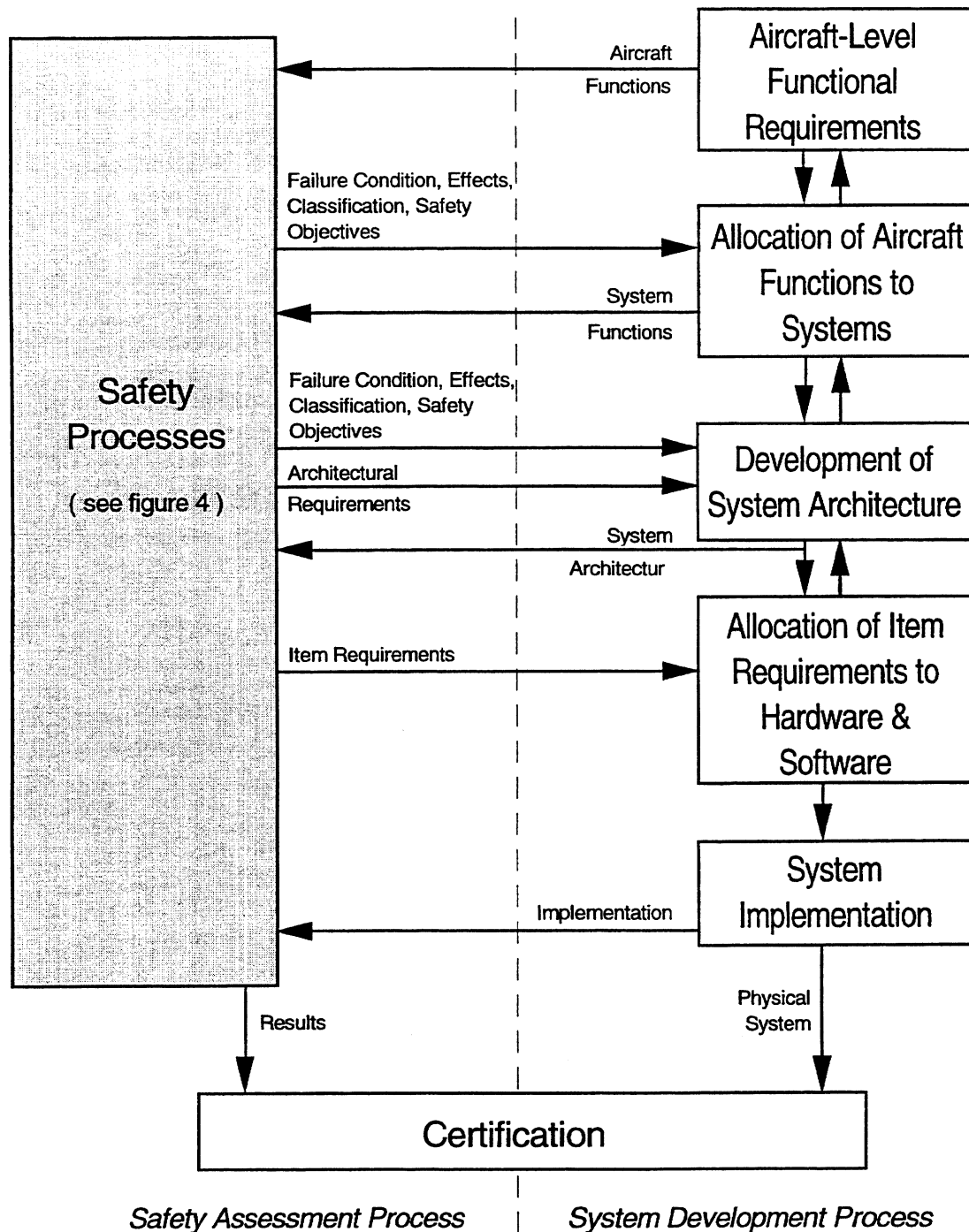


Bild A.1

Der ARP Systementwicklungsprozess (ARP4754, S. 14)

Link Between ABD0200 and Aircraft Design Process Milestones

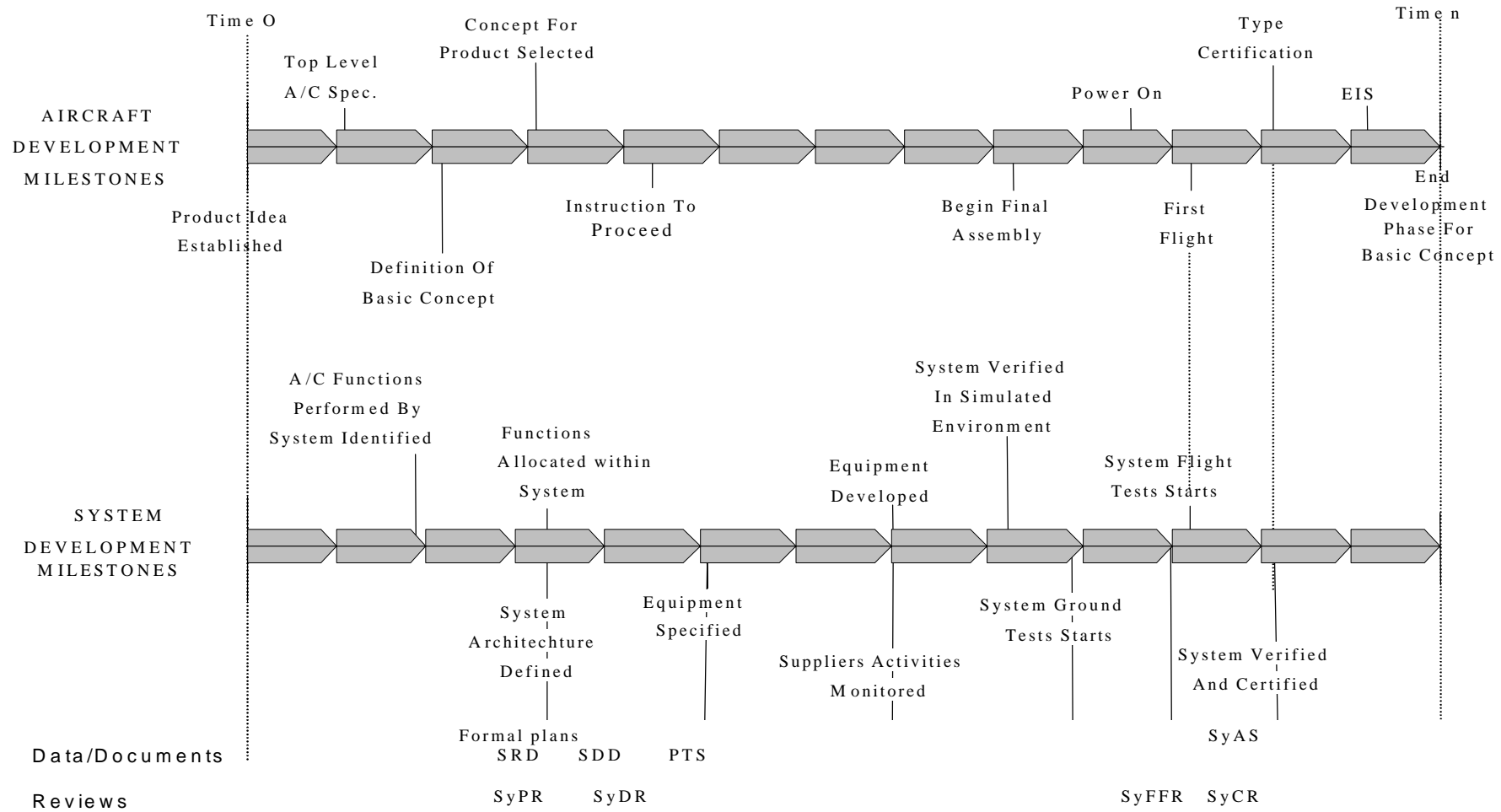
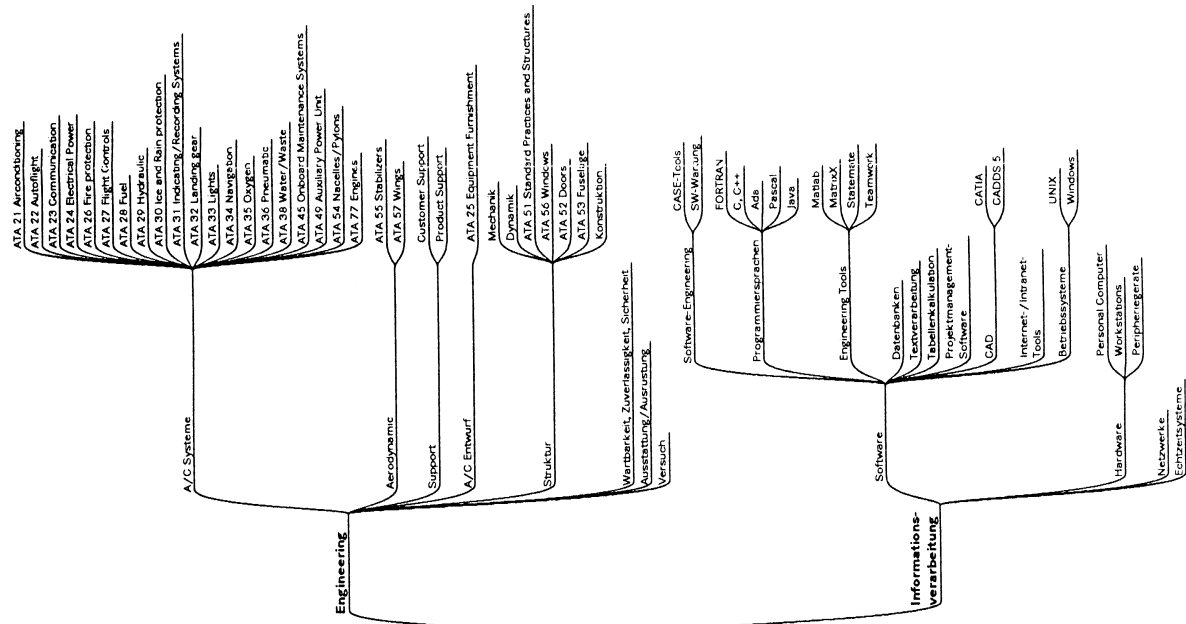


Bild A.2 Die Integration des Systementwicklungsprozesses (ABD0200, Part 0)

2 Bilder zum Wissensmanagement im Requirements-Engineering



Vorschlag für eine Know-how-Landkarte

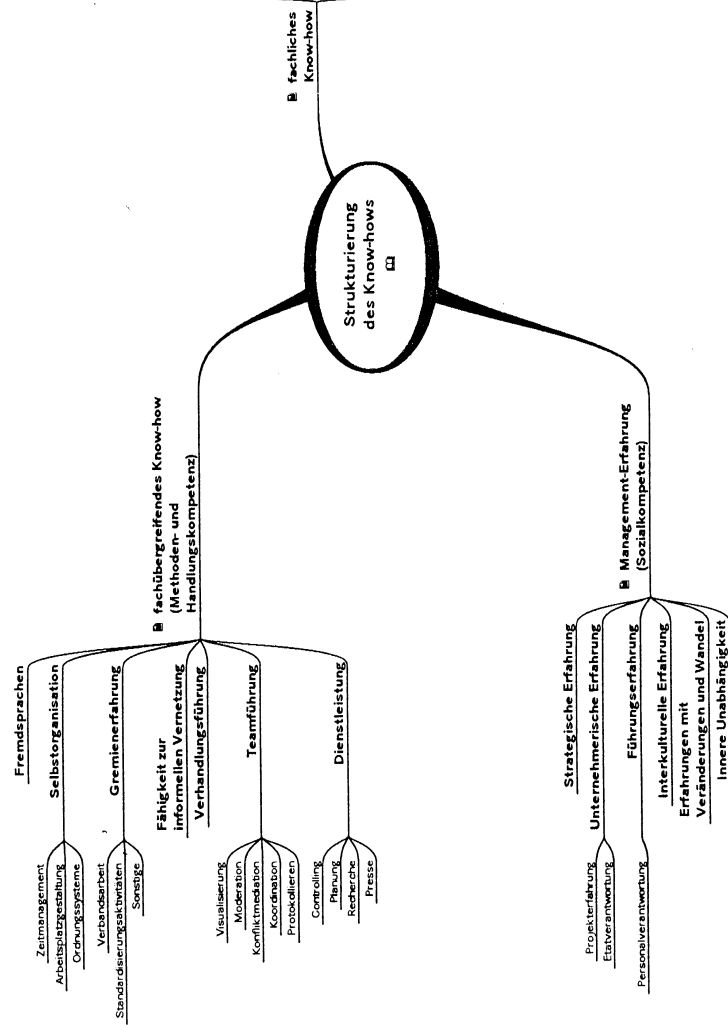


Bild A.3

Die Know How Landkarte



Daimler-Benz Aerospace
Airbus
26. Januar 1998

	A	C	D
1	Req.No.	2.2.16.2 R 1	2.2.16.2 R2
2			
3	Req. Subject [Text]		
4			
5	Author/Supplier	BGT	BGT
6			
10	Confidence	high	high
11			
15	Compliance by Suppl	possible	possible
16			
23	Compliance by DA	good	good
24			
28	Risk	state of the art	state of the art
29			
30	Response-Statement [Text] Kapitel + Überschrift	2.2.16.2 Software Development Specific Features : Languages	2.2.16.2 Software Development Specific Features : Languages
31			
32	Assumptions/Restrictions [Text] Bemerkungen / Fragen	Compliant	language for resident software is standard ANSI C. ; Compliant.
33			
34	Supplier-Proposal [Text] Lösungsvorschlag / Alternative des Herstellers	Where use of assembly language cannot be avoided, the parts written in assembly language are encapsulated within dedicated software modules.	
35			
38	state of agreement	TBC	TBC

Bild A.4 Excelltabelle mit Daten der Zuliefererantworten

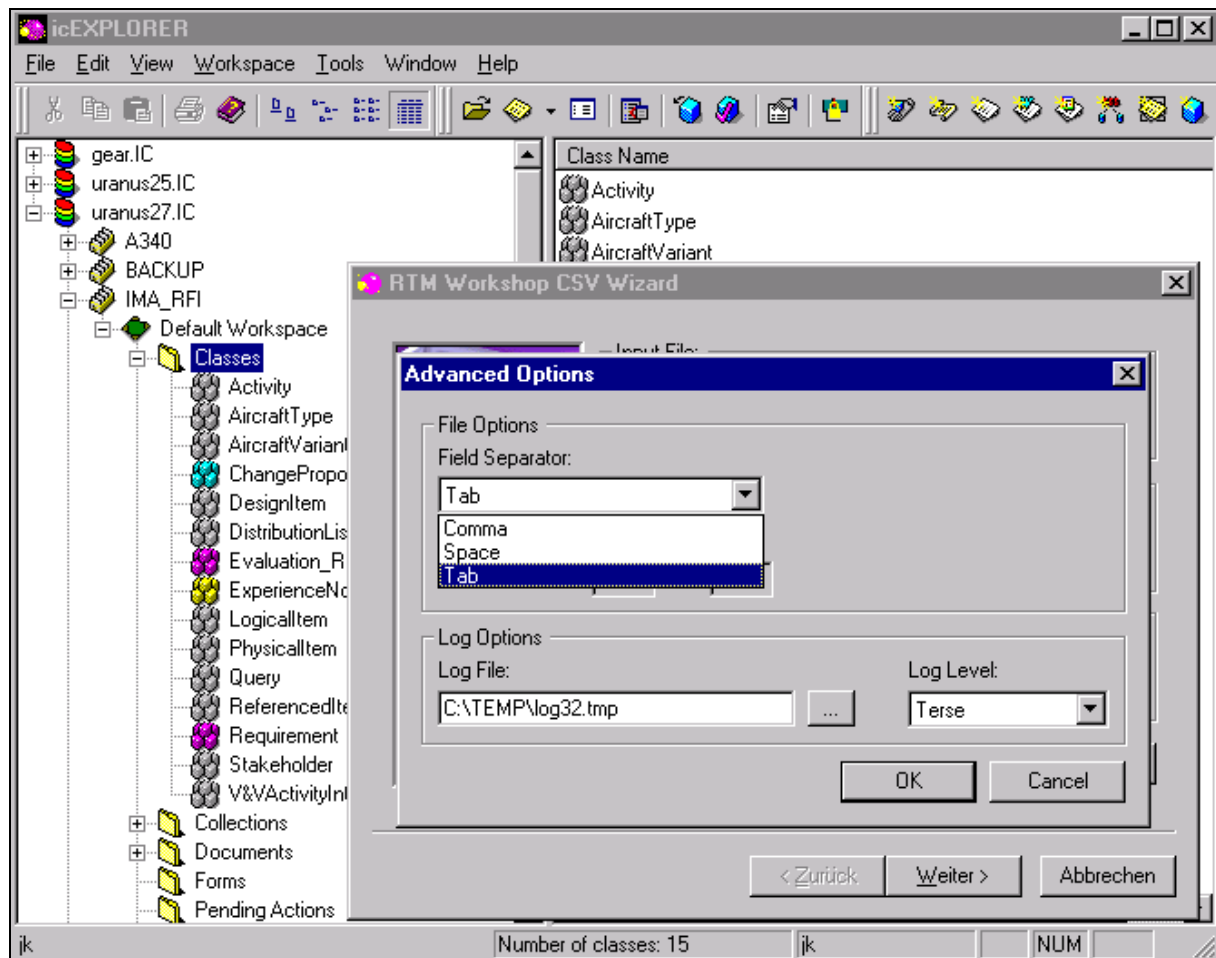


Bild A.5 Der CSV Wizard mit möglichen Trennzeichen

IMA -Assessment

First results from the IMA-RFI response evaluation.

Status: 04.09.2000 (jk)

Compliance by supplier				
	possible	not possible	possible with restrictions	<i>check-sum</i>
Honeywell	270	39	2	311
Sextant	266	26	17	309
BGT	144	21	8	173

Tab. 1: Result of suppliers response concerning level of compliance.

Assessment by DA						
	good/ satisfactory	partial	not	alternative convenient	alternative unfavourable	<i>check-sum</i>
Honeywell	250	48	12	0	0	310
Sextant	236	56	12	0	4	308
BGT	132	38	2	1	0	173

Tab. 2: Result of DAs assessment concerning suppliers level of compliance.

Confidence by DA				
	high	medium	low	<i>check-sum</i>
Honeywell	309	2	0	311
Sextant	0	309	0	309
BGT	172	0	1	173

Tab. 3: Result of DAs confidence in response statements from suppliers.

Bild A.6 Statistik, manuell mit Datenbankinhalten erstellt

icCONCEPT - [RequirementToResponse - Requirement, Evaluation, Response]

File Edit View Object Collection Change Script Tools Help

Total: 416

CARE Requirement Form

Author: TBD Date: 03/03/2000 Reason for change: Stakeholder (from source): TBD

Unique Identifier: D-SB-04-42-00-040 Version: 1 Maturity (from source do): TBD

Requirement Statement: Cabin pressurization at T/O despite correct announcement of "doors not closed" by the DSMF, caused by a malfunction of the platform CPCF or FFCF application, shall be less probable than 1.0E-10 per flight hour. To master this requirement, CPCF and FFCF shall be segregated on different CPM/MOM.

Maturity: Verbatim Status: Current

Total: 3

Req. No.	Response-Vers.	Object ID	Current Status	Author/Supplier	Confidence
D-SB-04-42-00-040	1	2010	Current	Honeywell	high

Linked

'RFI'-Nummer	Req.-Version	PUID	Compliance by Supplier	Compliance by DA	Risk
R40	1	2010	not possible		state of the art

Requirement Subject: Cabin is pressurised despite doors are not closed (which is announced by the DSMF correctly) caused by a malfunction of the platform within the CPCF or FFCF at T/O shall be less probable than 1.0E-10 per FH. To master this requirement CPCF and FFCF shall be segregated on different CPM/MOM.

Response Statement: 2.2.1.1.6 Requirements for Platform derived from Cabin Pressure Control Function (CPCF)

Read/Write Bottom/Rig jk\IMA_RFI NUM

Bild A.7 Requirement mit verbundenen Antworten