



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

DIPLOMARBEIT

ENTWICKLUNG EINES REFERENZPROZESSES FÜR DIE DOKUMENTATION DER QUALITÄTSSICHERUNG IM ANLAGENBAU AM DESY

vorgelegt von
Sven Braun
am 31.08.2006

1. Prüfer: Prof. Dr. Martin Gennis
2. Prüfer: Dr. Lars Hagge

Fakultät Medien, Design, Information
Studiendepartement Information

Abstract

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Entwicklung eines Referenzprozesses für die Dokumentation der Qualitätssicherung (QS) im Anlagenbau am Deutschen Elektronen-Synchrotron (DESY). Der Referenzprozess wird in Anlehnung an die Modellierungsmethode der Model Driven Architecture (MDA) entwickelt und mit der Unified Modeling Language (UML) visualisiert. Die Entwicklung des Referenzprozesses verfolgt das Ziel, ein allgemeingültiges Modell für die Dokumentation der Qualitätssicherung am DESY zu erstellen. Das Modell beschreibt neben der Analyse der QS-Prozesse auch ein Informationssystem zur Unterstützung der Dokumentation und zeigt, wie dieses in den QS-Prozessen positioniert werden kann. Der entwickelte Referenzprozess wird anschließend zur Aufgabenbewältigung in einem aktuellen Projekt am DESY als Basislösung für ein zu entwickelndes Informationssystem angewendet. Zum Abschluss der Arbeit wird die praktische Anwendung des Referenzprozesses demonstriert und so der Praktikabilitätsbeweis für den entwickelten Referenzprozess geführt.

Schlagworte

Qualitätssicherung, Referenzprozess, Unified Modeling Language (UML), Model Driven Architecture (MDA)

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	II
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	V
TABELLENVERZEICHNIS	VII
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VIII
1 EINLEITUNG	1
1.1 Anlass und Ziele	1
1.2 DESY	2
1.3 Qualitätssicherung	3
2 METHODISCHE GRUNDLAGEN	5
2.1 Einführung von Informationssystemen	5
2.2 Modellierung mit der Unified Modeling Language (UML).....	6
2.3 Geschäftsprozessmodellierung	10
2.4 Model Driven Architecture (MDA)	11
2.5 Anforderungsmanagement	13
3 QUALITÄTSSICHERUNG	16
3.1 Einführung in die Qualitätssicherung (QS)	16
3.2 Qualitätssicherung am DESY	17
3.2.1 Definition von Begriffen	18
3.2.2 Lebenszyklus einer Beschleunigerkomponente	19
3.3 Referenzprozess für die Dokumentation der Qualitätssicherung	21
3.3.1 Definition eines Referenzprozesses	21
3.3.2 Computation Independent Model (CIM)	21
3.3.3 Platform Independent Model (PIM)	24
3.4 Verwaltung der QS-Dokumentation mit Hilfe von Informationssystemen	31
3.4.1 Anforderungen aus dem Referenzprozess	34
4 ANWENDUNG DES REFERENZPROZESSES	36
4.1 Umfeld der Erprobung und Einführung in das Informationssystem P3PO.....	36
4.1.1 Platform Model (PM) – Asset Management System (AMS).....	37
4.1.2 Platform Model (PM) – Engineering Data Management System (EDMS).....	39

4.2	Umsetzung des Referenzprozesses	41
4.2.1	Systemarchitektur.....	41
4.2.2	Informationssystem zur Organisation des PETRA III Umbauprozesses (P3PO).....	42
4.2.3	Ableitung eines Systemdesigns (PSM) zur Umsetzung des Referenzprozesses.....	44
4.2.4	Änderungsspezifikation.....	50
5	UMSETZUNGSBEISPIEL: DIPOLKAMMER	51
5.1	Aufgabenbewältigung aus Anwendersicht	52
5.1.1	Teile verwalten.....	52
5.1.2	Serialteile verwalten.....	53
5.1.3	Arbeitslisten verwalten.....	53
5.1.4	Arbeitslisten abrufen.....	55
5.1.5	QS-Dokumente speichern.....	55
5.1.6	QS-Dokumente einsehen.....	56
5.2	Systemtechnischer Funktionsbeweis	57
5.2.1	Teile verwalten.....	57
5.2.2	Serialteile verwalten.....	58
5.2.3	Arbeitslisten verwalten und abrufen.....	60
5.2.4	QS-Dokumente speichern und einsehen.....	60
6	ZUSAMMENFASSUNG UND ERGEBNISBETRACHTUNG	62
7	LITERATURVERZEICHNIS	63
ANHANG	65
EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG	IX

Abbildungsverzeichnis

DESY Gelände in Hamburg	2
Unterirdischer Beschleunigertunnel PETRA mit geplanter Experimentierhalle.....	3
Unterstützung von Geschäftsprozessen durch ein Informationssystem.....	5
Klassendiagramm	7
Klassendarstellung in der UML.....	8
Anwendungsfalldiagramm.....	8
Aktivitätsdiagramm.....	9
Zustandsautomat: Beispielhafte Notationselemente.....	10
Zusammenhang der verwendeten UML-Diagramme	11
Teil eines Klassendiagramms aus dem CIM	12
Teil eines Klassendiagramms aus dem PIM.....	12
Übersicht der Modelle der Model Driven Architecture.....	13
Anforderungsschablone nach RUPP	14
Anforderungsschablone mit Bedingung nach RUPP	15
Umfeld der Qualitätssicherung am DESY.....	18
Phasenmodell des Lebenszyklus.....	20
CIM – Klassendiagramm aus dem User Context.....	22
Klassendiagramm Qualitätssicherung.....	23
Anwendungsfalldiagramm – Serialteil-Lebenszyklus durchlaufen	23
Beteiligte Rollen an QS-Prozessen	24
Anwendungsfalldiagramm – QS durchführen	25
Aktivitätsdiagramm mit Objekten – Qualitätssicherung durchführen	26
Zustandsautomat – Serialteil	27
Klasse „Serialteil“ mit Operationen	27
Anwendungsfalldiagramm – Arbeitsliste abarbeiten	28
Aktivitätsdiagramm – Arbeitsliste abarbeiten	29
Anwendungsfalldiagramm – Prüfschritt dokumentieren.....	30
Aktivitätsdiagramm – Prüfschritt dokumentieren	31
Aktivitätsdiagramm: QS durchführen mit einem Informationssystem	32
Anwendungsfälle, die von einem „Informationssystem für die QS“ unterstützt werden	33
Systemklassendiagramm.....	34
Vereinfachte Struktur des AMS	37
Klassendiagramm – Systemmodell des AMS (Auszug)	38
Vereinfachte Struktur EDMS	39
Klassendiagramm – Systemmodell EDMS (Auszug)	40
Systemarchitektur: Anwendersicht – EDMS – AMS für ausgewählte Klassen.....	42
P3PO – Systemkomponenten.....	43
Anwendungsfalldiagramm – PETRA III Umbau organisieren	44
Anwendungsfalldiagramm - Serialteile verwalten.....	44
Attributmapping	45
Klasse „Serialteil“ (PIM) – mit Attributen und Operationen.....	47
Aktivitätsdiagramm – Serialteil registrieren	48
PSM: P3PO – Systemdesign	49
Dipolkammer.....	51
AMS-Benutzeroberfläche: Teil anlegen und pflegen.....	52
AMS-Benutzeroberfläche: Serialteil registrieren und pflegen	53
AMS-Benutzeroberfläche: Arbeitsliste erstellen und pflegen - Template	54
AMS-Benutzeroberfläche: Arbeitsliste erstellen und registrieren - Serialteil.....	54
Crystal Reports-Benutzeroberfläche: Arbeitsliste für QS-Vorgang	55
MS Excel-Steuerdatei zur Speicherung von QS-Dokumenten in das EDMS.....	56
EDMS-Benutzeroberfläche: QS-Dokumente ansehen.....	56
Ausschnitt aus der AMS-Benutzeroberfläche: Aufruf der Schnittstelle	57
Ausschnitt der AMS-Benutzeroberfläche: Bestätigung der Übertragung der Modeldefinition	57
Benutzeroberfläche EDMS: Ergebnisanzeige für die Suchanfrage „DK1“	58
Ausschnitt der EDMS-Benutzeroberfläche: Detailansicht des Teils DK1.....	58
Ausschnitt der AMS-Benutzeroberfläche – Schnittstelle zur Übertragung der Serialteil-Struktur... ..	59
Ausschnitt aus der EDMS-Benutzeroberfläche: Teil „DK1“ mit übertragener Serialteilstruktur.....	59
Ausschnitt der EDMS-Benutzeroberfläche: Detailansicht des Serialteils „DK1-04-4705-000001“ ..	60
Statusanzeigen der Schnittstelle zwischen Excel-Steuerdatei und dem EDMS	60

EDMS-Benutzeroberfläche: QS-Dokument zum Serialteil61
Vergrößerte Darstellung von Abbildung 29: QS durchführen mit einem Informationssystem..... A
Vergrößerte Darstellung von Abbildung 40: AttributmappingB

Tabellenverzeichnis

Definition von DESY-spezifischen Begriffen im QS-Bereich	19
Begriffsübersicht Anwendersicht und CIM/PIM/Referenzprozess	22
Begriffsübersicht des CIMs und der verwendeten Systeme.....	41
Attributmapping der Klasse Komponente/ Serialteil	46
Attributmapping der Klasse Typ/ Teil	46
Mapping der UniqueID für ein Serialteil	46
Mapping der UniqueID für ein Teil	46
Zuordnung von P3PO Anwendungsfällen zu deren führenden Plattformen	47

Abkürzungsverzeichnis

AMS	Asset Management System
CIM	Computational Independent Model
CR	Crystal Reports
DIN	Deutsches Institut für Normung, Deutsche Industrie Norm
DESY	Deutsches Elektronen-Synchrotron
EDMS	Engineering Data Management System
EN	Europa Norm
IPP	Informationsmanagement, Projekte, Prozesse (DESY-Organisationseinheit)
IS	Informationssystem
ISO	International Organisation for Standardization
MDA	Model Driven Architecture
OMG	Object Management Group
P3PO	Akronym für „PETRA III Umbau-Prozess Organisation“
PETRA	Positron-Elektron-Tandem-Ring-Anlage
PIM	Platform Independent Model
PM	Platform Model
PSM	Platform Specific Model
QS	Qualitätssicherung
UML	Unified Modelling Language
XFEL	X-Ray Free Electron Laser

1 Einleitung

Das Deutsche Elektronen-Synchrotron (DESY) ist ein nationales Forschungszentrum. DESY betreibt naturwissenschaftliche Grundlagenforschung für den Bau und Betrieb von Beschleunigern zur Forschung im Bereich der Hochenergiephysik und Nutzung der Synchrotronstrahlung. Am DESY werden gegenwärtig zwei große neue Projekte durchgeführt:

- PETRA III: Der unterirdische Ringbeschleuniger PETRA II (Positron-Elektron-Tandem-Ring-Anlage) soll zu einer der weltweit brillantesten Quellen für harte Röntgenstrahlung umgebaut werden. Nach der Design-Phase 2002 und der offiziellen Genehmigung 2005 tritt dieses Projekt 2007 in die Bauphase ein (vgl. PETRA 06).
- XFEL: Am DESY soll ein europäischer Röntgenlaser entstehen, der 2013 in Betrieb genommen werden soll und sich auf einer Länge von über drei Kilometern von Hamburg bis Schleswig-Holstein erstrecken wird (vgl. XFEL 06).

Für beide Projekte wird eine Vielzahl von Komponenten gefertigt, wie Beschleunigermodule, Vakuumkammern, Dipol- und Quadrupolmagnete. Die Komponenten werden zum großen Teil am DESY entwickelt, für die Serienproduktion in den Projekten wird die Fertigung dann aber meist an die Industrie vergeben. Dabei haben alle Komponenten gemeinsam, dass sie am DESY qualitätsgesichert werden müssen. Bei der Qualitätssicherung (QS) werden tausende Komponenten bezüglich mechanischer Toleranzen oder elektrischer Leistungsdaten geprüft. Die Prüfungen müssen aufwendig dokumentiert werden, um zum Beispiel für Qualitätsanalysen genutzt werden zu können.

Derzeit werden erste Komponenten für das PETRA III-Projekt geliefert und Prozesse für die Serienproduktion und -lieferung erprobt. Daher bietet sich jetzt die Möglichkeit – auch im Hinblick auf folgende Lieferungen und weitere Projekte – einen Referenzprozess für die Dokumentation von QS-Prozessen im Anlagenbau am DESY zu entwickeln.

1.1 Anlass und Ziele

Die DESY-Gruppe IPP (Informationsmanagement, Prozesse, Projekte) entwickelt für das PETRA III-Projekt ein Informationssystem (Arbeitstitel P3PO) mit einer Web-Auskunfts-komponente, mit dem folgende Aufgaben abgewickelt werden sollen:

- Bestandsverwaltung der Beschleunigerkomponenten
- Erstellung und Koordination von Arbeitslisten, die für jede Komponente alle zu leistenden Aufgaben auflisten und deren Erledigung verfolgen
- Unterstützung der Dokumentation von Qualitätssicherungsprozessen und -ergebnissen

Die Lösung soll möglichst auf Informationssystemen basieren, die bereits am DESY genutzt werden.

Für die Dokumentation der Qualitätssicherung soll ein Referenzprozess entwickelt werden, der die Rolle und den Einsatz eines Informationssystems in der Qualitätssicherung definiert und beschreibt. Anhand dieses Referenzprozesses kann die Lösung für das PETRA III-Projekt generalisiert und auf andere Projekte übertragen werden. Neben der Entwicklung des Referenzprozesses, soll dessen exemplarische praktische Umsetzung demonstriert werden, so dass als Ergebnisse ein

- dokumentiertes Modell als Referenzprozess für den Einsatz eines Informationssystems zur Unterstützung der Dokumentation von QS-Prozessen,

- Anforderungen an ein allgemeines Systemdesign zur Umsetzung des Referenzprozesses,
- eine Anforderungsspezifikation zur Umsetzung des Referenzprozesses mit am DESY vorhandenen Informationssystemen sowie
- eine exemplarische Erprobung des Referenzprozesses im P3PO-Kontext vorliegen.

1.2 DESY

Die Diplomarbeit ist am Deutschen Elektronen-Synchrotron (DESY) in Hamburg entstanden. DESY ist ein nationales Forschungszentrum mit Sitz in Hamburg und einem Teilinstitut in Zeuthen (Brandenburg). 1959 wurde DESY als selbstständige Stiftung deutschen Rechts gegründet, wird durch öffentliche Mittel finanziert und ist Mitglied in der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF). Seit 1992 ist das ehemalige „Zentrum für Hochenergiephysik“ der Akademie der Wissenschaften in Zeuthen integraler Teil von DESY.

DESY betreibt naturwissenschaftliche Grundlagenforschung mit den Schwerpunkten:

- Teilchenphysik (Untersuchung der fundamentalen Eigenschaften von Materie und Kräften)
- Forschung mit Photonen (Untersuchungen in allen Naturwissenschaften mit speziellem Licht, das an Beschleunigern erzeugt wird)
- Entwicklung, Bau und Betrieb von Beschleunigeranlagen für diese Zwecke

Insgesamt beschäftigt DESY etwa 1600 Mitarbeiter. Zudem nutzen etwa 2750 Wissenschaftler aus 33 Nationen die DESY-Anlagen (vgl. DESY 06). Abbildung 1 zeigt das DESY-Gelände in Hamburg als Luftaufnahme. Eingezeichnet ist der Verlauf der unterirdischen Ringbeschleuniger HERA (Hadron-Elektron-Ring-Anlage) und PETRA (Positron-Elektron-Tandem-Anlage). Während sich PETRA zum größten Teil auf dem DESY-Gelände befindet, verläuft HERA zum großen Teil unter Wohn- und Gewerbegebieten sowie unter dem Hamburger Volkspark.

Abbildung 1 und 2 stammen aus dem Bildarchiv der DESY-Internetseite (vgl. DESY 06).



Abbildung 1: DESY Gelände in Hamburg

Abbildung 2 zeigt den Verlauf des unterirdischen Beschleunigers PETRA zusammen mit der geplanten Experimentierhalle für die künftige Röntgenlaserquelle PETRA III.

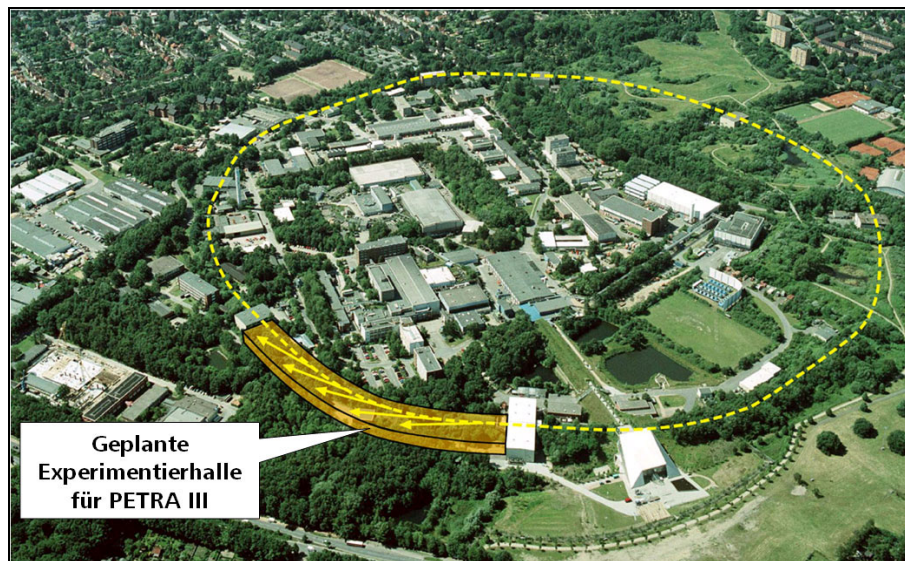


Abbildung 2: Unterirdischer Beschleunigertunnel PETRA mit geplanter Experimentierhalle

Neben dem PETRA III-Projekt soll 2013 am DESY der europäische Röntgenlicht-Freie-Elektronen-Laser (XFEL) in Betrieb genommen werden. Dieser wird hochintensive ultrakurze Röntgenblitze erzeugen, mit denen neue Forschungsperspektiven für Naturwissenschaften und industrielle Nutzer geboten werden. Die Qualitätssicherung von gelieferten Beschleunigerkomponenten ist in beiden Projekten eine wichtige Aufgabe beim Aufbau der Anlagen.

1.3 Qualitätssicherung

Qualitätssicherung beschreibt die Vorgänge, die notwendig sind, um Produkte dahingehend zu überprüfen, ob die Produkteigenschaften mit zuvor festgehaltenen Produkthanforderungen übereinstimmen. Eine solche Überprüfung ist notwendig, um sicherzustellen, dass sich ein Produkt im Einsatz wie erwartet verhält. Die Qualitätssicherung muss zuverlässig und vollständig dokumentiert werden, um die Erfüllung oder das Verfehlen der Produkthanforderungen belegen zu können. Die Dokumente aus der Qualitätssicherung sind für Qualitätsanalysen von Bedeutung und besitzen zudem juristische Relevanz.

Qualitätsanalysen und -auswertungen werden erstellt, um eine angestrebte Fertigungsqualität zu garantieren. Sie können fertigungsbegleitend der Verbesserung der Qualität der gefertigten Komponenten dienen: Fehlerquellen oder Schwächen können erkannt, eingegrenzt und behoben werden. Zudem können Produktionsprozesse verbessert werden. Die Ergebnisse der Qualitätssicherung können auch dazu verwendet werden, um den optimalen Einsatzort einer bestimmten Komponente zu finden, indem Wechselwirkungen mit weiteren Komponenten berücksichtigt werden.

Die Dokumentation von QS-Prozessen ist sehr aufwendig, da sie detailliert erfolgen muss und die Dokumente teils in Papierform und teils elektronisch vorliegen. Ein Referenzprozess fungiert hierbei als Orientierungshilfe, die als Ausgangslösung genutzt und durch entsprechende Anpassungen zu konkreten Prozessen für ein bestimmtes Projekt erweitert wird.

Mit dem in dieser Arbeit entwickelten Referenzprozess wird die Absicht verfolgt,

- notwendige Aufgaben der Qualitätssicherung zu identifizieren,
- Abläufe und Zusammenhänge aufzuzeigen sowie
- ein Systemdesign und -modell zur Implementierung eines Informationssystems zur Unterstützung der Dokumentation von QS-Prozessen zu entwickeln.

Dem Charakter eines Referenzprozesses wird dadurch Rechnung getragen werden, dass

- den unterschiedlichen Anforderungen aller anfallender QS-Prozesse gerecht geworden wird,
- die Verwendung des Referenzprozesses bei den wiederkehrenden Anforderungen zur Unterstützung von QS-Prozessen möglich sein soll und
- bei Verwendung des Referenzprozesses die Adaption für den jeweiligen Anlass mit möglichst geringem Aufwand möglich sein soll.

2 Methodische Grundlagen

Dieses Kapitel gibt einen kurzen Überblick über die verschiedenen in dieser Arbeit verwendeten Methoden. Zunächst wird erklärt, was unter dem Begriff „Informationssystem“ zu verstehen ist. Dann wird in einer kurzen Einführung die „Modellierung mit der Unified Modeling Language (UML)“ und die „Geschäftsprozessmodellierung“ vorgestellt, bevor die „Model Driven Architecture (MDA)“ als Modellierungsmethode erläutert wird. Abschließend wird eine kurze Übersicht über „Anforderungsmanagement“ gegeben.

2.1 Einführung von Informationssystemen

Unter einem Informationssystem (IS) wird eine EDV-Lösung verstanden, die festgelegte Arbeitsweisen oder Prozesse unterstützen kann. Das Informationssystem wird genutzt, um durch seine Systemfunktionen Aufgaben aus dem Geschäftsumfeld oder Aufgabenbereich eines Anwenders zu unterstützen (vgl. HAGGE 05).

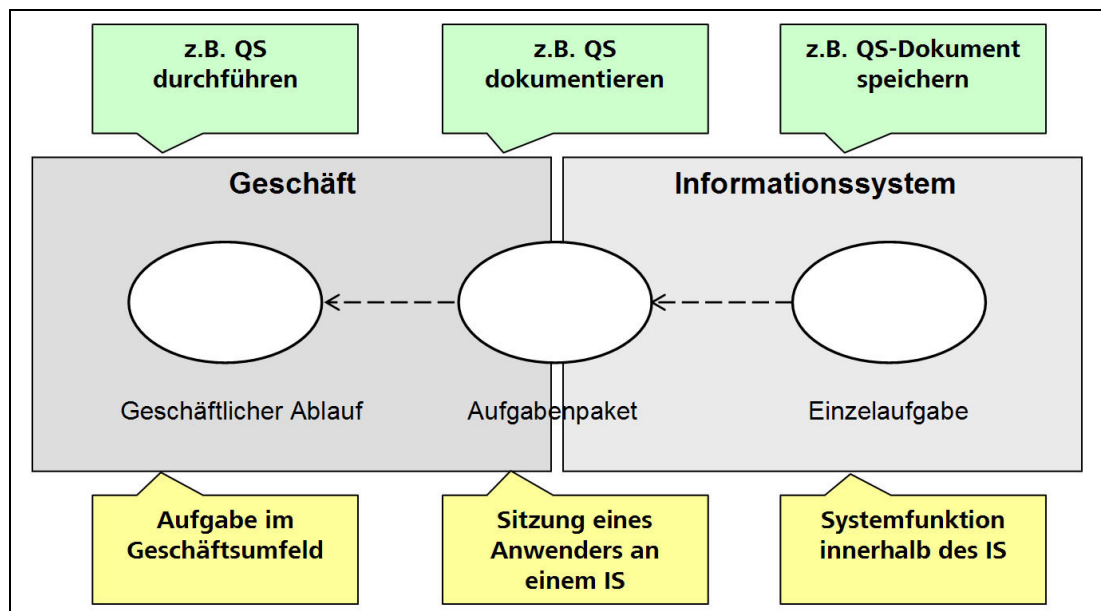


Abbildung 3: Unterstützung von Geschäftsprozessen durch ein Informationssystem

Der Referenzprozess, der in dieser Arbeit entwickelt wird, besteht aus geschäftlichen Abläufen, die eine Menge von Aufgabenpaketen beinhalten. Die Aufgabenpakete enthalten zahlreiche Einzelaufgaben, die von Personen oder von Werkzeugen bearbeitet werden können. Ein Informationssystem kann Einzelaufgaben durch seine Systemfunktionen unterstützen oder übernehmen. Ein Ziel dieser Arbeit ist es, ein Informationssystem prozessbezogen in den geschäftlichen Ablauf der Qualitätssicherung einzuführen, um wiederkehrende Aufgaben zu unterstützen und qualitativ zu verbessern. Abbildung 3 zeigt als Beispiel, dass die Einzelaufgabe „QS-Dokument speichern“ aus dem Aufgabenpaket „QS dokumentieren“ durch ein Informationssystem umgesetzt werden könnte.

Informationssysteme werden von Anbietern, Systemherstellern oder -betreibern bereitgestellt und von Kunden genutzt. Kunden nutzen das IS durch eine System- oder Benutzeroberfläche und benötigen keinen Einblick in den Systemaufbau eines IS. Der

Anbieter arbeitet hingegen mit verschiedenen Softwarekomponenten oder gar Informationssystemen, um den Kunden ein entsprechend funktionales (Gesamt-) Informationssystem zur Verfügung zu stellen. Auf die vorliegende Arbeit angewendet bedeutet das, dass die Gruppe IPP eine Systemarchitektur entwickelt und als Informationssystem bereitstellen wird. Die Anwender und Projektmitglieder werden dieses System mit einer Benutzeroberfläche nutzen.

2.2 Modellierung mit der Unified Modeling Language (UML)

Die Unified Modeling Language (UML) ist eine semiformale Notation zur Modellierung, Dokumentation, Spezifizierung und Visualisierung. Dabei unterstützt die UML vor allem objektorientierte Vorgehensweisen. Die UML wurde von der Object Management Group (OMG) standardisiert, die herstellerneutrale Industriestandards für die objektorientierte Programmierung entwickelt und erhält (vgl. RUPP 05 S.12 & 273). Die OMG ist ein Konsortium mit ca. 800 Mitgliedern, u.a. aller relevanter Marktvertreter aus der Softwareindustrie (siehe <http://www.omg.org>).

Modell

Unter einem Modell wird die Abstraktion eines komplexen Sachverhalts verstanden. Ziel eines Modells ist es Entscheidungen zu ermöglichen, indem die Komplexität des betrachteten Systems auf ein beherrschbares, für die Entscheidung relevantes Maß reduziert wird (vgl. FRAUNHOFER IESE 06).

Objektorientierung

Objektorientierung ist eine Form der Strukturierung von Modellen, die vor allem in der Softwareentwicklung eine breite Verwendung findet. Wesentliche Konzepte der Objektorientierung sind

- Abstraktion (Gleichartige Objekte können zu Klassen zusammengefasst werden. Ein Objekt der realen Welt entspricht der Konkretisierung eines allgemeinen Konzepts einer Klasse),
- Kapselung (Objekte werden als Einheiten verstanden, die nur über Schnittstellen mit anderen Objekten kommunizieren können),
- Polymorphismus (unterschiedliche Objekte reagieren kontextabhängig auf gleiche Nachrichten unterschiedlich) und
- Vererbung (gleichartige Konzepte werden verallgemeinert – Objekte „erben“ Eigenschaften eines ursprünglichen Objekts) (vgl. FRAUNHOFER IESE 06).

Verwendete Notation der Unified Modeling Language (UML)

Die UML wird in dieser Arbeit in der Version 2.0 verwendet (vgl. OMG 05). Es gibt in der UML 13 Diagrammtypen, die genutzt werden können, um Systeme und Dinge der realen Welt zu beschreiben. Für die Entwicklung des Referenzprozesses wird nicht die gesamte Vielfalt der UML Notation und der darin definierten Diagramme verwendet. Daher werden an dieser Stelle ausschließlich die Diagrammtypen erläutert, die in der Arbeit genutzt werden.

Als Strukturmodell wird das Klassendiagramm vorgestellt, während für die Verhaltensmodellierung Anwendungsfalldiagramme, Aktivitätsdiagramme und ein Zustandsautomat genutzt werden.

Klassendiagramm

Klassendiagramme zeigen allgemeine Konzepte und Begriffe der Anwenderwelt und setzen diese miteinander in Beziehung. Eine Klasse entspricht in der objektorientierten Modellierung der Definition einer Menge von Objekten. Alle Objekte, die einer Klasse zugerechnet werden, entsprechen dieser Definition (vgl. OESTEREICH 03, S. 189). Durch Klassendiagramme können Begriffe eindeutig im Modell bestimmt werden.

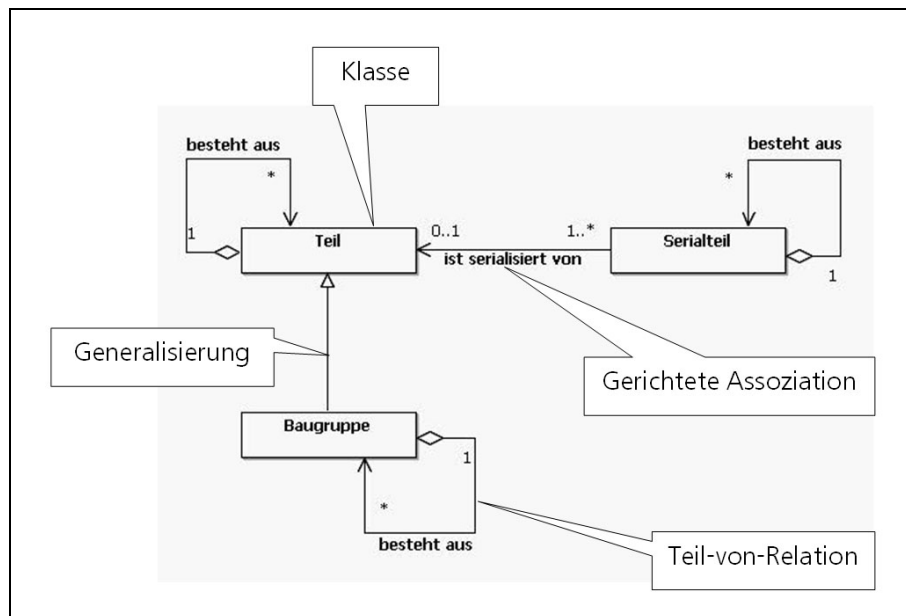


Abbildung 4: Klassendiagramm

Abbildung 4 zeigt ein vereinfachtes konzeptionelles Klassendiagramm aus dem Kontext dieser Arbeit. Die Rechtecke symbolisieren Klassen, die Linien verschiedene Relationen (Beziehungen) zwischen den Klassen. Die Klasse „Teil“ steht z.B. für einen Komponententyp (Vakuumkammer Typ DK1) und ein Serialteil für ein reales physikalisches Objekt (Vakuumkammer mit Seriennummer DK1-1234). Die Aussage des Diagramms lautet, dass jedes „Serialteil“ auf einem „Teil“ basieren muss. Die Vakuumkammer DK1-1234 ist ein Exemplar des Teils DK1. Die fachlichen Zusammenhänge und Inhalte werden in den folgenden Kapiteln erläutert und sollen hier der Verdeutlichung der Diagrammtypen dienen.

In Klassendiagrammen werden unterschiedliche Relationen verwendet. Dies können Generalisierungen sein: Eine „Baugruppe“ erbt alle Eigenschaften eines „Teils“ und kann zusätzliche Eigenschaften besitzen. Eine Teil-von-Relation oder Aggregation mit den dargestellten Multiplizitäten (1,*), drückt in diesem Diagramm aus, dass eine „Baugruppe“ aus mehreren weiteren „Baugruppen“ bestehen kann. Eine „Baugruppe“ wäre dann Teil von einer anderen „Baugruppe“. Dasselbe gilt für Teile oder Serialteile. Die Verbindung zwischen dem „Teil“ und dem „Serialteil“ wird als gerichtete Assoziation bezeichnet. Die Pfeilrichtung gibt Aufschluss über die Leserichtung. Abgesehen von der Generalisierung können alle Relationen mit Namen zur Definition der Relationen und zum besseren Verständnis des Diagramms versehen werden.

Die UML erlaubt neben der kompakten Darstellungsweise in Abbildung 4, Klassen mit so genannten Operationen und Attributen darzustellen (siehe Abb. 5).

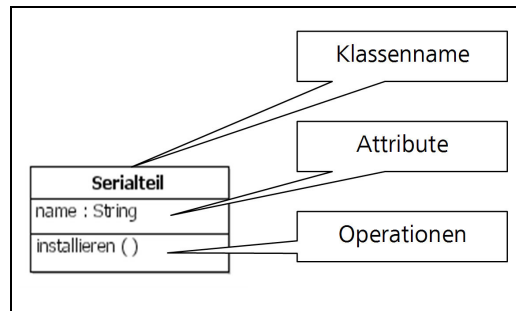


Abbildung 5: Klassendarstellung in der UML

Zur Beschreibung der strukturellen Eigenschaften einer Klasse, wie z.B. Bezeichnung, Gewicht, Abmessungen, werden in der UML Attribute verwendet. Ein Serialteil hat beispielsweise das Attribut „name“. Um das Verhalten von Klassen zu beschreiben, werden Operationen genutzt (vgl. RUPP 05, S. 95ff.).

Anwendungsfalldiagramm

Anwendungsfalldiagramme zeigen die Kernaufgaben bzw. geschäftliche Aufgabenbereiche. Damit geben diese Diagramme eine Übersicht über die Aufgabenpakete, die in einem Prozess verrichtet werden müssen.

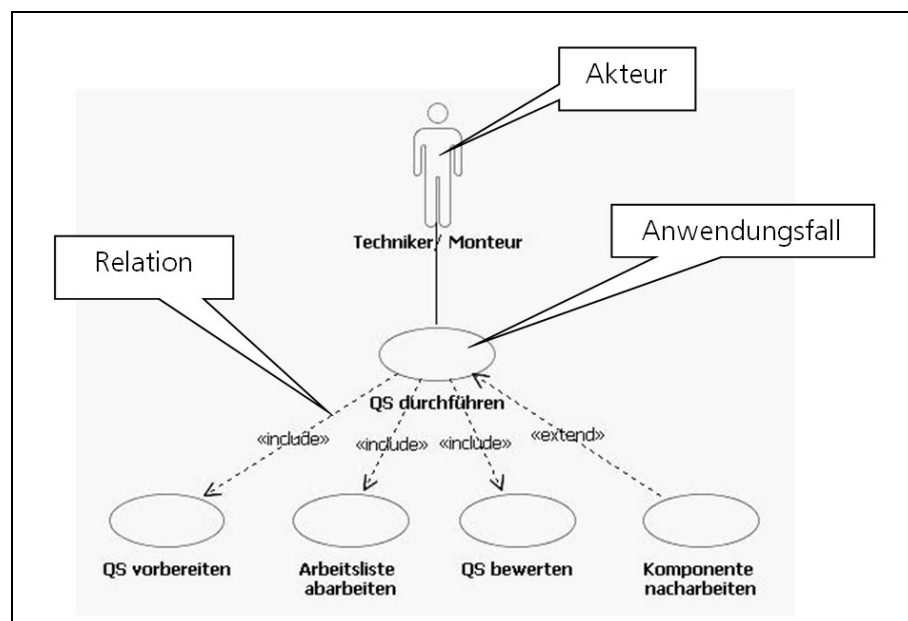


Abbildung 6: Anwendungsfalldiagramm

Die Aufgabenpakete werden Anwendungsfälle genannt und stellen eine zeitlich ununterbrochene Arbeit eines Akteurs dar. Als Akteure werden Prozessbeteiligte (Personen oder Systeme) bezeichnet, die für ein Aufgabenpaket verantwortlich sind. Ein Anwendungsfall muss ein messbares Ergebnis erzeugen, das für den Anwender oder ein System von Nutzen ist.

Die Anwendungsfälle werden durch Relationen miteinander verbunden. Es werden Verwendungsbeziehungen (<<include>>) und Erweiterungsbeziehungen (<<extend>>) unterschieden. Zur Bewältigung eines Anwendungsfalles müssen alle Anwendungsfälle ausgeführt werden, die durch eine Verwendungsbeziehung verbunden sind.

Anwendungsfälle, die durch Erweiterungsbeziehungen verbunden sind, müssen nur unter bestimmten Bedingungen zusätzlich ausgeführt werden. Abbildung 6 zeigt ein Anwendungsfalldiagramm für die Durchführung von Qualitätssicherung (QS). Es müssen die Aufgabenpakete bzw. Anwendungsfälle „QS vorbereiten“, „Arbeitsliste abarbeiten“ und „QS bewerten“ abgearbeitet werden, damit der Anwendungsfall „QS durchführen“ erfüllt wird. Es kann allerdings ein Sonderfall eintreten, so dass „Komponente nacharbeiten“ ausgeführt werden muss, um die Qualitätssicherung erfolgreich durchzuführen. In einem solchen Fall wird von einer Erweiterung gesprochen (vgl. RUPP 05, S. 239ff.).

Aktivitätsdiagramm

Um Anwendungsfälle in eine zeitliche und logische Abfolge zu bringen, werden Aktivitätsdiagramme verwendet. Ein Aufgabenpaket wird hier als Aktion innerhalb einer Aktivität gezeigt und stellt einen Arbeitsschritt im Prozess dar.

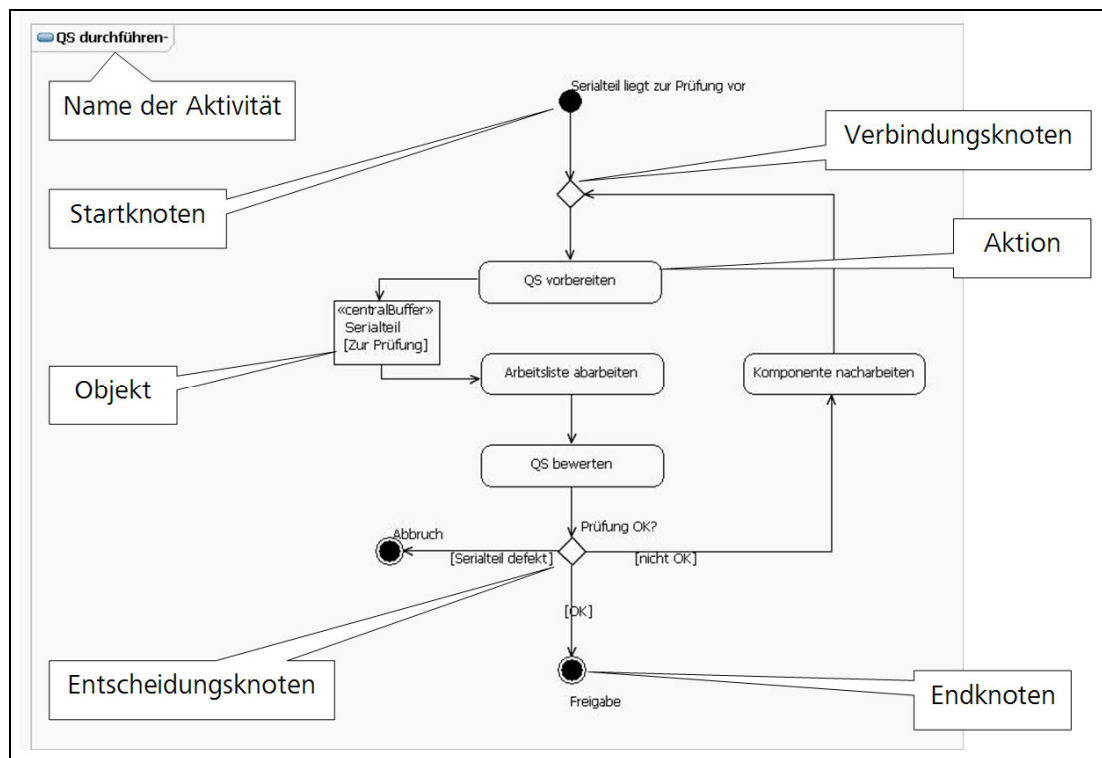


Abbildung 7: Aktivitätsdiagramm

Abbildung 7 zeigt ein Aktivitätsdiagramm, das die möglichen Abfolgen der Anwendungsfälle aus Abbildung 6 darstellt. Hierfür werden die Anwendungsfälle als Rechtecke mit abgerundeten Ecken gezeigt. Die Namensgleichheit zwischen Anwendungsfällen und Aktionen ist eine Konvention, die in dieser Arbeit verwendet wird, um den Zusammenhang der verschiedenen Diagramme zu verdeutlichen. In einem Aktivitätsdiagramm wird eine Aktivität dargestellt, die eine Gesamtheit von verwandten Aufgabenpaketen umfasst und deren Name in einem Rahmen angegeben wird. In diesem Fall lautet der Aktivitätsname „QS durchführen“.

Der Ablauf beginnt mit einem Startknoten, der eine Startbedingung enthalten kann. In Abbildung 7 muss das Serialteil zur Prüfung vorliegen, damit die Aktivität ablaufen kann. In einem Aktivitätsdiagramm können Objekte gezeigt werden, um zu verdeutlichen, welche materiellen Gegenstände oder Informationen in einer Aktion benötigt werden.

Das Objekt „Serialteil“ dient in Abbildung 7 als Beispiel eines Objekts. Auf weitere Objekte wurde zugunsten der Übersichtlichkeit verzichtet. Ein Objekt ist die konkrete Ausprägung einer Klasse und kann sich zu einem bestimmten Zeitpunkt in einem bestimmten Zustand befinden. In Abbildung 7 befindet sich das Objekt im Zustand „Zur Prüfung“.

Der Verlauf kann durch Entscheidungsknoten und Verbindungsknoten variabler gestaltet werden. Somit können auch Erweiterungen aus den Anwendungsfalldiagrammen dargestellt werden. Am Entscheidungsknoten „Prüfung OK?“ in Abbildung 7 wird über den weiteren Verlauf entschieden. Entweder endet die Aktivität in einem der Endknoten oder es folgt die Aktion „Komponente nacharbeiten“, die wiederum durch einen Verbindungsknoten in den Ablauf der Aktivität zurückführt.

Aktivitätsdiagramme lassen sich ebenso wie Anwendungsfalldiagramme hierarchisch gliedern, so dass eine weitere Detaillierung von einzelnen Aktionen bzw. Anwendungsfällen möglich ist (vgl. RUPP 05, S. 265ff.).

Zustandsautomat

Mit einem Zustandsautomaten kann das Verhalten einer Klasse modelliert werden. Das Verhalten der Klasse wird anhand von Zuständen spezifiziert, indem Ereignisse dargestellt werden, die zu einer Zustandsänderung führen. Ein Zustand ist „eine Situation im Leben eines Objektes, während der eine bestimmte Bedingung erfüllt ist, Aktivitäten ausgeführt werden oder auf ein Ereignis gewartet wird.“ (OESTEREICH, S. 229) Ein Zustandsautomat zeigt Zustände, die durch so genannte Transitionen verbunden sind. Eine Transition ermöglicht den Übergang von einem Ausgangs- zu einem Zielzustand und kann eine Operation der jeweiligen Klasse darstellen (vgl. RUPP 05, S. 235ff.).

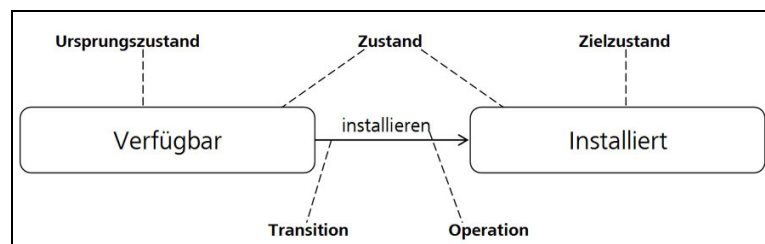


Abbildung 8: Zustandsautomat: Beispielhafte Notationselemente

Abbildung 8 zeigt einen Ausschnitt aus einem Zustandsautomaten für die Klasse „Serialteil“. Die Operation „installieren“ der Klasse „Serialteil“ würde zum Beispiel die Zustandsänderung von „Verfügbar“ zu „Installiert“ herbeiführen.

2.3 Geschäftsprozessmodellierung

Ein Geschäftsanwendungsfall bezeichnet einen geschäftlichen Ablauf mit einem Ergebnis, das einen geschäftlichen Nutzen darstellt. Werden fachlich verwandte Geschäftsanwendungsfälle zu einer Menge zusammengefasst, wird von einem Geschäftsprozess gesprochen. Es handelt sich dabei um eine ergebnisorientierte Betrachtung. Zwischen den Aktivitäten, die zum Erreichen des Ziels eines Geschäftsprozesses notwendig sind, bestehen meist zeitliche und logische Abhängigkeiten.

Unter Geschäftsprozessmodellierung wird die Analyse der Geschäftsprozesse verstanden. Diese werden zur Veranschaulichung in Form von Bildern oder Texten abstrahiert dargestellt (vgl. OESTEREICH 03, S. 223).

Die Analyse und Veranschaulichung der Geschäftsprozesse wird in dieser Arbeit mit der standardisierten Notation der Unified Modeling Language (UML) vorgenommen. Den Zusammenhang der verwendeten Diagramme zeigt Abbildung 9.

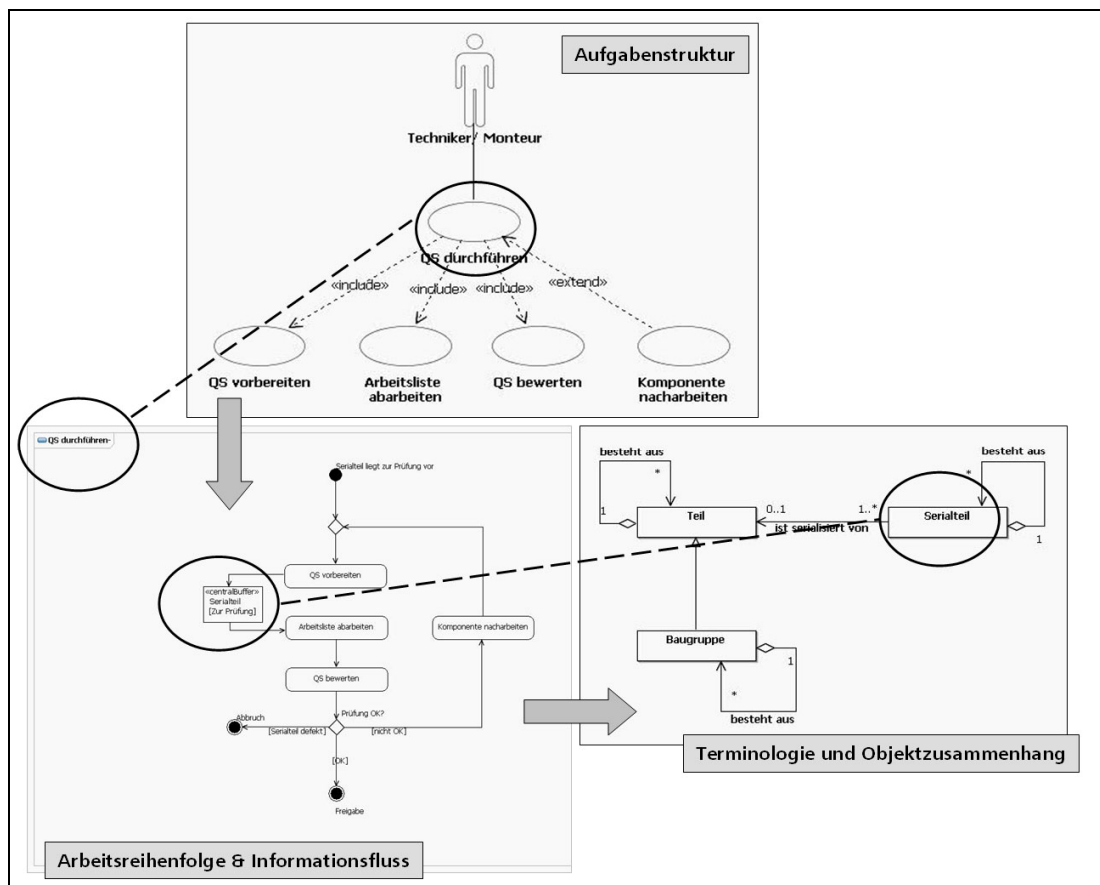


Abbildung 9: Zusammenhang der verwendeten UML-Diagramme

Anwendungsfalldiagramme dienen zur Darstellung von Geschäftsprozessen. Die einzelnen Geschäftsprozesse werden in Aktivitätsdiagrammen in eine Arbeitsreihenfolge gebracht und zur Analyse von Informationsflüssen genutzt. In Klassendiagrammen werden die Zusammenhänge von Geschäftsobjekten dargestellt und die verwendete Terminologie geklärt.

2.4 Model Driven Architecture (MDA)

Das Prinzip der Model Driven Architecture (MDA) wird in dieser Arbeit dazu genutzt, um systematisch von der Entwicklung des Referenzprozesses zu einer beispielhaften Umsetzung in einer bestehenden Systemumgebung zu gelangen. In diesem Kapitel wird das allgemeine Prinzip der MDA kurz vorgestellt.

Die MDA ist ein Konzept der Object Management Group (OMG). Dieses sieht vor, dass bei der Softwareentwicklung formale Modelle zum Einsatz kommen und zur Entwicklung der Softwarearchitektur genutzt werden. Dadurch sollen Vorteile bei der Wiederverwendbarkeit, der Interoperabilität, der Wartbarkeit und der Produktivität der Entwicklungsprozesse erzielt werden (vgl. PETRASCH 06, S. 352).

Besonders die Plattformunabhängigkeit ist ein Kernpunkt der MDA. Das bedeutet, dass fachliche Aspekte unabhängig von der Umsetzung mit einem bestimmten Softwaresystem modelliert werden müssen. Wird ein Modell mit einem Softwaresystem umgesetzt, kann nach einer gewissen Zeit ein anderes Softwaresystem verwendet werden müssen. Dann bliebe das von Systemen unabhängige Modell erhalten und kann für Anpassungen an ein anderes Softwaresystem genutzt werden. Außerdem ermöglicht ein plattformunabhängiges Vorgehen die Wiederverwendung des Modells oder Teilen des Modells in einem anderen Kontext. Um auf der einen Seite diese Plattformunabhängigkeit zu gewährleisten und auf der anderen Seite zu einem umfassend dokumentierten Softwaresystem zu gelangen, definiert die MDA vier grundlegende Modellarten, die mit der UML-Notation dargestellt werden können (vgl. OMG 03):

Computation Independent Model (CIM)

Das CIM zielt darauf ab, ein Verständnis für das Umfeld des zu entwickelnden Referenzprozesses zu schaffen und beschäftigt sich mit der Betriebsumgebung. Das CIM ähnelt damit einer umgangssprachlichen Beschreibung, muss jedoch dazu genutzt werden, um zu einer gemeinsamen eindeutigen Terminologie zu gelangen (vgl. PETRASCH 06, S. 100ff).

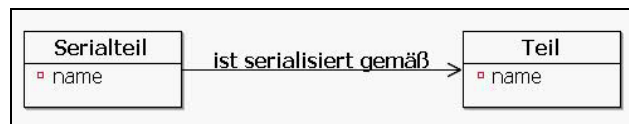


Abbildung 10: Teil eines Klassendiagramms aus dem CIM

Abbildung 10 zeigt zwei Klassen aus einem Klassendiagramm eines möglichen CIMs. Es werden zwei wichtige Begriffe im Zusammenhang der Qualitätssicherung gezeigt: Ein Serialteil und ein Teil, die beide ein Attribut „name“ besitzen.

Platform Independent Model (PIM)

Beim Platform Independent Model handelt es sich um die Modellierung der Fachdomäne, die plattformunabhängig zu gestalten ist. Es werden also ausschließlich fachliche Aspekte analysiert und modelliert. Das PIM unterscheidet sich vom CIM durch einen höheren Detaillierungsgrad, der sich aus Qualitätsanforderungen an den Formalisierungsgrad des PIM ergibt. Das CIM wird als Basis für das PIM genutzt. Das PIM detailliert und spezifiziert die im CIM beschriebene Betriebsumgebung (vgl. PETRASCH 06, S. 102ff). In der vorliegenden Arbeit ist das Ziel des PIM die Möglichkeit zu spezifizieren, ein Informationssystem in die Betriebsumgebung zu implementieren.

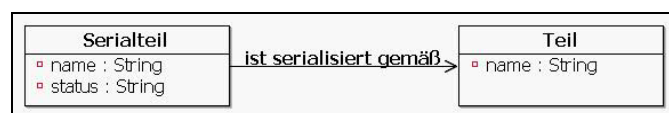


Abbildung 11: Teil eines Klassendiagramms aus dem PIM

In Abbildung 11 sind die zwei Klassen aus Abbildung 10 aufgegriffen worden. Die Klassen wurden detaillierter modelliert, so dass ein weiteres Attribut und die Datentypen zu den Attributen vorliegen.

Platform Model (PM)

Das Platform Model bezeichnet die Beschreibung eines Softwaresystems bzw. einer Plattform. Eine Plattformbeschreibung sollte in Form von Modellen einer formalen Spezifikation vorliegen. Die Plattformmodelle beschreiben die Systeme, mit denen ein PIM umgesetzt werden kann (siehe auch Abb. 12). Die Umsetzung des PIM mit Plattformmodellen wird als (Modell-)Transformation bezeichnet (vgl. PETRASCH 06, S. 103ff).

Platform Specific Model (PSM)

Das Platform Specific Model stellt das Ergebnis einer Modelltransformation von PIM und PM(s) dar. Es ist somit von einer oder mehreren Plattformen abhängig, die als PM definiert wurden und entspricht einer konkreten Implementation. Die MDA spricht auch von einer Zielarchitektur, welche die Software-Architektur auf Basis des PIM und PM enthält (vgl. PETRASCH 06, S. 105ff.)

Abbildung 12 zeigt den Zusammenhang der vorgestellten Modelle (in Anlehnung an PETRASCH 06, S. 107 & 123):

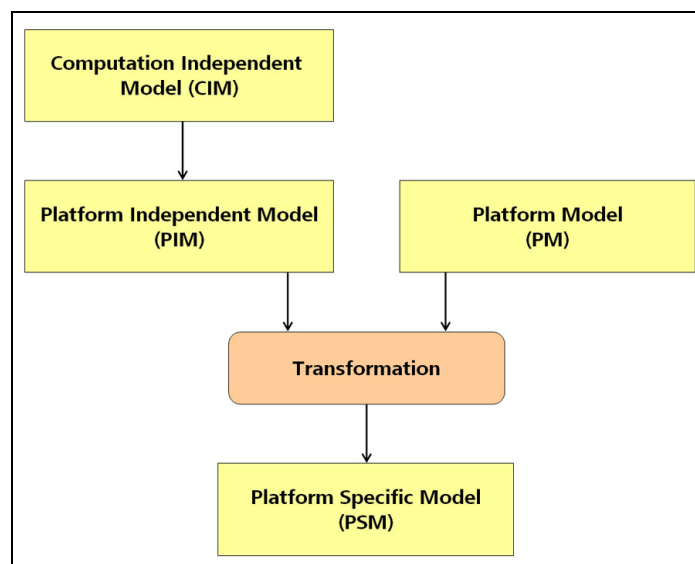


Abbildung 12: Übersicht der Modelle der Model Driven Architecture

2.5 Anforderungsmanagement

Das Ziel des Anforderungsmanagements (engl. Requirements Engineering) „ist es qualitativ gute Anforderungen zu generieren, die es erlauben, das Projekt mit einem akzeptablen Risiko zu beginnen.“ (EBERT 05 S.302)

„Eine Anforderung ist eine Aussage über eine zu erfüllende Eigenschaft oder zu erbringende Leistung eines Produktes, eines Prozesses oder der am Prozess beteiligten Personen“ (RUPP 02 S.159).

Anforderungen

Anforderungen müssen vollständig und korrekt sein. Die Konsistenz in sich und gegenüber anderen Zielen ist ebenfalls erforderlich. Des Weiteren müssen Anforderungen verständlich, eindeutig und positiv formuliert sein. Jede Anforderung

muss sich als notwendig, testbar und realisierbar erweisen. Sie sollte lösungsfrei formuliert werden, um den möglichen Lösungsraum zur Umsetzung der Anforderung nicht unnötig einzuschränken.

Zudem sollten Anforderungen in natürlicher Sprache verfasst werden und weitere formale Bedingungen erfüllen. Zum Beispiel sollten Anforderungen aktiv, kurz und prägnant in einem einzigen Hauptsatz formuliert werden. Diese Forderungen wurden aufgestellt, um Informationsverfälschung oder -verlust zu vermeiden (vgl. RUPP 02, S. 151f.).

Zur Formulierung von Anforderungen kann ein schablonenbasierter Weg beschritten werden. „Eine Anforderungsschablone ist ein Bauplan, der die syntaktische Struktur einer einzelnen Anforderung festlegt“ (RUPP 02, S. 233). Abbildung 13 zeigt eine solche Anforderungsschablone (in Anlehnung an RUPP 02, S. 237).

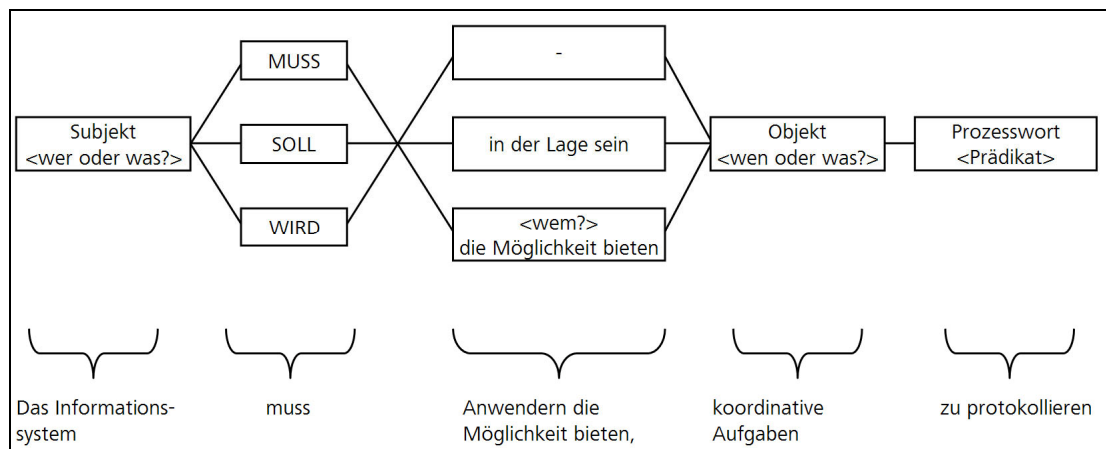


Abbildung 13: Anforderungsschablone nach RUPP

Ein Subjekt kann einen Prozess aktiv und selbständig ausführen, „in der Lage sein“ etwas zu tun oder jemandem oder etwas anderem „die Möglichkeit bieten“, etwas zu tun. Dabei kann durch ein Modalverb die Verbindlichkeit einer Anforderung zum Ausdruck gebracht werden. Die Verbindlichkeit, kann eine Absicht (wird), einen Wunsch (soll) oder eine Pflicht (muss) sein. Das Prozesswort oder Prädikat gibt in Verbform wieder, was getan werden soll.

Abbildung 14 zeigt eine Erweiterung zu dieser Schablone (in Anlehnung an RUPP 02, S. 238). Hier wird der Anforderungsstruktur aus Abbildung 13 eine vorangestellte Bedingung hinzugefügt. Dementsprechend wurde die Reihenfolge der Satzkonstruktion der Syntax der grammatischen Regeln der deutschen Sprache angepasst.

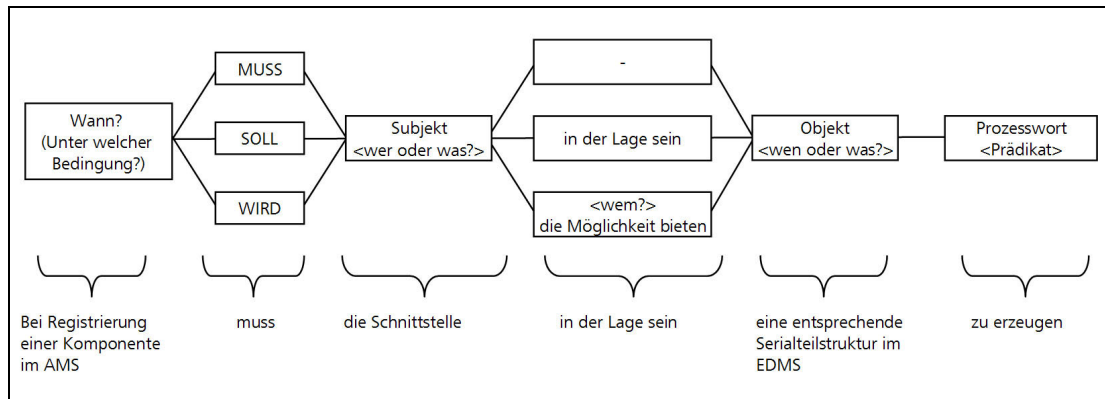


Abbildung 14: Anforderungsschablone mit Bedingung nach RUPP

In dieser Arbeit werden Anforderungen zur Realisierung des Referenzprozesses formuliert. Außerdem werden Anforderungen für die konkrete Umsetzung im P3PO-Kontext verfasst.

3 Qualitätssicherung

In diesem Kapitel wird die Entwicklung eines Referenzprozesses für die Dokumentation der Qualitätssicherung beschrieben. Zunächst wird dafür der Begriff der Qualitätssicherung eingeführt, bevor die am DESY betriebene Qualitätssicherung näher beschrieben wird. Anschließend wird der eigentliche Referenzprozess entwickelt.

3.1 Einführung in die Qualitätssicherung (QS)

Definition

Zur Definition von Qualitätssicherung ist zuerst der Begriff der Qualität zu klären. Laut DIN EN ISO 9000:2005 ist darunter der „Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale Anforderungen erfüllt“ wird zu verstehen. Das bedeutet, dass sich die Qualität eines Produkts daraus ableiten lässt, in welchem Maß die Anforderungen erfüllt werden, die an dieses Produkt gestellt werden. Anforderungen werden für ein Produkt festgelegt und stellen somit die erwarteten Eigenschaften dar. Ein Produkt ist als Ergebnis eines Prozesses definiert, wobei der Prozess einen „Satz von in Wechselbeziehung oder Wechselwirkung stehender Tätigkeiten, der Eingaben in Ergebnisse umwandelt“ bezeichnet (DIN 9000, S.18ff).

Der Begriff der Qualitätssicherung „hat seinen Ursprung in dem Bestreben von Unternehmen, Qualität durch innerbetriebliche Normen zu definieren und durch organisatorische Maßnahmen (Analyse der einzelnen Produktionsschritte und Einrichtung von Kontrollmechanismen) die dauerhafte Einhaltung dieser Normen abzusichern.“ (HESS 95, S.146)

Die Qualitätssicherung wird vom Deutschen Institut für Normung (DIN) in DIN EN ISO 9000:2005 als Teil des Qualitätsmanagements angegeben. Das Qualitätsmanagement wird dabei als „aufeinander abgestimmte Tätigkeiten zur Leitung und Lenkung einer Organisation bezüglich Qualität“ charakterisiert. Dazu wird folgendes ergänzt: „Anmerkung: Leiten und Lenken bezüglich Qualität umfassen üblicherweise das Festlegen der Qualitätspolitik und der Qualitätsziele, die Qualitätsplanung, die Qualitätslenkung, die Qualitätssicherung und die Qualitätsverbesserung“. Des Weiteren wird die Qualitätssicherung in derselben Norm als „Teil des Qualitätsmanagements, der auf das Erzeugen von Vertrauen darauf gerichtet ist, dass Qualitätsanforderungen erfüllt werden“ definiert (DIN 9000, S.21ff).

Die Rahmenempfehlungen der branchenneutralen Normenreihe DIN EN ISO 9001:2000 empfehlen zur Durchführung von Qualitätsmanagement die Einführung eines Qualitätsmanagementsystems. Den in dieser Norm genannten Anforderungen an die „Überwachung und Messung des Produkts“ kann eine nähere Beschreibung der Aufgaben von Qualitätssicherung entnommen werden: „Die Organisation muss die Merkmale des Produkts überwachen und messen, um die Erfüllung der Produkthanforderungen zu verifizieren. [...] Der Nachweis über die Konformität mit den Annahmekriterien muss geführt werden.“(DIN 9001, S. 19ff)

Damit wird gefordert, Produkte dahingehend zu überprüfen, ob die vorliegenden Produkteigenschaften mit den zuvor festgehaltenen Produkthanforderungen übereinstimmen, um sicherzustellen, dass das Produkt später wie erwartet funktioniert. Qualitätssicherung kann somit als Vergleich von Ist- und Soll-Werten verstanden werden. Zudem besteht die Notwendigkeit die Ergebnisse dieser Überprüfung zu dokumentieren, um ggf. die Erfüllung oder das Verfehlen der Produkthanforderungen belegen zu können.

Beispiele der Qualitätssicherung

Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung werden in vielen Fachbereichen und Branchen betrieben. Ob in der Automobilbranche oder dem Gesundheitswesen, die Qualität von erbrachten oder zu erbringenden Leistungen muss überprüft werden. Zum Beispiel müssen in der Automobilbranche sämtliche Einzelteile von allen Zulieferern geprüft werden. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass die Einzelteile zusammen verbaut werden können und garantiert werden, dass ein Auto alle versprochenen Eigenschaften besitzt und somit die gestellten Anforderungen erfüllt. Ist ein Auto ständig defekt und muss repariert werden, bedeutet dies für den Autohersteller einen Imageverlust, der zu Umsatzrückgängen führen kann. Sollte sich ein Airbag bei einem Unfall nicht öffnen, weil das Teil, das ihn auslösen sollte nicht funktioniert hat, bekommt die Qualitätssicherung eine große juristische Relevanz.

Dokumente der Qualitätssicherung

Die Ergebnisse von QS-Maßnahmen müssen dokumentiert werden. Nur so lässt sich zu einem späteren Zeitpunkt nachvollziehen, mit welchem Ergebnis ein Produkt geprüft wurde. Die dabei entstehenden Dokumente sind so unterschiedlich wie die Prüfungen selbst. Es können Messdaten in einem Computersystem, handschriftlich ausgefüllte Prüfprotokolle oder ganze Messreihen in einer Datenbank vorliegen.

Die Dokumente der Qualitätssicherung können neben ihrer juristischen Relevanz auch für Qualitätsanalysen und -auswertungen genutzt werden. Die Dokumentation ist so zu gestalten, dass diese Analysen angestellt werden können. Auf diese Weise können Schwachstellen und Fehlerquellen in der Produktion behoben werden, um die Qualität der Fertigungsprozesse und letztlich des Produkts zu verbessern. Die Qualitätssicherung kann auch als fertigungsbegleitende Steuerungsmöglichkeit eingesetzt werden, wenn die Dokumentation die Grundlage für die Verwendung eines Produktbestandteils im folgenden Prozessschritt darstellt.

3.2 Qualitätssicherung am DESY

Im Anlagenbau am DESY wird Qualitätssicherung auf verschiedene Art und Weise durchgeführt, die sich zum einen aus der Art der Fertigung und zum anderen aus der Komplexität der zu prüfenden Teile ergibt. Allgemein wird mit der Qualitätssicherung das Ziel verfolgt, eine angestrebte Fertigungsqualität garantieren zu können und die Qualität der Produktionsprozesse und der Beschleunigerkomponenten zu verbessern.

Das Umfeld der Qualitätssicherung im Anlagenbau am DESY ist aus Sicht der Anwender oder Projektmitglieder in Abbildung 15 dargestellt.

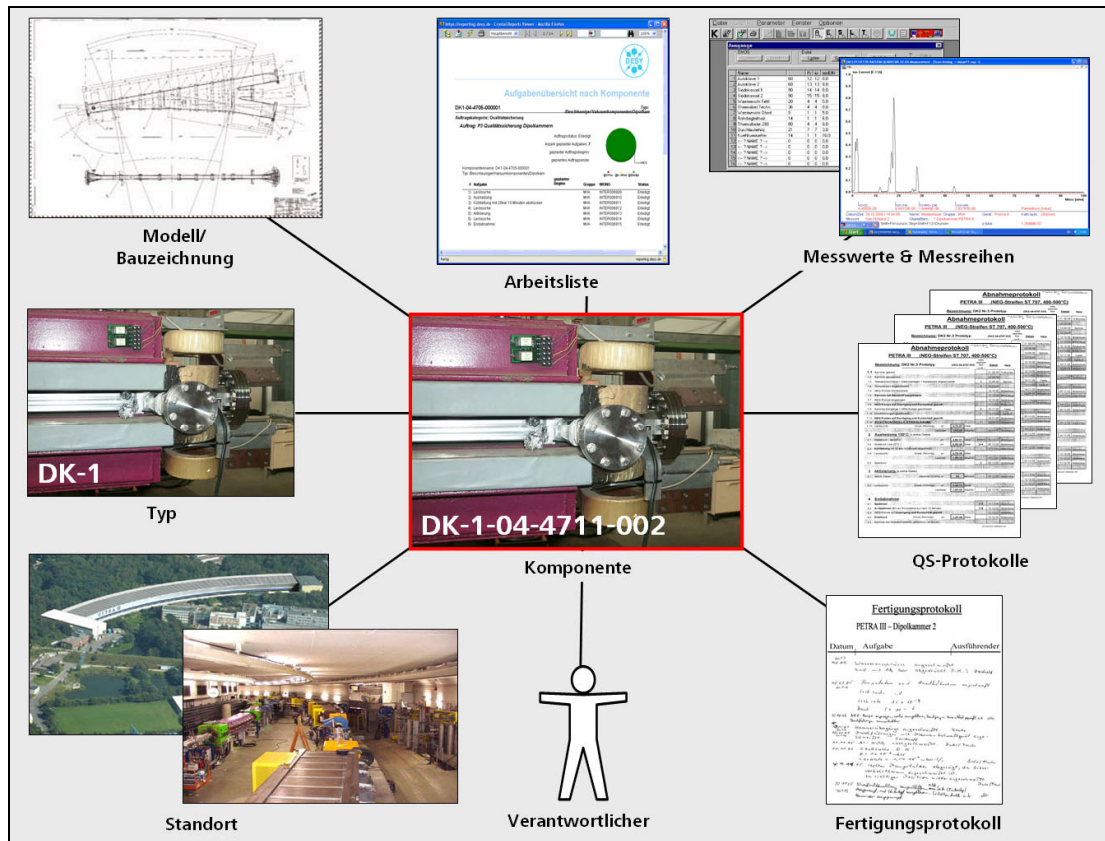


Abbildung 15: Umfeld der Qualitätssicherung am DESY

Die Qualitätssicherung beschäftigt sich mit Komponenten. In Abbildung 15 ist dies eine Dipolkammer aus dem PETRA III-Projekt. Die einzelne Komponente ist gemäß einem Typen gefertigt worden. Ein Typ steht für eine Art Definition, die Produkteigenschaften vorgibt, auf Basis derer eine Komponente hergestellt wird. Die Qualitätssicherung wird durch Arbeitslisten gesteuert. Bei den QS-Prozessen entstehen Messwerte, Messreihen, QS-Protokolle und Fertigungsprotokolle. Zudem sind aus Anwendersicht für eine Komponente eine verantwortliche Person, der jeweilige Standort und ein Modell oder Bauzeichnung von Bedeutung.

3.2.1 Definition von Begriffen

Im Bereich der Qualitätssicherung im Anlagenbau am DESY gibt es einige spezielle Begriffe, die in den folgenden Kapiteln benutzt werden. Diese werden in Tabelle 1 geklärt.

Begriff	Erläuterung
Arbeitsliste	Eine Arbeitsliste dient der Koordination von Arbeitsaufträgen. Sie enthält eine Anzahl von Arbeitsschritten, die notwendig sind, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Arbeitsschritte können QS-Anweisungen, Installations- und Transportaufträge oder ähnliches sein. Die einzelnen (Teil-)Aufgaben einer solchen Liste werden „Arbeitsschritte“ genannt. Im QS-Bereich enthält eine Arbeitsliste meist eine Mischung aus „Allgemeinen Arbeitsschritten“ und „Fertigungsschritten“, denen „Prüfschritte“ folgen.
Arbeitsschritt	Arbeitsschritte werden in „Arbeitslisten“ aufgeführt und stellen eine Art Oberbegriff für „Allgemeine Arbeitsschritte“, „Fertigungsschritte“ und „Prüfschritte“ dar.
Allgemeiner Arbeitsschritt	Ein Allgemeiner Arbeitsschritt ist eine einfache Tätigkeit, die über eine reine Prüf- und Vergleichsaufgabe hinausgeht. Sie erfordert keine Protokollierung und keinen Vermerk in einem Fertigungsprotokoll. Die Montage einer Komponente auf einem Prüfstand wäre zum Beispiel ein Allgemeiner Arbeitsschritt.
Fertigungsschritt	Ein Fertigungsschritt ist einem „Allgemeinen Arbeitsschritt“ sehr ähnlich. Der Fertigungsschritt erfordert jedoch einen Vermerk im Fertigungsprotokoll und besitzt somit meist eine größere Bedeutung. Beispielsweise wäre ein Schweißvorgang ein Fertigungsschritt.
Prüfschritt	Nach einer gewissen Anzahl von „Allgemeinen Arbeitsschritten“ und „Fertigungsschritten“, die in der „Arbeitsliste“ festgelegt sind, wird ein Prüfschritt durchgeführt, um die verrichteten Arbeiten zu überprüfen. Der Prüfschritt ist somit der „Arbeitsschritt“, in dem die eigentliche Qualitätssicherung vorgenommen wird. Ein Prüfschritt wird im „Fertigungsprotokoll“ vermerkt und kann zusätzlich mit eigenen Protokollen (QS-Dokumente) dokumentiert werden.
Fertigungsprotokoll	Ein Fertigungsprotokoll ist eine Art „Laufzettel“ und befindet sich direkt an der zu fertigenden Komponente. Das Fertigungsprotokoll listet zu erledigende „Prüf- und „Fertigungsschritte“ auf, deren Erledigung, Ergebnis und Bemerkungen hier vom verantwortlichen Mitarbeiter abgezeichnet werden muss. Damit erlaubt das Fertigungsprotokoll einen schnellen und umfassenden Überblick, wer zu welchem Zeitpunkt einen bestimmten „Arbeitsschritt“ ausgeführt hat.

Tabelle 1: Definition von DESY-spezifischen Begriffen im QS-Bereich

3.2.2 Lebenszyklus einer Beschleunigerkomponente

In der Qualitätssicherung werden Komponenten überprüft. Wann die Prüfungen stattfinden, ist in einem Phasenmodell in Abbildung 16 dargestellt. Die Abbildung zeigt Phasen aus dem Lebenszyklus einer Beschleunigerkomponente und verdeutlicht die Ansatzpunkte der Qualitätssicherung. Der Begriff des Lebenszyklus einer Komponente ist hier vom Prinzip eines Produktlebenszyklus im Marketing-Bereich oder dem Verständnis in der Softwareentwicklung abzugrenzen. Der Lebenszyklus einer Komponente am DESY ist in folgende Phasen unterteilt: Design, Fertigung, Lieferung, Registrierung, Prüfung, (Zwischen-) Lagerung, Installation, Betrieb, Wartung, Reparatur, Verschrottung.

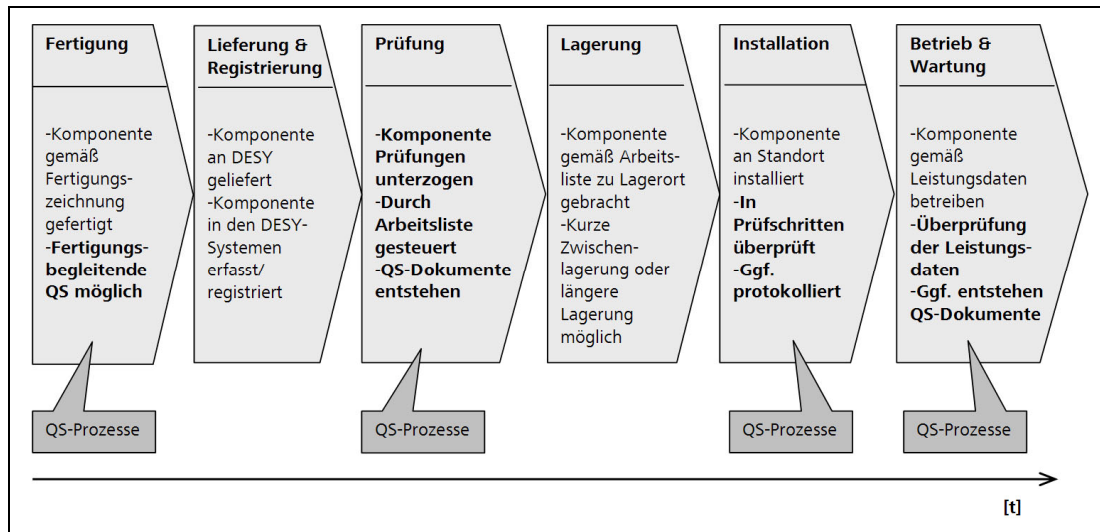


Abbildung 16: Phasenmodell des Lebenszyklus

Die Darstellung in Abbildung 16 berücksichtigt den Ausschnitt aus dem Lebenszyklus einer Komponente, der die Zusammenhänge der QS-Prozesse verdeutlicht. Die übrigen Phasen aus dem Lebenszyklus lassen sich wie folgt beschreiben:

- Design: Die Komponente bzw. der Typ einer Komponente wird entworfen. Dabei entstehen 3D-Modelle, Fertigungszeichnungen und ähnliches.
- Reparatur: Bei einem konkreten Problem muss eine Komponente (unplanmäßig) repariert werden. Nach einer Reparatur tritt die Komponente wieder in die Phase „Prüfung“ ein.
- Verschrottung: Ist eine Komponente nicht mehr zu reparieren, bzw. ein Erreichen der geforderten Leistungsdaten nicht (mehr) möglich, wird die Komponente verschrottet bzw. entsorgt.

Die unterschiedlichen Qualitätssicherungsprozesse überprüfen in jeder der Phasen, ob eine Komponente die gestellten Produkthanforderungen

- erfüllt und für eine weitere Verwendung freigegeben werden kann (Freigabe)
- nicht erfüllt und noch einmal bearbeitet werden muss (Nacharbeiten)
- nicht erfüllt und nicht für eine weitere Verwendung in Betracht kommt (Abbruch).

Bei komplizierten und technisch sensiblen Komponenten ist es möglich, dass Qualitätssicherung fertigungsbegleitend durchgeführt wird. Die Fertigung ist in einzelne Produktionsschritte unterteilt. Die Qualitätssicherung konzentriert sich dabei zunächst auf die einzelne Komponente und überprüft ihre Eigenschaften nach einer gewissen Anzahl von Produktionsschritten und hält die Ergebnisse der durchgeführten QS-Prozesse fest. Aus diesen dokumentierten Ergebnissen der einzelnen Komponenten lassen sich für unterschiedliche Produktionsschritte und –phasen allgemeine Qualitätsanalysen und –auswertungen erstellen.

Für extern gefertigte Komponenten wird die Qualitätssicherung im Rahmen der Eingangskontrolle nach der Registrierung durchgeführt. Diese Kontrolle dient zur Überprüfung der Herstellerangaben bezüglich der Produkteigenschaften. Diese Ergebnisse werden ebenso dokumentiert, wie nach den QS-Prozessen, die während oder nach der Installation stattfinden. Eine Komponente kann als Teil einer größeren Komponente, bzw. des Beschleunigers gesehen werden. Nachdem die einzeln bereits geprüften Komponenten, vorliegen und installiert wurden, ist es notwendig zu überprüfen, ob jede von ihnen ihre Produkthanforderungen erfüllt und ob die

Komponenten gemeinsam die erwarteten Leistungsmerkmale erreichen. Qualitätssicherung während des Betriebs einer Komponente in Form von Inspektionen dient dazu, zu überprüfen, ob die Komponente die geforderten Leistungsparameter (noch) erfüllt.

3.3 Referenzprozess für die Dokumentation der Qualitätssicherung

Die Entwicklung des Referenzprozesses wurde in Anlehnung an das Konzept der Model Driven Architecture (MDA) vorgenommen. Dieses ermöglicht, unterschiedliche Modelle übersichtlich zu handhaben, die zur Entwicklung und Erprobung eines Referenzprozesses notwendig sind. Zunächst wird eine Definition für Referenzprozesse gegeben, bevor mit einem CIM und PIM der Referenzprozess entwickelt wird.

3.3.1 Definition eines Referenzprozesses

Sprachlich prägt den Begriff „Referenzprozess“ das Attribut Referenz, das im einfachsten Fall eine Art Verweis oder einen Bezug kennzeichnet. Dabei wird dem Verweis häufig die Bedeutung einer Empfehlung zugesprochen (vgl. WAHRIG 97, S.1015). Referenzen werden im Bereich von Informationsmodellen oft als allgemeingültige Empfehlungen (vgl. BROCKE 03, S.31) für ihren Gültigkeitsbereich verstanden.

Bei der Entwicklung eines Referenzprozesses werden Aufgaben, Anwendungen und Objekte so weit abstrahiert, dass eine allgemeingültige Modellierung oder Verwendung möglich ist. Ein Referenzmodell bzw. -prozess dient somit als (Modellierungs-) Grundlage, die angepasst und verfeinert werden kann (vgl. GRÄSSLE 04, S.55). Es kann also von einer Art Ausgangslösung für die Prozessgestaltung gesprochen werden, die durch Anpassungen zu spezifischen Prozessen erweitert werden kann.

Ein Referenzmodell bzw. ein Referenzprozess kann als Erfahrungswissen (vgl. SCHEER 98, S.61) bezeichnet werden, das bei seiner Anwendung auf konkrete Aufgaben zur Aufwandsreduzierung und somit zu einer Zeit- und Kostenersparnis führt (vgl. KUHN 99, S.11ff.).

3.3.2 Computation Independent Model (CIM)

Das Computation Independent Model beschäftigt sich in dieser Arbeit mit dem Umfeld der Qualitätssicherung im Anlagenbau am DESY. Es zielt darauf ab, die gegenwärtigen und angestrebten Umstände in der Qualitätssicherung zu analysieren und darzustellen.

In Kapitel 3.2 wurde die Qualitätssicherung aus Anwendersicht veranschaulicht. Das CIM präzisiert diese Sicht, indem zunächst allgemeine und eindeutige Benennungen bestimmt werden. Die Benennungen weichen von der Anwendersicht in Abbildung 14 ab, um zu einem allgemeingültigen Modell zu gelangen. Sie stellen jedoch dieselben Konzepte dar: Eine Komponente wird als „Serialteil“ und ein Typ als „Teil“ bezeichnet. Ein „Serialteil“ entspricht einer real existierenden physikalischen Komponente, während die konzeptionelle Grundlage für dieses Serialteil als „Teil“ bezeichnet wird. Tabelle 2 setzt die im CIM und PIM bzw. dem Referenzprozess verwendeten Begriffe mit den Begriffen aus der Anwendersicht in Verbindung.

Anwendersicht	CIM / PIM / Referenzprozess
Arbeitsliste	Arbeitsliste
Fertigungsprotokoll	Fertigungsprotokoll (ein spezielles QS-Dokument)
Komponente	Serialteil
Messwert & Messreihe	Messwert & Messreihe (werden in QS-Dokumenten erfasst)
Modell/ Bauzeichnung	Modell
QS-Protokoll	QS-Dokument
Standort	Standort
Typ	Teil
Verantwortlicher	Person (als Rollen u.a. in Abb. 20 detailliert)

Tabelle 2: Begriffsübersicht Anwendersicht und CIM/PIM/Referenzprozess

Abbildung 17 zeigt in Anlehnung an Abbildung 14 die Sicht der Projektmitarbeiter oder Betriebsverantwortlichen auf die Betriebsumgebung in Form eines Klassendiagramms.

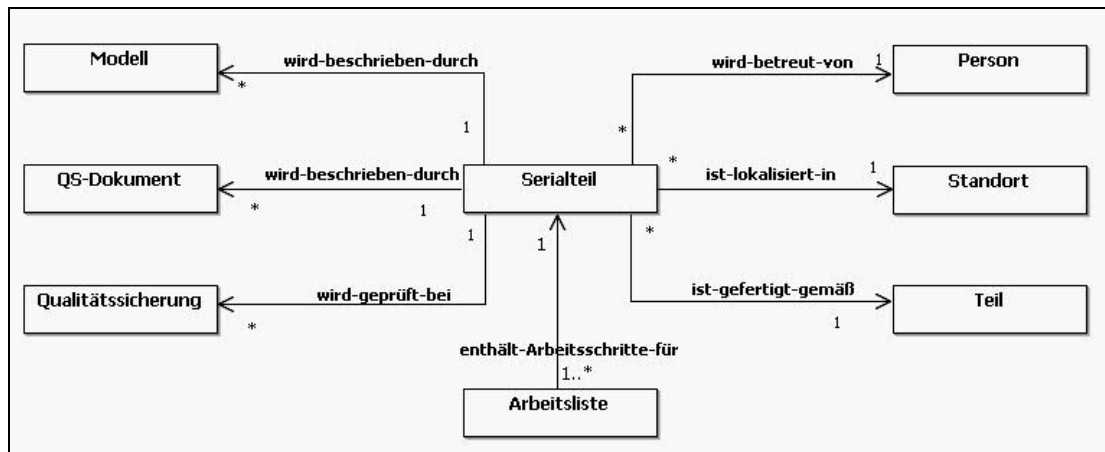


Abbildung 17: CIM – Klassendiagramm aus dem User Context

Die Abbildung 17 stellt das Serialteil (Magnet, Dipolkammer etc.), in den Mittelpunkt der Darstellung, das gemäß einem Teil gefertigt wurde und bei einer Qualitätssicherung geprüft wird. Es gibt QS-Dokumente und Modelle, die einem Serialteil zuzuordnen sind. Eine Arbeitsliste koordiniert zu verrichtende Arbeitsschritte. Zudem befindet sich das Serialteil an einem bestimmten Standort und eine Person ist für das Serialteil verantwortlich.

In Abbildung 18 erfolgt die Darstellung der Zusammenhänge bei der angestrebten Qualitätssicherung in Form eines weiteren konzeptionellen Klassendiagramms. Im Gegensatz zu Abbildung 17 steht hier nicht die Komponente im Mittelpunkt, sondern die Qualitätssicherung in Form eines Vergleichs von Ist- und Soll-Werten. Wesentliche Zusammenhänge werden dargestellt, so dass zum Beispiel die Arbeitsliste mit den unterschiedlichen Arbeitsschritten modelliert ist.

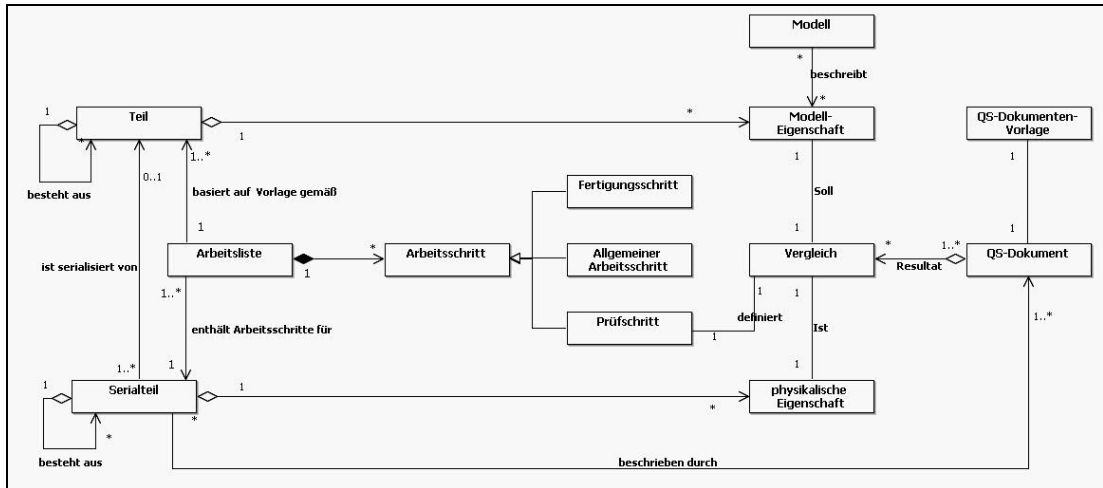


Abbildung 18: Klassendiagramm Qualitätssicherung

Die differenziertere Darstellung in Abbildung 18 zeigt, dass die Modelleigenschaften bzw. das Modell nicht dem Serialteil, sondern dem Teil zuzuordnen sind. Das Serialteil ist „serialisiert von“ einem Teil und wird gemäß dessen Vorgaben gefertigt. Daher werden die grundlegenden Modelleigenschaften dem Teil zugeordnet. Die Qualitätssicherung wird in Abbildung 18 als Vergleich von Ist- und Soll-Werten dargestellt. Die Soll-Werte stammen aus den Modelleigenschaften eines Teils, während die Ist-Werte die physikalischen Eigenschaften sind, die während der Qualitätssicherung anhand eines Serialteils ermittelt werden. Die Resultate werden in QS-Dokumenten festgehalten, die auf QS-Dokumenten-Vorlagen basieren und einem Serialteil zugeordnet werden können. QS-Dokumente müssen auf einer Vorlage basieren, um Vollständigkeit und Vergleichbarkeit der Angaben zu garantieren.

Identifikation der Hauptaufgaben zur Durchführung von Qualitätssicherung

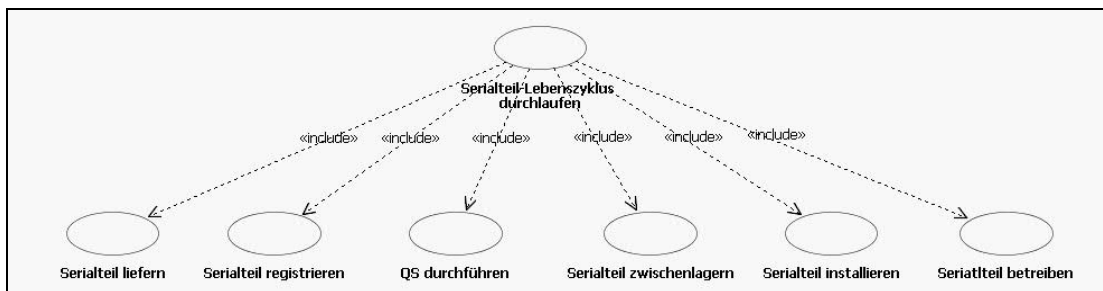


Abbildung 19: Anwendungsfalldiagramm – Serialteil-Lebenszyklus durchlaufen

Die in Abbildung 19 dargestellten Anwendungsfälle stellen die Hauptaufgabenfelder dar, die in den QS-relevanten Phasen des Lebenszyklus' einer Komponente auftreten (vgl. auch Abb. 16). Für den Referenzprozess ist der Anwendungsfall „QS durchführen“ besonders bedeutsam. Auf Grundlage des CIM wird im folgenden Kapitel das PIM entwickelt, in dem der Ablauf, die Zusammenhänge und die Dokumentation der Qualitätssicherung beispielhaft modelliert werden. Das CIM wird weiter detailliert, um letztlich im PIM ein Informationssystem in den Prozessen positionieren zu können.

3.3.3 Platform Independent Model (PIM)

Der Referenzprozess wird eine Allgemeingültigkeit in Bezug auf die Dokumentation der Qualitätssicherung im Anlagenbau am DESY besitzen. Um dieses Ziel zu erreichen

- wird ein Prozess gefunden, der unabhängig ist von jeder konkreten Umsetzung mit einem (Software-) System,
- werden die QS-Prozesse am DESY so untersucht und modelliert, dass der Referenzprozess auf alle QS-Prozesse anwendbar ist.

Das PIM konkretisiert die Geschäftsprozesse und definiert u.a. die Ansatzpunkte für ein Informationssystem, um aufzuzeigen, welche Prozesse und Informationen mit oder von einem System umgesetzt werden können.

Das CIM hat das Begriffsfeld definiert und Aufgabenfelder benannt. Zur Detaillierung des CIM müssen Rollen benannt werden, die Anwendungsfällen als Akteure zugeordnet werden können. Die identifizierten Rollen im Bereich der Qualitätssicherung sind in Abbildung 20 dargestellt:

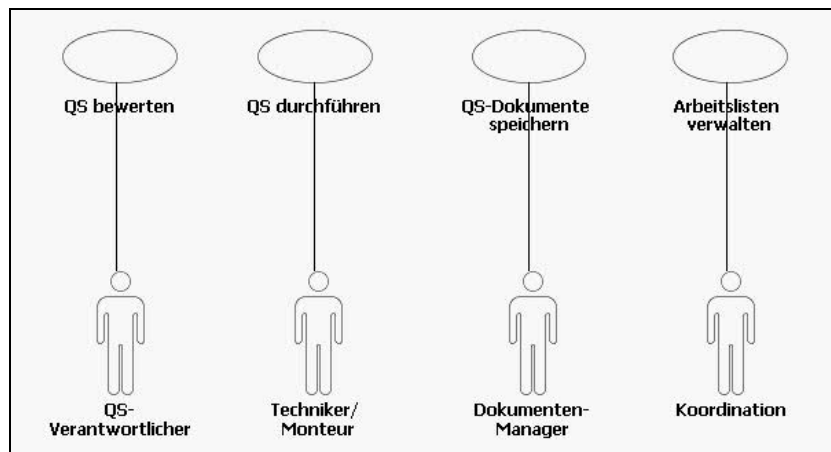


Abbildung 20: Beteiligte Rollen an QS-Prozessen

Die in Abbildung 20 gezeigten Rollen übernehmen folgende Verantwortung bei der QS:

- QS-Verantwortlicher:
 - Überprüft und bewertet durchgeführte QS-Maßnahmen
- Techniker/ Monteur:
 - Führt die praktischen Arbeitsschritte der Qualitätssicherung durch
 - Nutzt teilweise die Benutzeroberfläche von Informationssystemen zum Beschaffen von Arbeitsanweisungen
 - Speichert teilweise die erzeugten QS-Dokumente
 - Bewertet die selbst durchgeführten Prüfschritte
- Dokumenten-Manager:
 - Verantwortet die Dokumente, die bei der Qualitätssicherung entstehen
 - Ist an Informationssystemen geschult u.a. zum manuellen Einpflegen von QS-Dokumenten
- Koordination:
 - Verantwortet Arbeitszuweisungen in Form von Arbeitslisten an die Techniker/ Monteure
 - Verwaltet/ pflegt Daten der zu prüfenden Komponenten (Serialteile / Teile)

Hauptaufgaben der Qualitätssicherung

Die Abbildung 21 zeigt die Anwendungsfälle, die durchzuführen sind, um Qualitätssicherung an einem Serialteil zu betreiben. Ausgeführt wird die Qualitätssicherung von einem Akteur der Rolle „Techniker/ Monteur“:

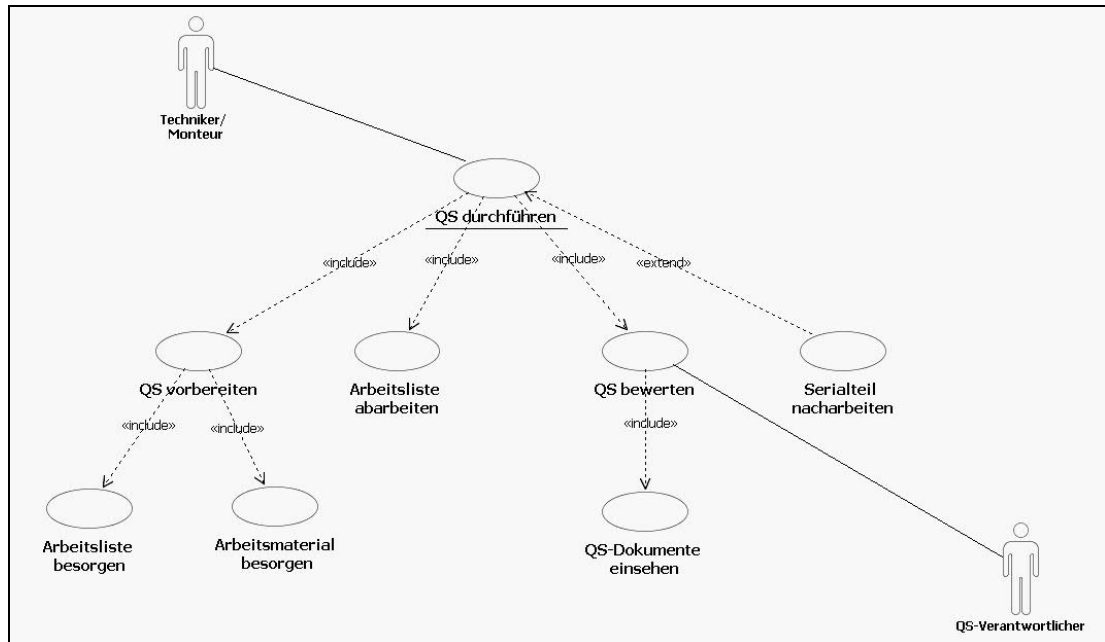


Abbildung 21: Anwendungsfalldiagramm – QS durchführen

Die Qualitätssicherung muss vorbereitet werden. Dies umfasst die Beschaffung des Arbeitsmaterials und einer Arbeitsliste, die die Arbeitsanweisungen enthält und abgearbeitet werden muss. Neben der Fertigstellung einer solchen Arbeitsliste muss die Bewertung der verrichteten Arbeiten erfolgen. Die Bewertung der Qualitätssicherung wird von einem QS-Verantwortlichen vorgenommen. Dieser muss dazu die entstandenen QS-Dokumente einsehen. Diese Bewertung kann eine Erweiterung zur „normalen“/gewöhnlichen Qualitätssicherung ergeben: Das Nacharbeiten des Serialteils kann angeordnet werden, wenn ein Serialteil die festgelegten Soll-Werte in der Qualitätssicherung nicht erreicht.

Die Arbeitsabläufe der Qualitätssicherung sind in Abbildung 22 abgebildet. Im Aktivitätsdiagramm ist ein Objektfluss dargestellt, um zu zeigen, welche Informationen (dies kann auch ein Serialteil sein) oder Daten in bestimmten Aktionen genutzt oder gebraucht werden. Die Objekte der Klasse Serialteil sind mit Zuständen dargestellt.

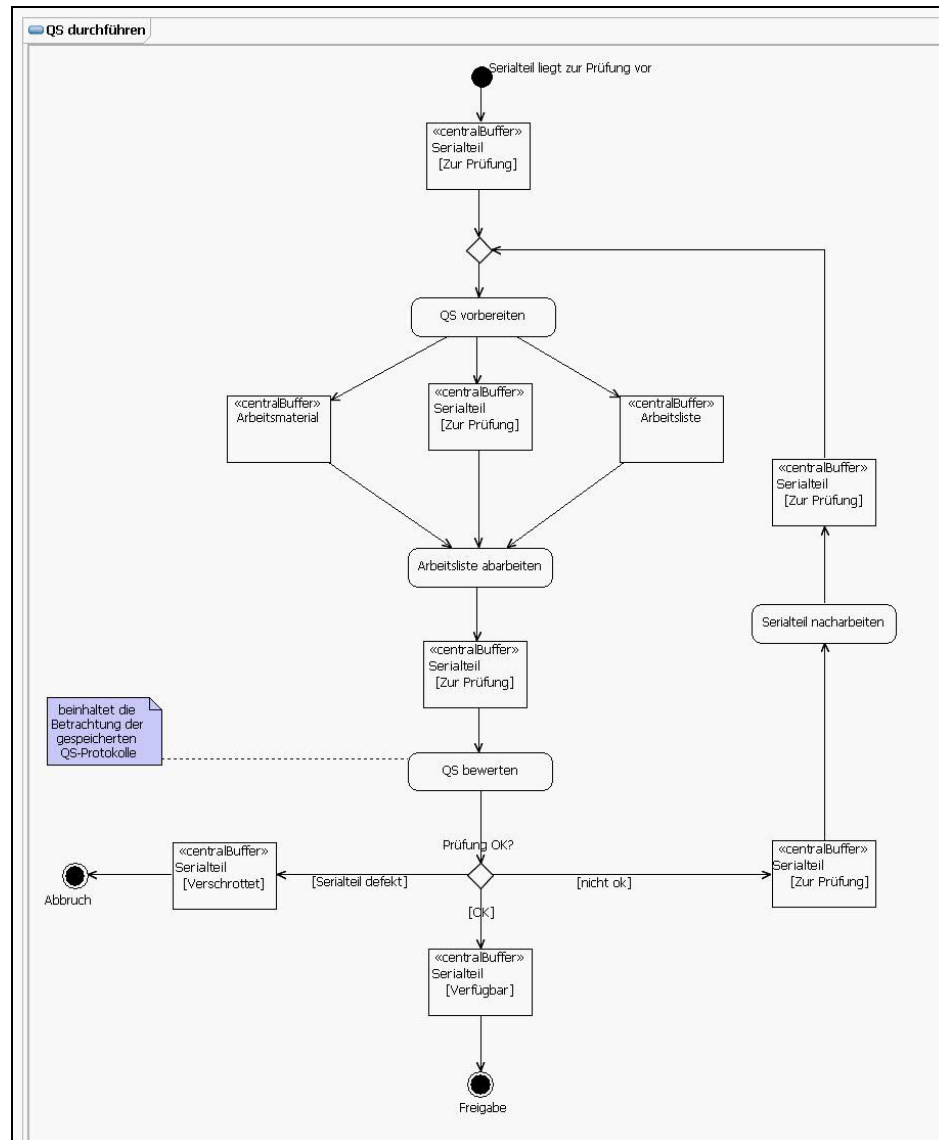


Abbildung 22: Aktivitätsdiagramm mit Objekten – Qualitätssicherung durchführen

Die Qualitätssicherung eines Serialteils kann erst dann durchgeführt bzw. gestartet werden, wenn ein Serialteil zur Prüfung vorliegt. Anschließend wird die Qualitätssicherung vorbereitet, dann die Arbeitsliste abgearbeitet und abschließend wird die durchgeführte Qualitätssicherung bewertet. Es muss entschieden werden, ob die Prüfung gemäß ihren Vorgaben durchgeführt wurde und ob das Serialteil die festgelegten Soll-Werte innerhalb bestimmter Toleranzen erreicht hat. Daraus ergeben sich drei Möglichkeiten:

- Entweder muss das Serialteil verschrottet werden,
- es kann für einer weitere Verwendung freigegeben werden
- oder es muss „nachgebessert“ werden, um dann anschließend erneut einer Prüfung unterzogen zu werden.

Der Objektfluss verdeutlicht, dass aus der Aktion „QS vorbereiten“ sowohl das Arbeitsmaterial als auch eine Arbeitsliste hervorgehen müssen. Das Arbeitsmaterial bezeichnet notwendige Werkzeuge etc. die für die Durchführung der QS notwendig sind. Um eine Arbeitsliste abarbeiten zu können muss jedoch zusätzlich ein Serialteil vorliegen, so dass ein Serialteil mit dem Status [Zur Prüfung] in diese Aktion eingeht. Das Serialteil

wird ebenfalls zur Bewertung der durchgeführten Qualitätssicherung benötigt, aus der das Serialteil durch die drei beschriebenen Entscheidungsmöglichkeiten drei unterschiedliche Zustände erlangen kann.

Um die unterschiedlichen Zustände und Operationen eines Serialteils zu analysieren und zu veranschaulichen, zeigt Abbildung 23 einen Zustandsautomaten für Serialteile. Zu den verwendeten Notationselementen sei hinzugefügt, dass Zustandsautomaten so genannte Kreuzungsknoten verwenden, die den Startpunkten sehr ähneln.

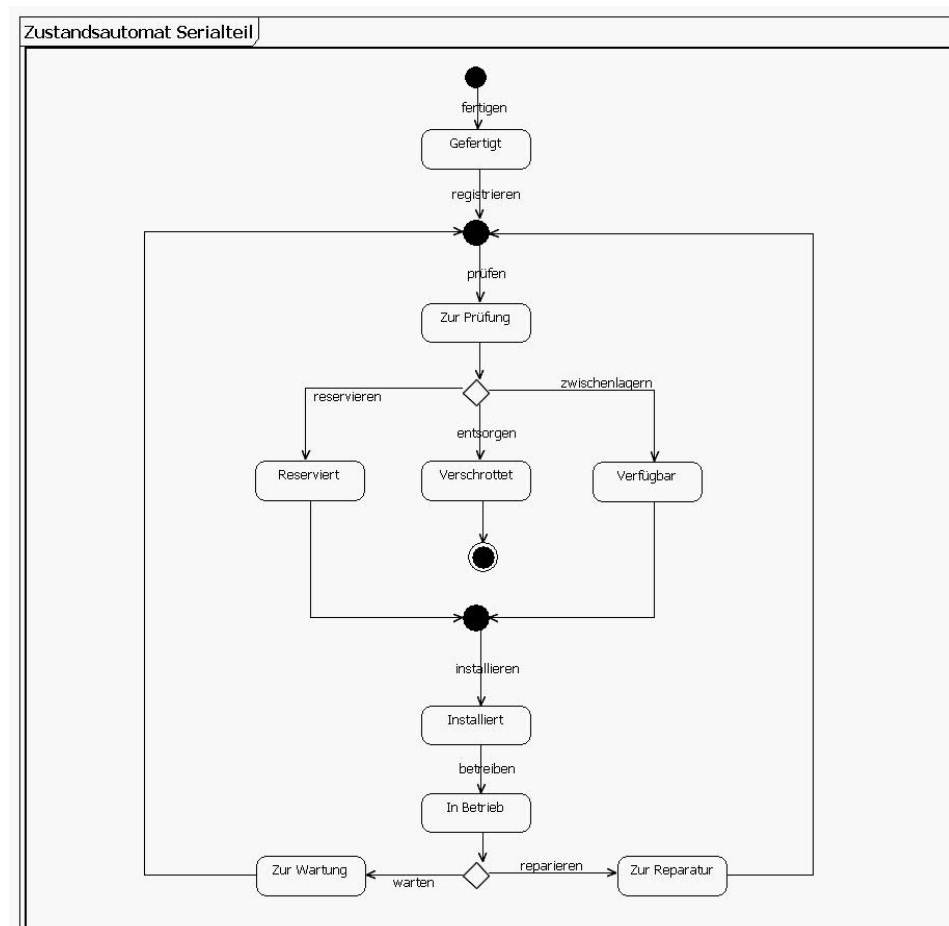


Abbildung 23: Zustandsautomat – Serialteil

Aus Abbildung 23 lassen sich die Operationen der Klasse „Serialteil“ entnehmen:

Serialteil	
●	fertigen ()
●	registrieren ()
●	zwischenlagern ()
●	prüfen ()
●	nachbearbeiten ()
●	reservieren ()
●	installieren ()
●	betreiben ()
●	warten ()
●	entsorgen ()
●	reparieren ()

Abbildung 24: Klasse „Serialteil“ mit Operationen

Abbildung 21 und 22 zeigen eine abstrahierte Darstellung der Aufgaben und Abläufe von Qualitätssicherungsmaßnahmen. Die gezeigten Diagramme lassen sich auf alle QS-Maßnahmen am DESY anwenden und stellen somit den Kern des Referenzprozesses dar. Im Folgenden wird die Dokumentation von QS-Maßnahmen in einem allgemeingültigen Modell dargestellt.

Die Dokumentation der Qualitätssicherung

Der eigentliche Arbeitsvorgang der Qualitätssicherung ist in Abbildung 21 durch den Anwendungsfall „Arbeitsliste abarbeiten“ zusammengefasst. In Abbildung 25 wird dieses Arbeitspaket näher ausgeführt.

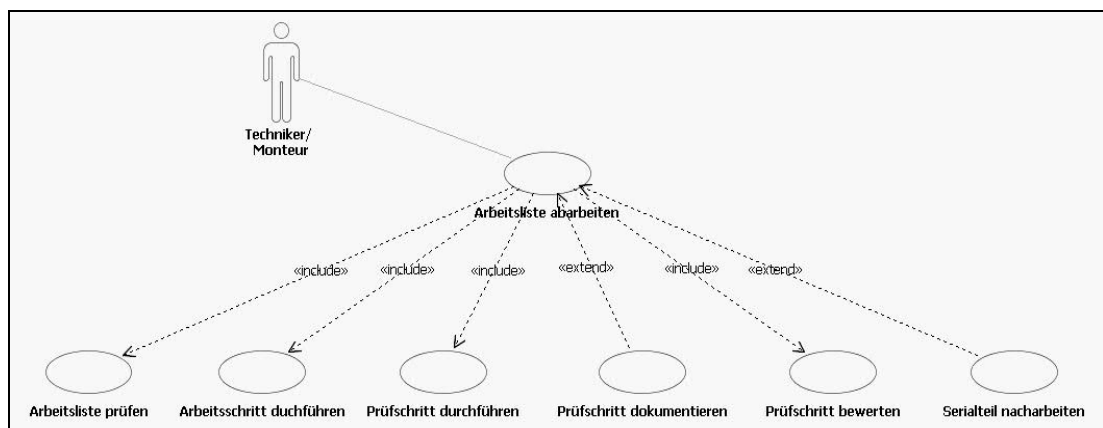


Abbildung 25: Anwendungsfalldiagramm – Arbeitsliste abarbeiten

Das Abarbeiten der Arbeitsliste besteht aus der Überprüfung der Arbeitsliste (was muss als nächstes getan werden?), der Durchführung von Arbeits- und Prüfschritten und der Bewertung der Prüfschritte. Die Arbeitsliste kann zusätzlich die Dokumentation von Prüfschritten vorgeben, womit auf dieser Detaillierungsebene der Aufgabenbereich der Dokumentation sichtbar wird. „Prüfschritt dokumentieren“ fasst die Aufgaben zusammen, die für die Dokumentation eines Prüfschrittes notwendig sind. „Prüfschritt bewerten“ beinhaltet für den Fall, dass die Ist-Werte außerhalb der Toleranzen der Soll-Werte liegen, die Möglichkeit eine Nachbesserung und erneute Prüfung anzuordnen. Außerdem besteht die Option den gesamten QS-Vorgang abzubrechen, wenn sich ein schwerwiegender Fehler des Serialteils ergibt. In der Qualitätssicherung gibt es somit zwei Bewertungsvorgänge:

- „Prüfschritt bewerten“ – wird von einem Akteur der Rolle „Techniker/ Monteur“ durchgeführt und bewertet lediglich den einzelnen selbst durchgeführten Prüfschritt.
- „QS bewerten“ – wird von einem Akteur der Rolle „QS-Verantwortlicher“ durchgeführt und bewertet die gesamte QS-Maßnahme, die von Akteuren der Rolle „Techniker/ Monteur“ durchgeführt wurden (vgl. Abb. 21).

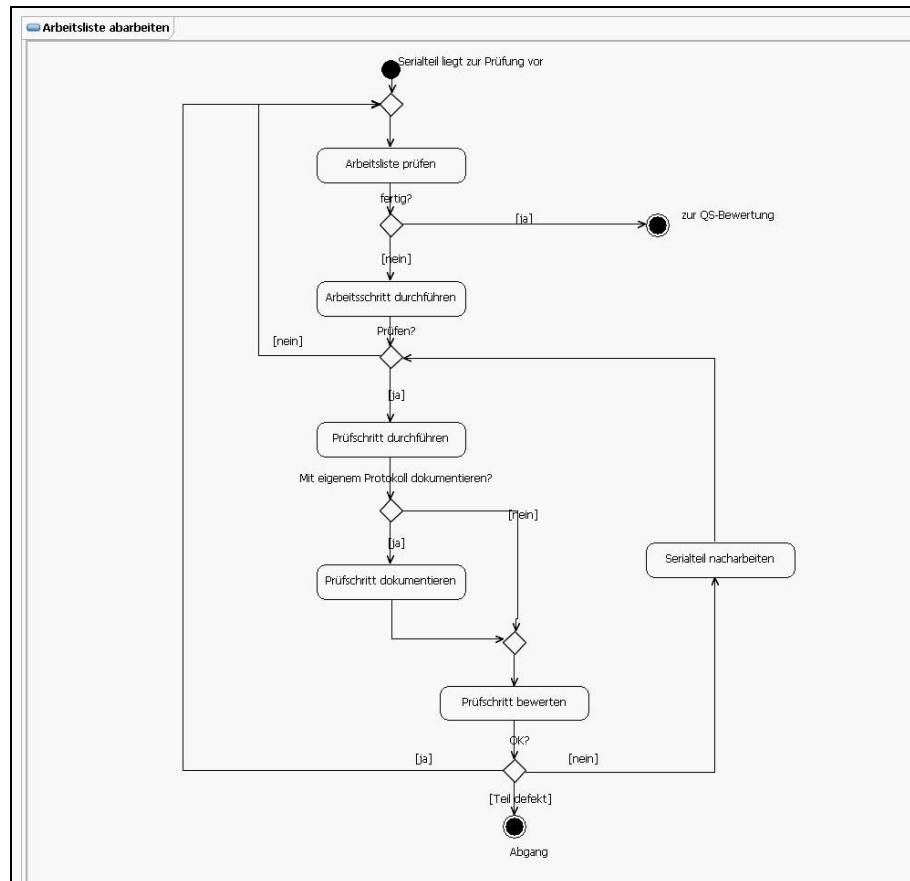


Abbildung 26: Aktivitätsdiagramm – Arbeitsliste abarbeiten

Abbildung 26 gibt die Arbeitsreihenfolge des Anwendungsfalls „Arbeitsliste abarbeiten“ wieder. Das Abarbeiten einer Arbeitsliste und somit die Erledigung einer QS-Maßnahme ist geprägt von der Durchführung von Arbeits- und Prüfschritten, die in unregelmäßiger Reihenfolge aufeinander folgen. Prüfschritte müssen teilweise dokumentiert werden und nach nicht bestandener Bewertung des Prüfschrittes kann es zum Nacharbeiten des Serialteils kommen. Die Abfolge dieser unterschiedlichen Aufgaben/Schritte wird durch die Arbeitsliste koordiniert und zeigt die Wichtigkeit einer solchen Arbeitsliste als Mittel zur Steuerung und Koordination von QS-Prozessen.

Für den Referenzprozess zur Unterstützung der Dokumentation der Qualitätssicherung folgt in Abbildung 27 eine Detaillierung der Aktion ‚Prüfschritt dokumentieren‘.

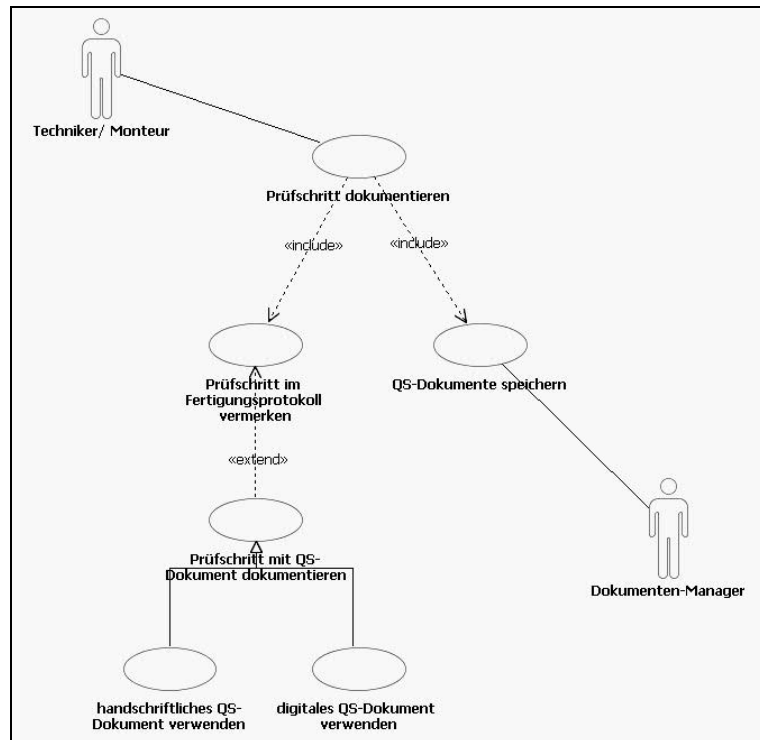


Abbildung 27: Anwendungsfalldiagramm – Prüfschritt dokumentieren

Die Dokumentation bezieht sich auf die durchgeführten Prüfschritte. Entnimmt ein Akteur der Rolle „Techniker/Monteur“ der Arbeitsliste die Aufforderung einen Prüfschritt zu dokumentieren, beinhaltet das den Prüfschritt in einem Fertigungsprotokoll zu vermerken.

Eine Erweiterung zu diesem Vermerk im Fertigungsprotokoll kann die Dokumentation des Prüfschritts mit einem Protokoll sein. Dabei kann dieses Protokoll sowohl digital als auch (zunächst) handschriftlich sein. Sämtliche Dokumente, die bei der Qualitätssicherung entstehen müssen schließlich (in einem System) gespeichert und archiviert werden. Dies wird teils von einem Dokumenten-Manager übernommen, der auch für die Digitalisierung von handschriftlichen Dokumenten verantwortlich wäre. Die Art und Weise der Dokumentation der Qualitätssicherung wird je nach Bedarf und Möglichkeit vorgenommen. Wird eine ganze Messreihe direkt von einem Computersystem angefertigt, liegt diese automatisch digital vor. Bei anderen Prüfungsvorgängen kann es hingegen sein, dass lediglich einzelne Werte ermittelt werden und zunächst handschriftlich in einer Dokumentenvorlage vermerkt werden.

Diese Bandbreite an verschiedenen Dokumentationsmöglichkeiten oder –praktiken wird durch den Referenzprozess generalisiert abgebildet. Abbildung 28 zeigt dementsprechend wie die Dokumentation in einen Arbeitsablauf gebracht wird:

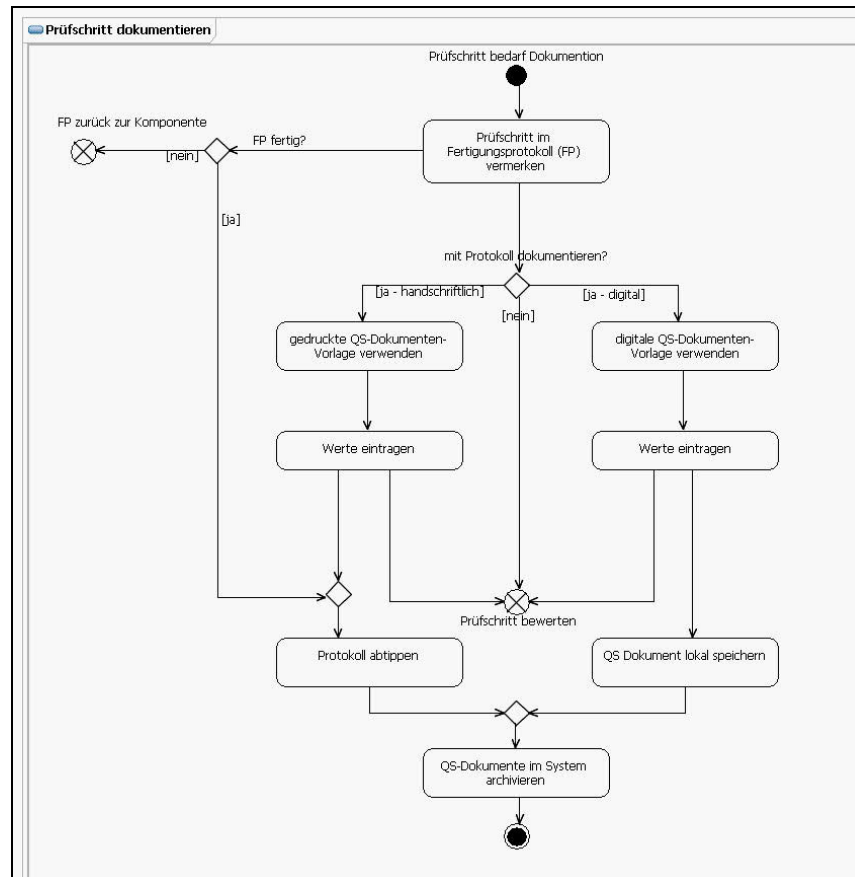


Abbildung 28: Aktivitätsdiagramm – Prüfschritt dokumentieren

Wird ein Prüfschritt dokumentiert, geschieht dies zum einen im Fertigungsprotokoll, das nach seiner Fertigstellung am Ende einer QS-Maßnahme abgetippt oder eingescannt und gespeichert wird. Zum anderen kann ein Prüfschritt zusätzlich mit einem Protokoll dokumentiert werden. Dies kann ein handschriftliches oder digitales Dokument sein und muss auf einer entsprechenden Vorlage basieren.

Ob das Abtippen/Einscannen der Dokumente und das Archivieren der Dokumente im System von einem Dokumenten Manager zu einem späteren Zeitpunkt erledigt wird, ist für die Fortsetzung der Qualitätssicherung unerheblich, da der Techniker bereits mit der Aktion „Prüfschritt bewerten“ fortfahren kann.

3.4 Verwaltung der QS-Dokumentation mit Hilfe von Informationssystemen

Das PIM zielt auf die Modellierung der möglichen Unterstützung der Dokumentation von QS-Maßnahmen durch ein Informationssystem ab. In den bisher gezeigten Diagrammen wurden wiederkehrende Aufgaben identifiziert, die teils oder komplett von Informationssystemen übernommen oder unterstützt werden können:

- Registrierung von Serialteilen
- Verwaltung von Teilen
- Erstellung und Verwaltung von Arbeitslisten
- Prüfschritt dokumentieren
- QS-Dokumente speichern & einsehen

Um dem Referenzgedanken gerecht zu werden, zeigt Abbildung 29 exemplarisch wie die Qualitätssicherung von einem Informationssystem unterstützt werden kann. Die Aktivität „QS durchführen“ aus Abbildung 22 wird aufgegriffen und durch Aktivitätsbereiche erweitert. Die Aktivitätsbereiche unterteilen eine Aktivität durch vertikale oder horizontale Linien, die einzelne Partitionen abgrenzen. Die Partitionen werden Rollen oder Systemen zugeordnet. Die Partitionen des Diagramms in Abbildung 29 sind den Rollen eines „QS-Verantwortlichen“, eines „Techniker/Monteurs“ und dem „Informationssystem für die QS“ zugeordnet.

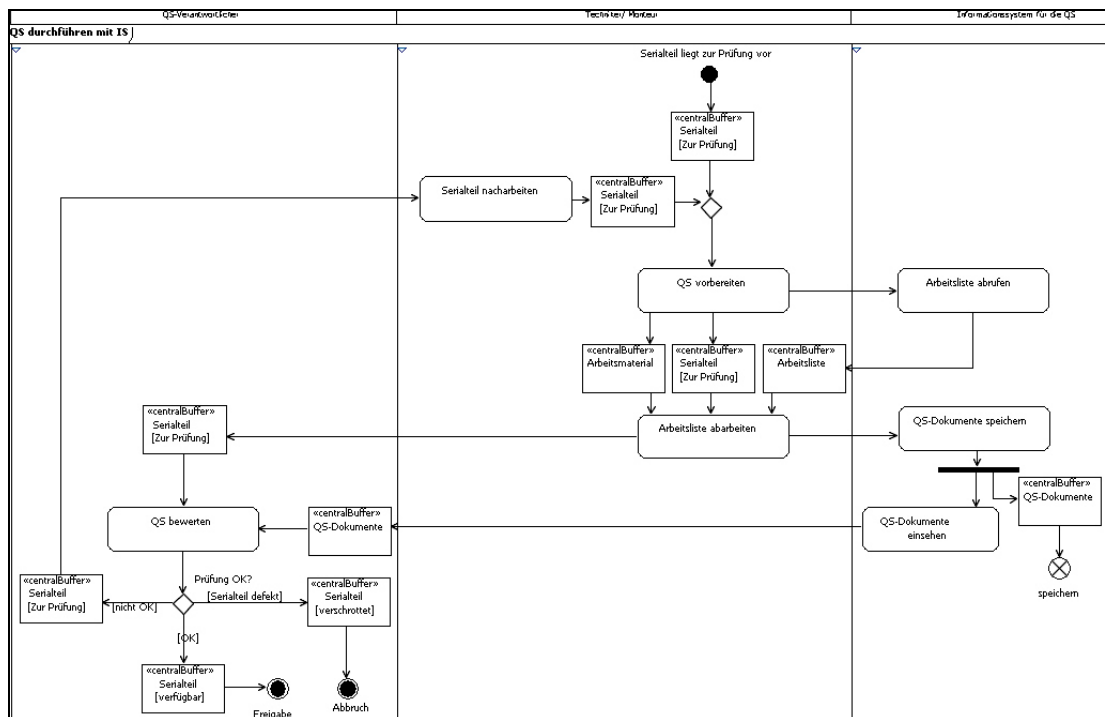


Abbildung 29: Aktivitätsdiagramm: QS durchführen mit einem Informationssystem

Durch den Einsatz eines Informationssystems liegen Objekte sowohl in der Realität als auch digital im Informationssystem vor. So gibt es reale Serialteile, die jedoch ebenso als Repräsentation im System vorliegen müssen, um beispielsweise digitale QS-Dokumente zuordnen zu können. Dieser Zusammenhang wird in Abbildung 31 weiter ausgeführt. Durch die Darstellung mit Aktivitätsbereichen werden Aktionen teilweise „aufgeteilt“/gesplittet. Die Aktion „Arbeitsliste abarbeiten“ führt in diesem Diagramm zu der Aktion „QS-Dokumente speichern“ des Informationssystems. In Abbildung 22 war diese Aktion nicht gezeigt worden, da sie ohne Darstellung eines Informationssystems als Bestandteil der Aktion „Arbeitsliste abarbeiten“ gesehen werden konnte.

Neben den in Abbildung 29 dargestellten Aufgaben, die von einem Informationssystem übernommen werden, lassen sich weitere Aufgabenbereiche oder Anwendungsfälle für Informationssysteme identifizieren, die in Abbildung 30 zusammengefasst werden. Die in Abbildung 20 benannten Rollen werden Anwendungsfällen zugeordnet, die von einem „Informationssystem für die QS“ übernommen oder unterstützt werden.

Abbildung 29 befindet sich in einer größeren Ansicht im Anhang dieser Arbeit.

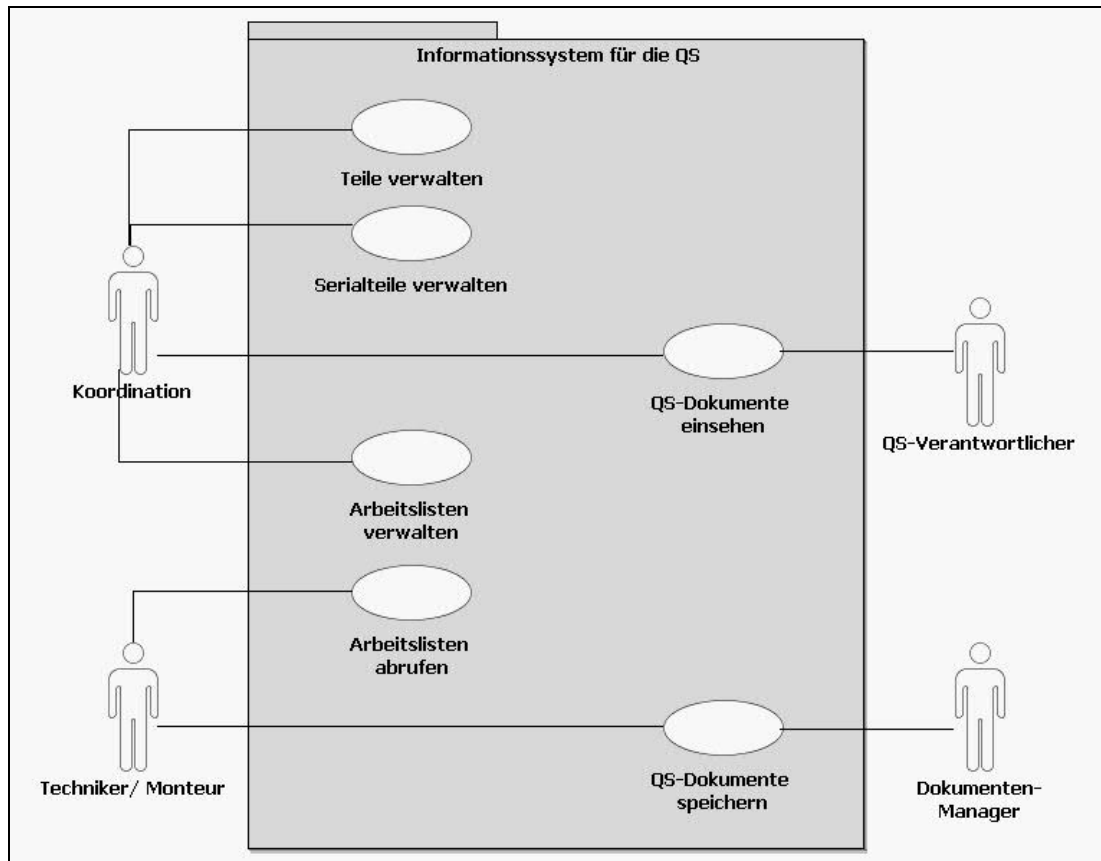


Abbildung 30: Anwendungsfälle, die von einem „Informationssystem für die QS“ unterstützt werden

- Teil verwalten
 - Teile werden von Akteuren der Rolle Koordination zum einen im System mit Standardwerten gespeichert oder angelegt. Zum anderen können die Eigenschaften der Teile aktualisiert bzw. bearbeitet werden.
- Serialteil verwalten
 - Serialteile werden registriert und von „der Koordination“ im IS gespeichert und mit dem zugrunde liegenden Teil verknüpft. Außerdem können die Eigenschaften oder Bewegungsdaten aktualisiert werden.
- Arbeitslisten verwalten
 - Arbeitslisten können erstellt und für bestimmte Teile bzw. ein konkretes Serialteil angepasst und zugeordnet werden („pflegen“).
- Arbeitsliste abrufen
 - Die ausführende Rolle Techniker/Monteur kann Arbeitslisten abrufen, die ihr von der „Koordination“ zugewiesen wurde.
- QS-Dokumente speichern
 - QS-Dokumente werden je nach Prüfschritt und Möglichkeit entweder von der ausführenden Rolle direkt im System gespeichert (Regelfall) oder in einem separaten Arbeitsschritt von der Rolle „Dokumenten-Manager“ manuell im System angelegt. Die Dokumente werden mit dem entsprechenden Serialteil verknüpft.
- QS-Dokumente einsehen
 - QS-Verantwortliche bewerten die durchgeführten QS-Maßnahmen. Dafür haben sie Zugriff auf die QS-Ergebnisse in den QS-Dokumenten. Außerdem kann „die Koordination“ in diese Dokumente einsehen.

Abbildung 31 zeigt exemplarisch mit einem Systemklassendiagramm, dass Objekte in Informationssystemen und in der realen Welt vorliegen können.

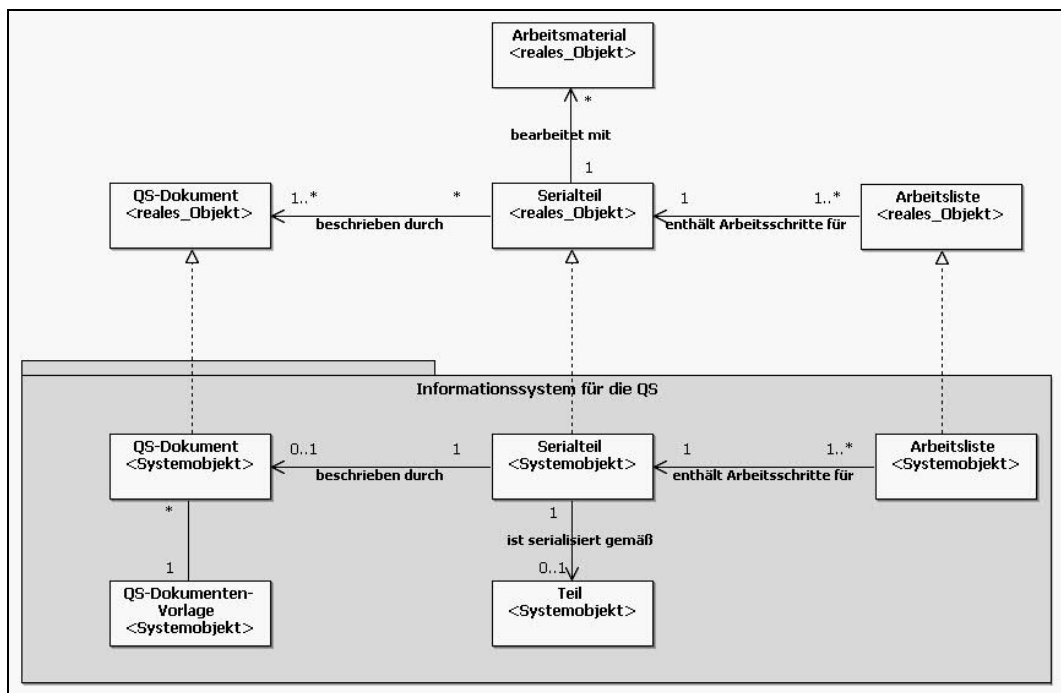


Abbildung 31: Systemklassendiagramm

Die Objekte aus dem Aktivitätsdiagramm in Abbildung 29 werden in Abbildung 31 aufgegriffen und als Klassen dargestellt. Die Klassen werden unterschieden nach Objekten der realen Welt und Systemobjekten. Einige Objekte der realen Welt besitzen eine Entsprechung im System. Arbeitslisten werden im System erstellt und verwaltet. Um diese einem Serialteil zuordnen zu können, müssen auch Serialteile im System repräsentiert werden. Teile werden hingegen als konzeptionelle Basis für Serialteile nur im System vorliegen. Die Übergänge zwischen realen Objekten und den Systementsprechungen sind teilweise fließend, so dass Objekte in zwei Erscheinungsformen vorliegen. QS-Dokumente werden im Informationssystem erstellt bzw. gespeichert, können aber auch in Papierform vorliegen. Das Gleiche gilt für die Arbeitslisten, die im Informationssystem erstellt und gepflegt werden, jedoch von Anwendern wie dem „Techniker/Monteur“ abgerufen und in gedruckter Form genutzt werden können. Das Arbeitsmaterial benötigt hingegen keine Entsprechung im Informationssystem und liegt nur als reales Objekt vor.

3.4.1 Anforderungen aus dem Referenzprozess

Aus dem Referenzprozess ergeben sich verschiedene Anforderungen an oder Randbedingungen für ein Informationssystem, mit denen dieser Referenzprozess umgesetzt wird. An dieser Stelle wird ein Überblick der Hauptanforderungen gegeben.

Ein Informationssystem muss in der Lage sein, eine definierte Struktur in Form von Serialteilen und Teilen abzubilden. So müssen für real existierende Objekte entsprechende Repräsentationen im System geschaffen werden. Diese müssen durch Relationen miteinander verknüpft werden, bevor Dokumente der Qualitätssicherung mit ihnen in Verbindung gebracht werden können. Zudem muss das Informationssystem Funktionalitäten des Dokumentenmanagements besitzen. Als wichtiges Instrument der Koordination von QS-Maßnahmen müssen Arbeitslisten erstellt, verwaltet und

ausgewertet werden. Außerdem müssen Bewegungsdaten von Serialteilen verwaltet werden können, die beispielsweise Aufschluss über zuständige Personen oder den aktuellen Standort geben. Um letztlich QS-Dokumente auszuwerten und die Ergebnisse veranschaulichen zu können, muss ein Informationssystem auch über eine Berichtsfunktion verfügen.

Die Anforderungen können unter Verwendung der Anforderungsschablonen aus Kapitel 2.5 detailliert werden. Beispiele von Anforderungen, die auf die beschriebene Art und Weise formuliert werden sind:

- Das QS-IS muss es Koordinatoren ermöglichen, komponentenbezogene Arbeitslisten aufzustellen, in denen alle an einem Serialteil durchzuführenden Aufgaben zusammen mit den dafür verantwortlichen Technikern/Monteuren und spätest möglichen Erledigungsdaten aufgelistet werden.
- Das QS-IS muss es Technikern/Monteuren ermöglichen, personalisierte Arbeitslisten abzurufen, die alle der Person zum Zeitpunkt des Abrufs zugewiesenen Arbeitsaufgaben auflistet.

Die Gesamtheit aller Anforderungen entspricht einer verbalisierten Darstellung des UML-Modells des Referenzprozesses. Sie wird immer dann notwendig, wenn Grafiken nicht oder nur schwerlich verwendet werden können, wie z.B. als Bestandteile von Leistungsverzeichnissen in vertraglichen Vereinbarungen.

4 Anwendung des Referenzprozesses

In diesem Kapitel wird die Anwendung des Referenzprozesses in dem realen Aufgabenumfeld des PETRA III-Projekts dargelegt. Zunächst wird kurz das Umfeld der Erprobung erläutert, bevor die Systeme zur Unterstützung des Referenzprozesses in Form von Plattformmodellen (PM) vorgestellt werden. Anschließend wird die konkrete Anpassung und Anwendung des Referenzprozesses in der Qualitätssicherung im PETRA III-Projekt in Form eines Platform Specific Models (PSM) beschrieben.

4.1 Umfeld der Erprobung und Einführung in das Informationssystem P3PO

Die DESY-Gruppe IPP entwickelt ein Informationssystem, das zur Aufgabenbewältigung bei den Umbaumaßen des PETRA III-Projekts zum Einsatz kommen wird. Das Informationssystem trägt den Arbeitstitel P3PO (Akronym für „PETRA III Umbau-Prozess Organisation“). Die Aufgaben im Bereich der geplanten Umbaumaßnahmen umfassen die Bestandsverwaltung, die Erstellung und Verwaltung von Arbeitslisten und die Dokumentation von Qualitätssicherungsprozessen.

Dabei wird für die Koordination und Dokumentation von QS-Prozessen der Referenzprozess als Basislösung verwendet. Zur Umsetzung kommen Informationssysteme zum Einsatz, die bereits am DESY verfügbar sind und genutzt werden. Die Vorteile bei einer solchen Lösung sind zum einen eine Kostenreduktion, da keine zusätzlichen Lizenz- oder Betriebskosten entstehen, zum anderen die Möglichkeit auf Wissen und Erfahrungen im Zusammenhang mit diesen Systemen zurück zu greifen. Die möglichen Einsatzgebiete und Funktionen der verwendeten Systeme sind somit bekannt.

Informationssysteme am DESY

Am DESY kommen im Bereich der Qualitätssicherung im Wesentlichen drei Informationssysteme zum Einsatz: Ein Asset Management System (AMS), ein Engineering Data Management System (EDMS) und das Berichtswerkzeug Crystal Reports (CR).

AMS

Das AMS dient zur Infrastrukturverwaltung, das bedeutet, dass es der Verwaltung der strategischen, technischen oder Informationsstruktur dient. Beispielsweise können Komponenten erfasst und verfolgt werden, die im AMS als „Asset“ (Wertgegenstand) bezeichnet werden. Neben allgemeinen Angaben zu Anschaffungsdatum und Wert einer Komponente, gibt das AMS Aufschluss darüber, welcher Mitarbeiter für welche Komponenten verantwortlich ist, wo sich diese Komponenten befinden und wie sie genutzt werden. Das AMS wurde zunächst zur Beschaffung, Verfolgung und Pflege der EDV-Infrastruktur eingesetzt, wo es im Schwerpunkt die Beschaffung und Nutzung von PCs und Software-Lizenzen unterstützt. Nachdem sich das System in diesem Bereich bewährt hat, wurde es sukzessive auf andere Anwendungsgebiete ausgedehnt, darunter jetzt auch die Erfassung und Verfolgung von Beschleunigerkomponenten.

EDMS

Das EDMS ist ein universelles so genanntes „Lifecycle Management System“, mit dem u.a. 3D-CAD-Konstruktionsdaten und die allgemeine Dokumentation von Komponenten verwaltet werden (vgl. BÜRGER 05). Mit dem EDMS wird das Dokumentenmanagement

für die Qualitätssicherung abgewickelt. Das EDMS bildet Serialteil- und Teile-Strukturen ab. Das Teil gibt hierbei grundlegende Eigenschaften vor; so definiert das Teil „Quadrupolmagnet“ z.B. die Merkmale, an denen ein Quadrupol identifiziert werden kann (vier Spulen, bestimmtes Joch usw.). Für bestimmte Quadrupoltypen sind einige Merkmale mit Standardwerten belegt, z.B. die Länge, das Gewicht und der Gradient. Ein Quadrupol, der gemäß einem Teil gefertigt (serialisiert) wird, muss diese Eigenschaften besitzen. Ein Serialteil entspricht somit einem real existierenden Quadrupolmagneten, während das Teil diesen Magnet-Typen grundlegend beschreibt. Mit den Serialteilen und Teilen werden Dokumente verknüpft. Am Teil befinden sich allgemeingültige Entwurfs- und Fertigungszeichnungen, während mit dem Serialteil spezifische QS-Dokumente verknüpft werden.

Crystal Reports

Crystal Reports ist ein Berichtswerkzeug, mit dem Daten aus verschiedenen Datenquellen gleichzeitig ausgewertet bzw. abgebildet werden können. So könnte mit Crystal Reports z.B. ein Bericht erstellt werden, der für alle im AMS registrierten Komponenten die im EDMS dafür verfügbaren technischen Zeichnungen auflistet, oder der für alle im EDMS registrierten Teile die danach gefertigten Serialteile, die laut AMS bereits erfolgreich geprüft und installiert sind samt deren Einbauorten zusammenstellt.

Die im Referenzprozess, speziell in Kapitel 3.4 gestellten Anforderungen an ein Informationssystem zur Unterstützung der Dokumentation der Qualitätssicherung werden zu einem großen Teil von den Systemen AMS und EDMS gemeinsam erfüllt, wobei keines der beiden Systeme allein eine hinreichende Abdeckung der Anforderungen erzielt. Daher wird P3PO auf Basis einer Integration von AMS und EDMS realisiert. In den nächsten beiden Abschnitten folgen Plattformmodelle der beiden Systeme, in denen deren Funktionsweise und Datenmodell kurz vorgestellt werden.

4.1.1 Platform Model (PM) – Asset Management System (AMS)

Das Aufgabenfeld eines Asset Management Systems ist die Infrastrukturverwaltung eines Unternehmens: Die Verwaltung der strategischen, technischen oder Informationsstruktur. Das AMS kann neben den Daten von Serialteilen und Teilen auch Arbeitslisten verwalten. Die grundlegenden Klassen des AMS-Datenmodells sind in Abbildung 32 dargestellt:

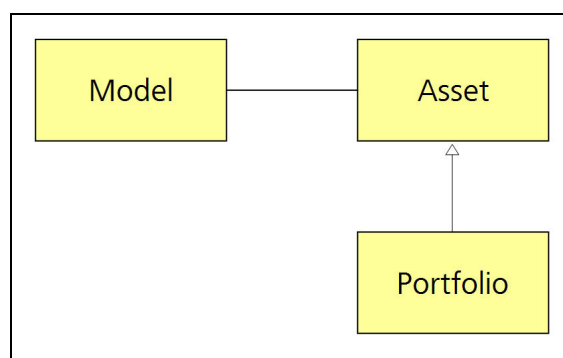


Abbildung 32: Vereinfachte Struktur des AMS

- Asset:
 - Grundlegende Klasse (repräsentiert das einzelne Serialteil)
 - Zur Registrierung von Serialteilen notwendig

- Enthält statische Daten – z.B. eine Art Serialteilnummer (zur eindeutigen Identifikation), Inventarnummer, Angabe auf welchem Model das Asset basiert.
- Portfolio:
 - Repräsentiert ebenfalls ein Serialteil, enthält jedoch dynamische Daten (Bewegungsdaten) zu einem Asset:
 - aktueller Standort, aktuelle Zuordnungen von Personen, Reservierungen etc.
- Model:
 - Entspricht dem Teil eines Serialteils.
 - Beschreibt die Eigenschaften, die für alle entsprechenden Assets (Serialteile) gültig sind.

Für die Verwendung des AMS im Zusammenhang der Dokumentation der Qualitätssicherung zeigt Abbildung 33 das Ergebnis einer näheren Analyse des Datenmodells. Das Diagramm enthält die erläuterten Klassen Asset, Portfolio und Model sowie verschiedene Klassen, die im Zuge der Verwaltung und Koordination von QS-Prozessen relevant sind.

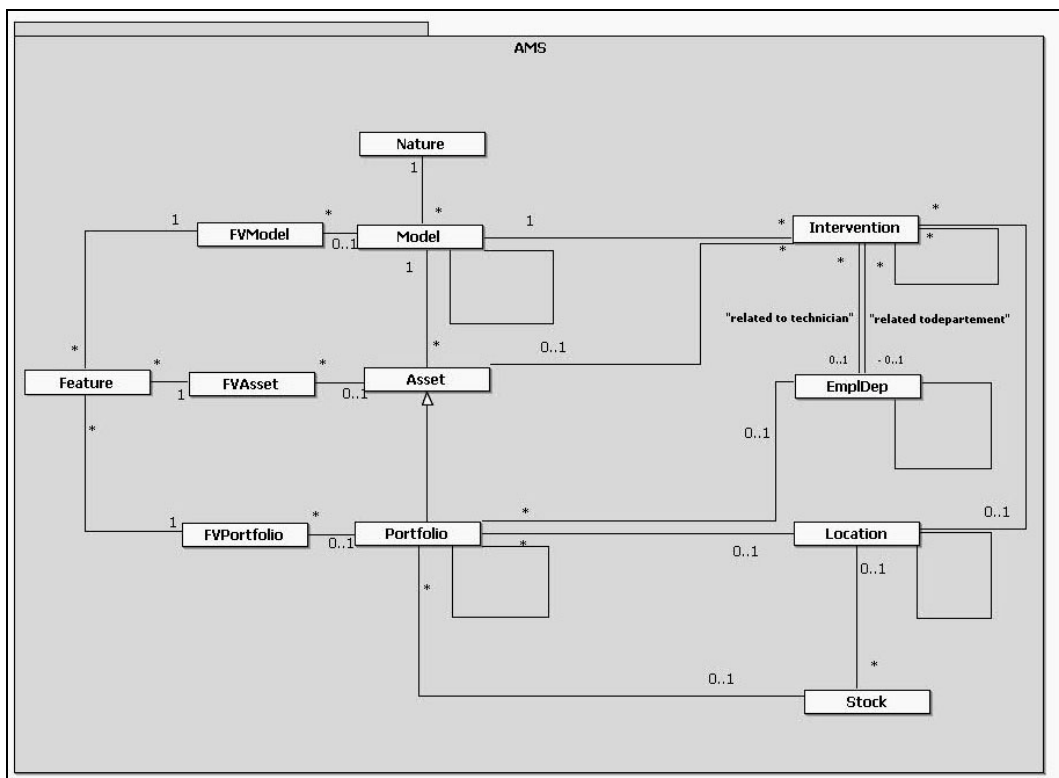


Abbildung 33: Klassendiagramm – Systemmodell des AMS (Auszug)

So werden die im Referenzprozess beschriebenen Arbeitslisten durch die Klasse Intervention umgesetzt, mit der im AMS eine Arbeit an einem Asset protokolliert werden kann. Die für ein Serialteil verantwortlichen Personen werden in einer Klasse namens EmpIDep (kurz für Employee/Departement) erfasst. Der Lagerort oder Standort eines Serialteils wird durch die Klassen Stock bzw. Location wiedergegeben. Die Klassen FVModel, FVAsset und FVPortfolio stehen für „Features“ (Eigenschaften) der entsprechenden Klassen Model, Asset und Portfolio.

4.1.2 Platform Model (PM) – Engineering Data Management System (EDMS)

Das Engineering Data Management System ist ein kommerzielles Produkt für das Produkt Lifecycle Management, das an die DESY-spezifischen Randbedingungen angepasst worden ist. Das EDMS unterstützt den gesamten Lebenszyklus eines Produkts vom Entwurf über die Fertigung und Installation bis zu Betrieb, Wartung und möglicher Stilllegung durch Dokumentation, Organisation und Koordination der anfallenden Informationen und Arbeitsabläufe. Somit erlaubt das EDMS den gesamten Lebenszyklus eines Produkts zu steuern und nachzuvollziehen. Die Aufgabenfelder des EDMS umfassen unter anderem:

- Dokumentenmanagement
- Produktstruktur- und Teilemanagement
- Anlagendokumentation
- konfigurierbare Workflows zur Steuerung komplexer Arbeitsabläufe

Anwender haben über das Internet mit einer Web-basierten Anwenderoberfläche Zugriff auf die gespeicherten Informationen und die vom EDMS bereitgestellten Funktionen.

Die Informationen zu den Produkten sind in verschiedenen „Sichten“ gespeichert: Die Design- und Fertigungssicht sowie die Dokumentation (siehe Abbildung 34). Die Designsicht beschreibt Konzepte und Modelle, während die Fertigungssicht greifbare Objekte beschreibt, die auf Grundlage der Konzepte und Modelle der Designsicht gefertigt wurden. Die Dokumentation ist verantwortlich für die Beschreibung von Objekten der Design- und Fertigungssicht. Im EDMS werden Informationen wie z.B. der Name des Erstellers oder das Erstellungsdatum von Objekten durch Attribute beschrieben (auch Metadaten genannt). Objekte der Fertigungssicht werden im EDMS als Serialteile und Objekte der Designsicht als Teile repräsentiert. Sowohl Serialteile als auch Teile können von Dokumenten beschrieben werden (vgl. DESY 06 & BÜRGER 05).

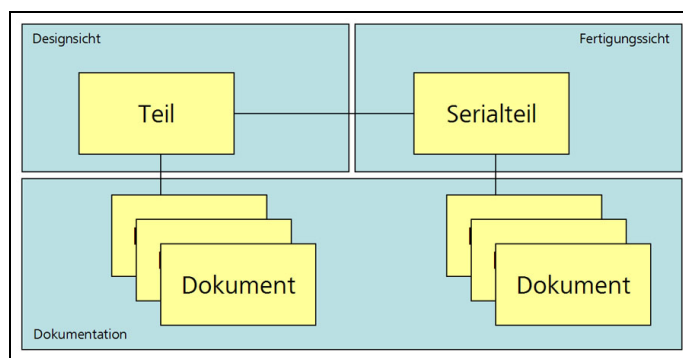


Abbildung 34: Vereinfachte Struktur EDMS

Das EDMS erlaubt die Strukturierung der Daten basierend auf einer Teil - Serialteil-Struktur.

- Das Serialteil repräsentiert die einzelne gefertigte Komponente
 - Die angehängten Dokumente beziehen sich auf das einzelne Serialteil. Dies können beispielsweise QS-Dokumente sein.
- Das Teil fungiert als „Bauplan“ für alle Serialteile, die auf diesem Teil basieren.
 - Daher sind hier Entwurfs- und Fertigungszeichnungen angehängt, weil diese Gültigkeit für alle Serialteile besitzen, die gemäß diesem Teil gefertigt wurden.

Das Ergebnis einer Analyse der Datenstruktur vom EDMS ist als konzeptionelles Klassendiagramm in Abbildung 35 dargestellt. Das Diagramm zeigt die für die Qualitätssicherung relevanten Klassen.

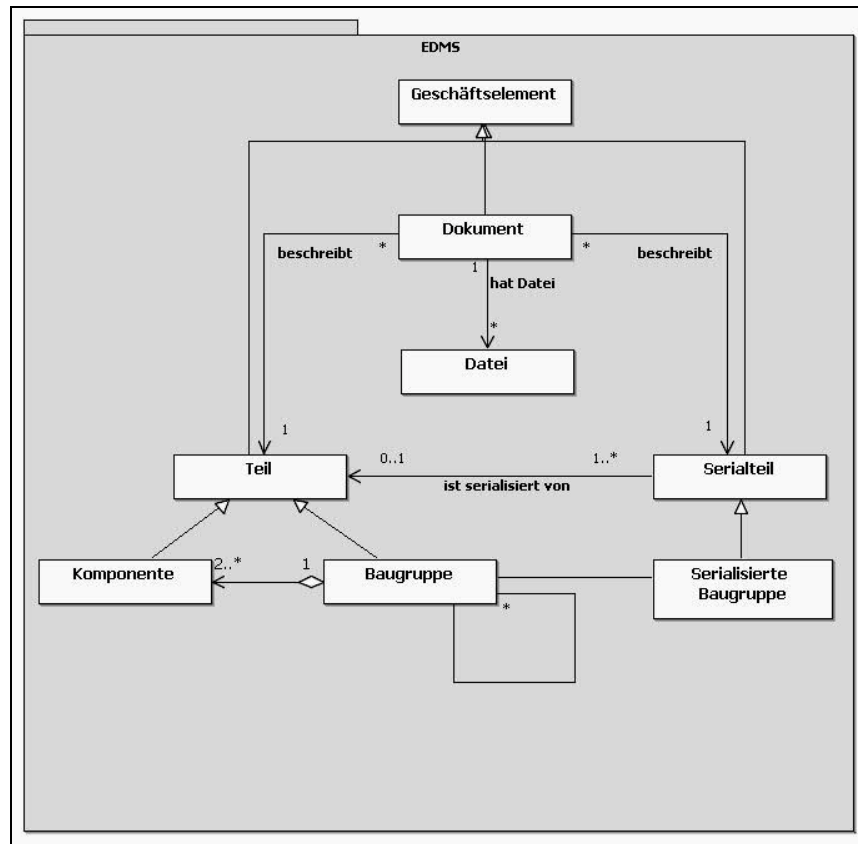


Abbildung 35: Klassendiagramm – Systemmodell EDMS (Auszug)

Serialteile sind durch eine Relation „ist serialisiert von“ mit dem entsprechenden Teil verbunden. Beide Klassen können von Dokumenten beschrieben sein, die wiederum mit den entsprechenden Dateien verknüpft sind. Eine Komponente hat in diesem Zusammenhang eine andere Bedeutung, als in der Anwendersicht, die beispielsweise in Abbildung 15 gezeigt wird. Der Ausdruck bezeichnet hier ein einzelnes Bauteil, aus denen sich eine Baugruppe zusammensetzt.

Tabelle 3 gibt die allgemeine Begriffsproblematik wieder. Die Tabelle gibt Aufschluss über die unterschiedlichen Begrifflichkeiten im Zusammenhang mit verschiedenen Sichten und Systemen. In dieser Arbeit werden zur Herleitung des Platform Specific Models die Begrifflichkeiten des allgemeingültigen Referenzprozesses verwendet.

Anwendersicht	CIM/ PIM/ Referenzprozess	AMS (PM)	EDMS (PM)	Beispiel/ Erläuterung
Komponente	Serialteil	Asset, Portfolio	Serialteil	Dipolkammer: DK1-04-4705-000001 – real vorliegendes Gerät
Typ	Teil	Model	Teil (Baugruppe oder Komponente)	Dipolkammer 1 – DK1
Standort	Standort	Location, Stock	-	Hamburg/2a/4a – Gebäude- und Raumangaben
Zeichnung, QS-Protokoll, Dokument, Datei	Es gibt diverse Dokumentenarten, die präzise benannt werden: QS-Dokumente, Fertigungszeichnungen.	-	Dokument (bzw. damit verknüpfte Datei)	QS-Dokumente, Fertigungszeichnungen etc.

Tabelle 3: Begriffsübersicht des CIMs und der verwendeten Systeme

4.2 Umsetzung des Referenzprozesses

Es folgt die konkrete Umsetzung des Referenzprozesses zunächst anhand einer groben Systemarchitektur des Informationssystems, das im Referenzprozess beschrieben wurde. Anschließend erfolgt die Vorstellung des Informationssystems P3PO durch Beschreibung der Systemkomponenten, der beteiligten Rollen und der entsprechenden Anwendungsfälle. Abschließend erfolgt die Ableitung eines Systemdesigns bzw. eines Platform Specific Models zur Umsetzung des Informationssystems.

4.2.1 Systemarchitektur

Um die in Kapitel 3.4 beschriebene Funktionalitäten in Form eines Informationssystems zu realisieren, das die Aufgaben Koordination und Dokumentation der Qualitätssicherung unterstützt, sind (mindestens) die Informationssysteme AMS und EDMS notwendig. Das Aktivitätsdiagramm in Abbildung 29 und das Klassendiagramm in Abbildung 31 haben verdeutlicht, dass es Objekte in der Realität und im Informationssystem gibt. Abbildung 36 stellt die Systemarchitektur dar, die zeigt wie die Objekte aus der Anwendersicht (siehe Abbildung 15) auf Basis der Systeme AMS und EDMS umgesetzt werden.

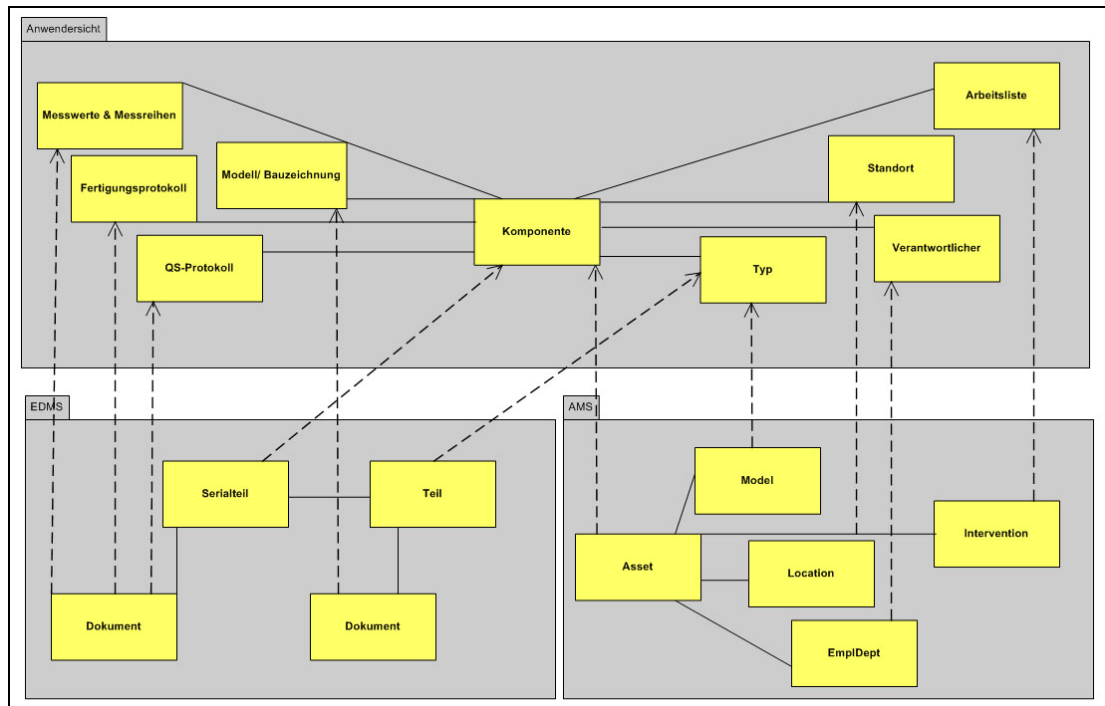


Abbildung 36: Systemarchitektur: Anwendersicht – EDMS – AMS für ausgewählte Klassen

Das EDMS ist verantwortlich für alle Dokumente, die zu einer Komponente und einem Teil zuzuordnen sind. Dies können „QS-Protokolle“ beim Serialteil oder „Bauzeichnungen“ beim Teil sein. Das AMS wird u.a. die Bewegungsdaten (Standort, Person etc.) der Komponenten sowie Arbeitslisten verwalten. Für grundlegende Objekte, wie das Serialteil und das Teil ist eine Entsprechung in jedem System notwendig – hieraus ergeben sich später Integrationsanforderungen an die Systeme, nach denen Änderungen an einem solchen Objekt in einem System unmittelbar auch in das jeweils andere System übertragen werden müssen.

4.2.2 Informationssystem zur Organisation des PETRA III Umbauprozesses (P3PO)

Neben den im vorigen Abschnitt vorgestellten Systemen AMS und EDMS ist noch das Webbasierte Reporting Werkzeug „Crystal Reports“ an der Lösung für P3PO beteiligt. Abbildung 37 zeigt in einer schematischen Darstellung, welche Aufgaben bei P3PO mit welchen Systemen abgedeckt werden und welche Akteure einer Rolle die jeweiligen Aufgabenpakete bearbeiten (vgl. FRANZ 06).

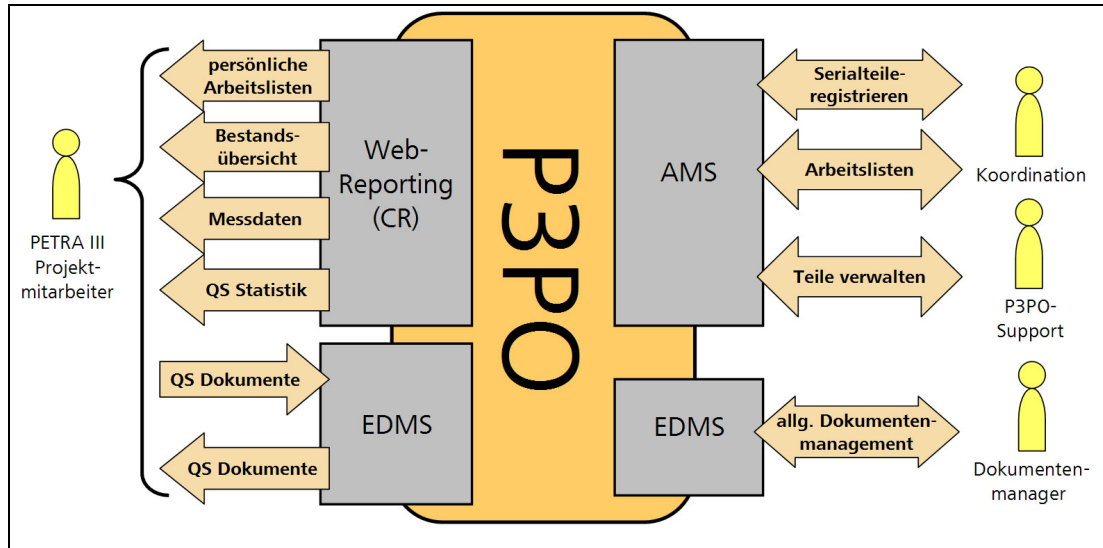


Abbildung 37: P3PO – Systemkomponenten

- Über das AMS können Akteure der Rolle „Koordination“ Serialteile registrieren und Arbeitslisten erstellen. Akteure der Rolle „Support“ werden Teile verwalten.
- Das EDMS wird für das Dokumentenmanagement verwendet und wird von Akteuren der Rolle „Dokumentenmanager“ bedient.
- QS-Dokumente werden von „PETRA III-Projekt-Mitarbeitern“ im EDMS gespeichert und abgerufen.
- Zudem wird über die Web-Reporting-Komponente den Projektmitgliedern ermöglicht auf den gesamten Datenbestand von P3PO zuzugreifen.

Qualitätssicherung im P3PO-Kontext

Abbildung 38 zeigt zusammengefasst als Anwendungsfall „PETRA III Umbau organisieren“ die beschriebenen Aufgaben, die mit P3PO bewältigt werden.

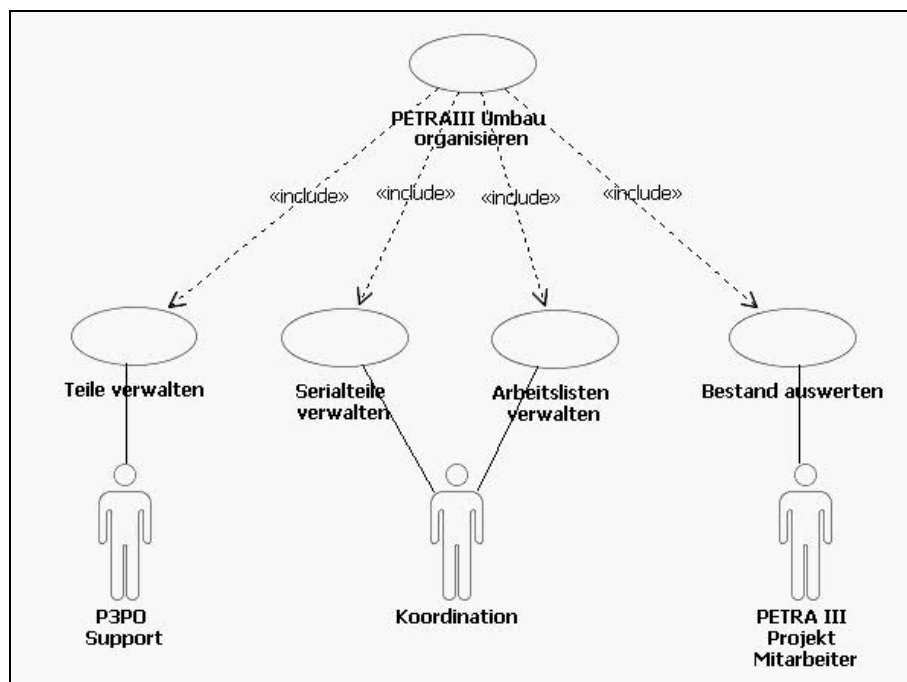
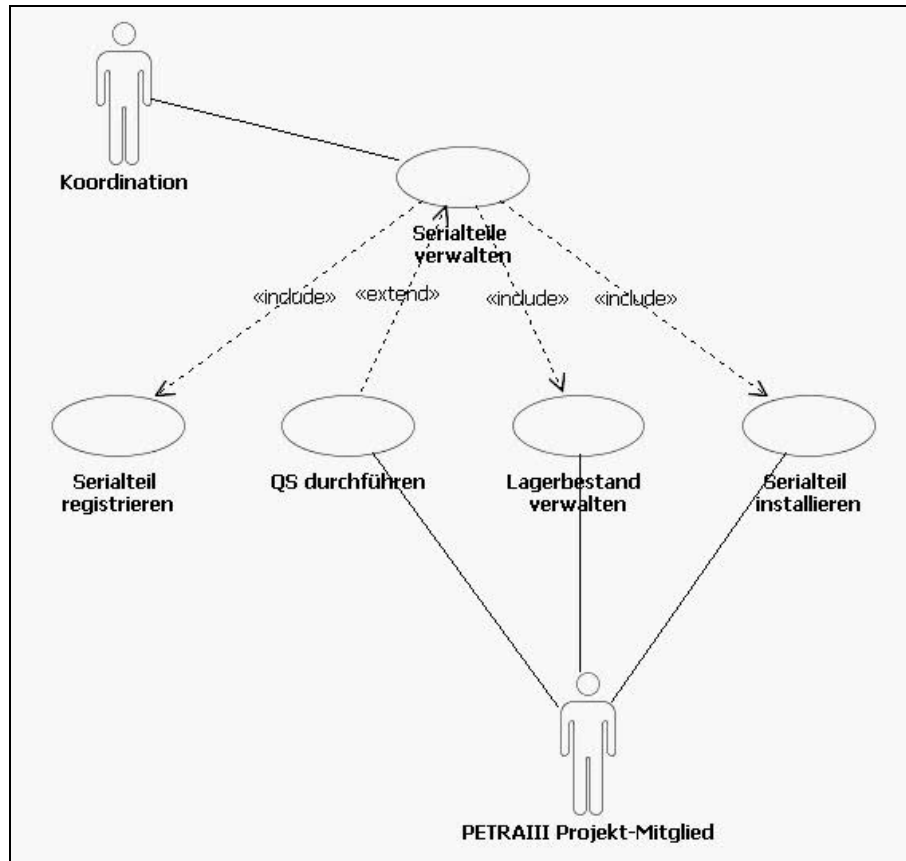


Abbildung 38: Anwendungsfalldiagramm – PETRA III Umbau organisieren

Die Aufgaben, die mit P3PO unterstützt werden, lassen sich als Anwendungsfälle „Teile verwalten“, „Serialteile verwalten“, „Arbeitslisten verwalten“ und „Bestand auswerten“ darstellen. Da die Qualitätssicherung an Serialteilen vorgenommen wird, bedarf der Anwendungsfall „Serialteile verwalten“ einer weiteren Detaillierung:

**Abbildung 39: Anwendungsfalldiagramm - Serialteile verwalten**

Auf der Detaillierungsebene in Abbildung 39 ist der Anwendungsfall „QS durchführen“ sichtbar. Der Referenzprozess definiert die Aufgabenpakete (vgl. Abb. 21) und Arbeitsabläufe (vgl. Abb. 22), die für diesen Anwendungsfall durchzuführen sind. Zur Konkretisierung des Referenzprozesses für P3PO bedarf es eines Systemdesigns, in dem das plattformunabhängige Modell (PIM) aus dem Referenzprozess auf die Plattformmodelle der an P3PO beteiligten Informationssysteme mittels eines plattform-spezifischen Modells (PSM) gemappt wird.

4.2.3 Ableitung eines Systemdesigns (PSM) zur Umsetzung des Referenzprozesses

Dieses Kapitel zeigt die Ableitung eines Systemdesigns oder einer Zielarchitektur zur Umsetzung des Referenzprozesses. Die Plattformmodelle des AMS und EDMS werden gemeinsam mit dem Platform Independent Model (PIM) zu einem Platform Specific Model (PSM) transformiert (vgl. Abb. 12). Zu diesem Zweck wird eine Änderungsspezifikation erstellt, in der die notwendigen Erweiterungen und Anpassungen an die Plattformen als Anforderungen formuliert werden, die von den Plattformen AMS

und EDMS erfüllt werden müssen, um den Referenzprozess im Rahmen von P3PO zu realisieren. Die Anforderungen an dieses System ergeben sich:

- direkt aus dem Referenzprozess (vgl. u.a. Kapitel 3.4) und
- aus der Festlegung auf die geplante Systemarchitektur für P3PO.

Attributmapping

Abbildung 40 greift exemplarisch zwei Klassen aus der Systemarchitektur in Abbildung 36 auf, um das Attributmapping zu erläutern. Sie stellt den Zusammenhang zwischen den beiden Klassen „Komponente“ und „Typ“ aus der Anwendersicht zu den entsprechenden Klassen des Platform Independent Models (PIM) her. Im unteren Teil der Darstellung werden die Klassen der Plattformmodelle (PM) von AMS und EDMS gezeigt, um deren Verbindung zu den Klassen des PIM mittels eines Platform Specific Model (PSM) zu zeigen. Das PSM kann hier als Attributmapping bzw. Transformationsregel verstanden werden, die erläutert, wie die Plattformen (PMs) gemäß den Vorgaben des PIM zu nutzen und ggf. anzupassen sind.

Das Mapping zeigt Teile eines Platform Specific Models (PSM) für das EDMS und das AMS. Das PSM enthält im Gegensatz zum PM nicht nur sämtliche Attribute der PMs, sondern auch zusätzliche Attribute oder Anpassungen, die sich speziell aus den Anforderungen zur Umsetzung des Referenzprozesses ergeben. Das PSM stellt erweiterte und auf die Anforderungen an das Zielsystem abgestimmte PMs dar (Abbildung 40 befindet sich in einer größeren Ansicht im Anhang dieser Arbeit).

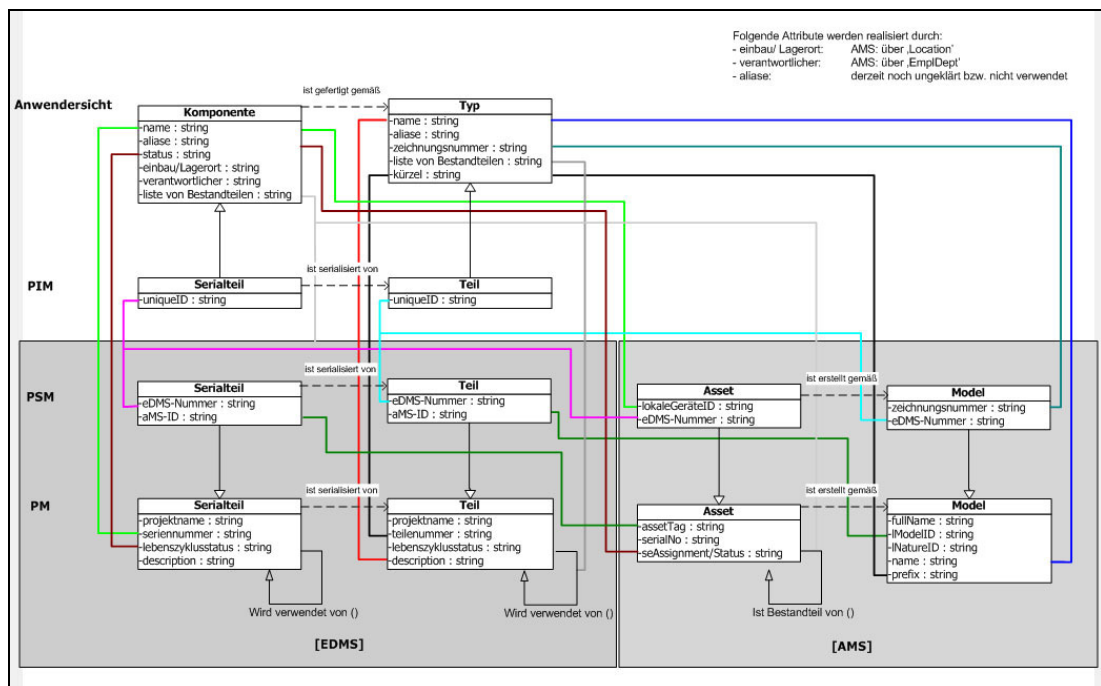


Abbildung 40: Attributmapping

Eine „Komponente“ aus der Anwendersicht besitzt die Attribute:

- Name
- Aliase
- Status
- Einbau/Lagerort
- Verantwortlicher

- Liste von Bestandteilen

Das PIM erbt diese Attribute. Das Attribut „UniqueID“ wird ergänzt, um eine eindeutige Zuordnung und Identifikation von Serialteilen und Teilen zu garantieren, wenn dieselben Objekte gleichzeitig mit verschiedenen Systemen verwaltet werden. Die technische Umsetzung dieser Identifikationsnummer ist für das PIM ohne Bedeutung.

Die folgenden Tabellen 4 bis 7 zeigen die Auswertung des Attributmappings und geben Aufschluss darüber, wie die Attribute einer „Komponente“ der Anwendersicht bzw. eines „Serialteils“ des PIM mit den Systemen EDMS und AMS realisiert werden können (PM) oder welche Erweiterungen notwendig sind (PSM). Tabelle 4 und 5 stellen die Attribute der Anwendersicht den PMs und PSMs gegenüber.

Attribut Anwendersicht	Wird realisiert durch			
	EDMS		AMS	
	PM	PSM	PM	PSM
Name	Seriennummer	-	-	LokaleGeräteID
Aliase	- (z.Z. nicht benötigt)	-	-	-
Status	Lebenszyklusstatus	-	SeAssignment/Status	-
Einbau/Lagerort	-	-	Klasse „Location“	-
Verantwortlicher	-	-	Klasse „EmplDep“	-
Liste von Bestandteilen	Relation „Wird verwendet von“	-	Relation „Ist Bestandteil von“	-

Tabelle 4: Attributmapping der Klasse Komponente/ Serialteil

Attribut Anwendersicht	Wird realisiert durch			
	EDMS		AMS	
	PM	PSM	PM	PSM
Name	Description	-	Name	-
Aliase	- (z.Z. nicht benötigt)	-	-	-
Zeichnungsnummer	-	-	-	Zeichnungsnummer
Liste von Bestandteilen	Relation „Wird verwendet von“	-	Hierarchisch gegliedert	-
Kürzel	Teilenummer	-	Prefix	-

Tabelle 5: Attributmapping der Klasse Typ/ Teil

Die eindeutige Zuordnung der Klassen Serialteil und Teil zwischen mehreren Systemen wird mittels einer UniqueID realisiert. Die konkrete technische Umsetzung mit den Systemen EDMS und AMS zeigen die Tabellen 6 und 7.

PIM	PM/ EDMS	PSM/ EDMS	PM/ AMS	PSM/ AMS
UniqueID	-	EDMS-Nummer	-	EDMS-Nummer
	-	AMS-ID	AssetTag	-

Tabelle 6: Mapping der UniqueID für ein Serialteil

PIM	PM/ EDMS	PSM/ EDMS	PM/ AMS	PSM/ AMS
UniqueID	-	EDMS-Nummer	-	EDMS-Nummer
	-	AMS-ID	LModelID	-

Tabelle 7: Mapping der UniqueID für ein Teil

Mit diesen Anpassungen ist sichergestellt, dass zum einen alle Attribute für die Klassen „Komponente“ und „Typ“ aus der Anwendersicht in einer Umsetzung mit den Systemen AMS und EDMS abgebildet und realisiert werden können. Zum anderen wird durch die technische Umsetzung der UniqueID im PSM gewährleistet, dass „Komponenten“ und „Typen“ gleichzeitig mit AMS und EDMS bearbeitet bzw. verwaltet werden können. Die hier beschriebenen Attribute und die Operationen, die in Kapitel 3 (Abbildung 24) hergeleitet wurden, ergeben für die Klasse „Serialteil“ aus dem PIM schließlich eine Darstellung gemäß Abbildung 41.

Serialteil
<ul style="list-style-type: none"> ▣ uniqueID ▣ alias ▣ einbau/Lagerort ▣ verantwortlicher ▣ liste von Bestandteilen ▣ status ▣ name
<ul style="list-style-type: none"> ● fertigen () ● registrieren () ● zwischenlagern () ● prüfen () ● nachbearbeiten () ● reservieren () ● installieren () ● betreiben () ● warten () ● entsorgen () ● reparieren ()

Abbildung 41: Klasse „Serialteil“ (PIM) – mit Attributen und Operationen

Übersicht der Aufgaben für ein „Informationssystem für die QS“ im P3PO-Kontext

Tabelle 8 gibt Aufschluss darüber, welche Aufgabenpakete im P3PO-Kontext von welchen Plattformen unterstützt werden sollen. Der Tabelle liegt Abbildung 30 zu Grunde, in der die Anwendungsfälle für ein „Informationssystem für die QS“ benannt werden.

Anwendungsfälle für ein „Informationssystem für die QS“	AMS	EDMS	Crystal Reports
Teile anlegen	X		
Teil-Eigenschaften aktualisieren	X		
Serialteile registrieren	X		
Serialteil-Eigenschaften aktualisieren	X		
Arbeitslisten anlegen	X		
Arbeitslisten pflegen	X		
Arbeitslisten abrufen			X
QS-Dokumente speichern		X	
QS-Dokumente einsehen		X	

Tabelle 8: Zuordnung von P3PO Anwendungsfällen zu deren führenden Plattformen

Die Systemarchitektur und das Attributmapping haben ergeben, dass Teile und Serialteile in den Systemen AMS und EDMS repräsentiert sein müssen. Tabelle 8 greift die

Systemkomponenten aus Abbildung 37 auf und ergibt, dass bei P3PO die Teile und Serialteile jeweils nur im AMS angelegt bzw. registriert werden. Daraus folgt, dass eine Systemschnittstelle benötigt wird, die Dateneingaben und –änderungen von Teilen und Serialteilen aus dem AMS in das EDMS überträgt.

Schnittstelle zur Registrierung von Serialteilen

Für die Erfassung von Teilen und Serialteilen wurden in Abbildung 30 die Aufgabenpakete „Teile verwalten“ und „Serialteile registrieren“ benannt. Abbildung 42 zeigt das Aufgabenpaket „Serialteil registrieren“ aus dem Referenzprozess in Form einer Arbeitsreihenfolge.

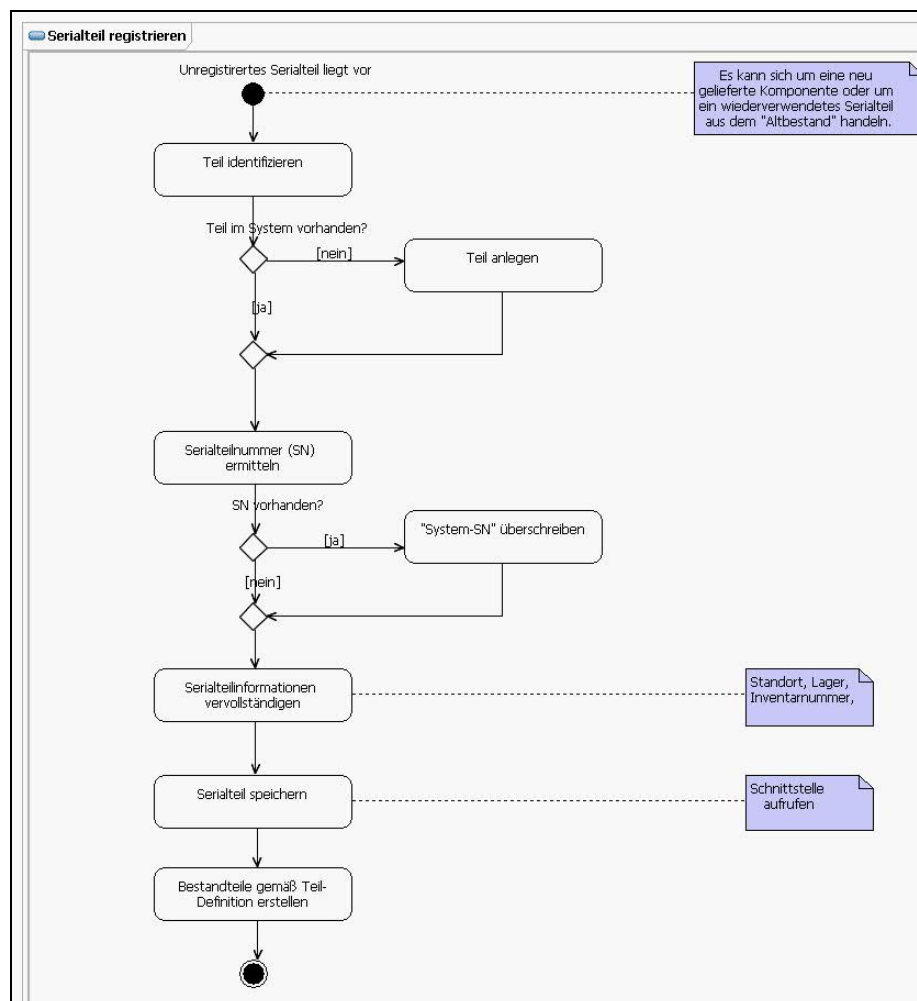


Abbildung 42: Aktivitätsdiagramm – Serialteil registrieren

Wird ein „neues“ Serialteil geliefert, muss dieses registriert werden. Die Systemarchitektur P3PO sieht diesen Vorgang im AMS vor. Dort wird ein neues Asset oder systemunabhängig gesehen ein Serialteil registriert.

Die benötigte Schnittstelle kann in Abbildung 42 in der Aktion „Serialteil speichern“ positioniert werden. Im Fall von P3PO wird die Schnittstelle bei Registrierung eines neuen Assets im AMS das EDMS aufrufen. Dort muss ein entsprechendes Serialteil angelegt werden, damit in beiden Systemen Serialteile bzw. Assets vorliegen, die das identische reale Serialteil repräsentieren. Dasselbe gilt für ein neues Teil, das im AMS angelegt wird

und dann beim Speichern automatisch als Teil im EDMS erzeugt werden muss. Um diese Verbindung zwischen dem EDMS und AMS dauerhaft nachvollziehbar und eindeutig zu machen, werden die im Attributmapping dargestellten UniqueIDs genutzt. Eine Komponente (Anwendersicht) muss genau einem Asset (PM – AMS) und einem Serialteil (PM – EDMS) zuzuordnen sein. Ein Typ (Anwendersicht) muss genau einem Model (PM – AMS) und einem Teil (PM – EDMS) zuzuordnen sein.

Archivierung von QS-Dokumenten

Die Ergebnisse von QS-Maßnahmen werden mit QS-Dokumenten dokumentiert. Diese Dokumente müssen gespeichert und archiviert werden. Im P3PO-Kontext wird das EDMS für das Dokumentenmanagement genutzt. Werden Dokumente bzw. Dateien in das EDMS hochgeladen, müssen diese mit dem entsprechenden Serialteil verknüpft werden. Das Hochladen, Verknüpfen und Ausfüllen von Metadaten für jedes einzelne Dokument ist zeitaufwendig. Im Zuge der Serienproduktion von Beschleunigerkomponenten und der dafür stattfindenden Qualitätssicherung entstehen tausende QS-Dokumente. Daher kann diese Aufgabe nicht von Akteuren der Rolle „PETRA III-Projektmitarbeiter“ oder „Dokumentenmanager“ manuell durchgeführt werden. Es ist eine Schnittstelle notwendig, die das massenhafte Hochladen von QS-Dokumenten ermöglicht und die Verknüpfung mit den entsprechenden Serialteilen im EDMS automatisch übernimmt.

Anwendung des Systemdesigns auf P3PO

Abbildung 43 stellt die Zielarchitektur des PSM bzw. das Systemdesign dar, das aus dem Referenzprozess abgeleitet wurde. Die Abbildung zeigt ergänzend zu Abbildung 37 den Zusammenhang der von P3PO verwendeten Informationssysteme.

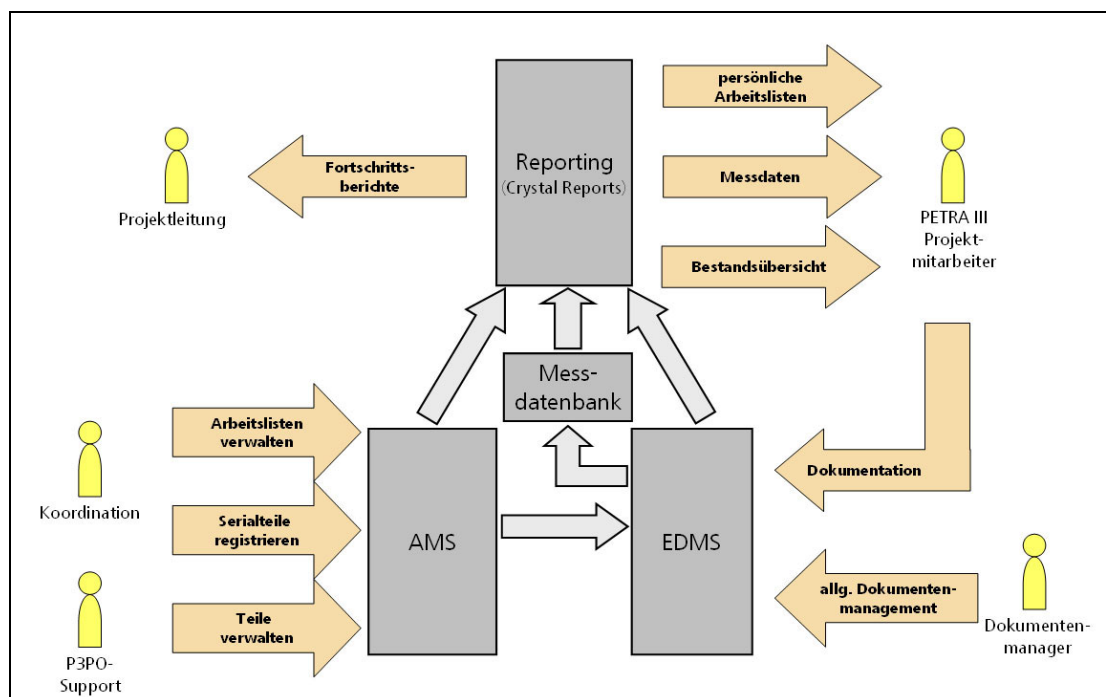


Abbildung 43: PSM: P3PO – Systemdesign

Das Diagramm in Abbildung 43 konkretisiert das Aktivitätsdiagramm aus Abbildung 29. In dem Diagramm im Referenzprozess wurde bereits gezeigt, dass Arbeitslisten im Informationssystem verwaltet werden und dass Dokumente ebenfalls in einem

Informationssystem gespeichert werden sollen. Abbildung 43 zeigt diesen Zusammenhang für die konkrete Anwendung im P3PO-System.

- Im Asset Management System (AMS) werden die Daten zu „Teilen“ verwaltet. Außerdem wird das AMS zur Erstellung von Arbeitslisten und zum Registrieren bzw. zur Verwaltung der Bewegungsdaten von Serialteilen genutzt.
 - Die Datenstruktur für registrierte Serialteile bzw. erstellte Teile wird durch eine Schnittstelle in das EDMS übertragen.
- Das Engineering Data Management System (EDMS) wird von PETRA III-Projektmitarbeitern dazu genutzt, um QS-Dokumente zu speichern. Zudem nutzen Dokumentenmanager das EDMS zum allgemeinen Dokumentenmanagement (erzeugen von Dokumenten, Pflege der Dokumentation).
- P3PO wird zu einem späteren Zeitpunkt um eine Messdatenbank erweitert, in der bestimmte QS-Messdaten aus im EDMS gehaltenen QS-Messprotokollen extrahiert, vorgehalten und zu statistischen Auswertungen genutzt werden.
- Eine Reportingkomponente (Crystal Reports) wird auf den gesamten Datenbestand der von P3PO verwendeten Systeme zugreifen, um die verschiedenen Informationsbedarfe von Projektleitung oder Projektmitarbeitern abzudecken.

4.2.4 Änderungsspezifikation

Die Sachverhalte der vorigen Abschnitte können analog zu Kapitel 3.4.1 ebenfalls in eine verbale Spezifikation überführt werden. In diesem Falle wird dabei nicht mehr das „Informationssystem für die QS“ als Ganzes, sondern die verschiedenen im QS-Informationssystem vereinten konkreten Plattformen einzeln angesprochen. Anforderungen würden erneut unter Verwendung der Anforderungsschablone aus Kapitel 2.5 beschrieben, z.B.

- Jedes Mal, wenn im AMS ein neues Serialteil (Asset) angelegt wird, muss die AMS-EDMS-Schnittstelle im EDMS ein Serialteil mit gemäß Attributmapping (PSM) ausgefüllten Metadaten anlegen.

Die verbalisierte Ausarbeitung der Anforderungen wird in Kapitel 3.4.1 bei Bedarf für vertragliche und andere Zwecke angefertigt. Im deutschen Sprachgebrauch werden häufig die Anforderungsspezifikation an das QS-Informationssystem (allg.: das Informationssystem des PIM) auch als Pflichtenheft, die Spezifikation von Änderungen und Erweiterungen an die Plattformen (allg.: die Transformationen gemäß PSM) als Lastenheft bezeichnet.

5 Umsetzungsbeispiel: Dipolkammer

Dieses Kapitel zeigt ein Umsetzungsbeispiel, das anhand einer Beschleunigerkomponente demonstriert, wie der Referenzprozess für die Anwendung im P3PO-Kontext spezifiziert und realisiert wurde.

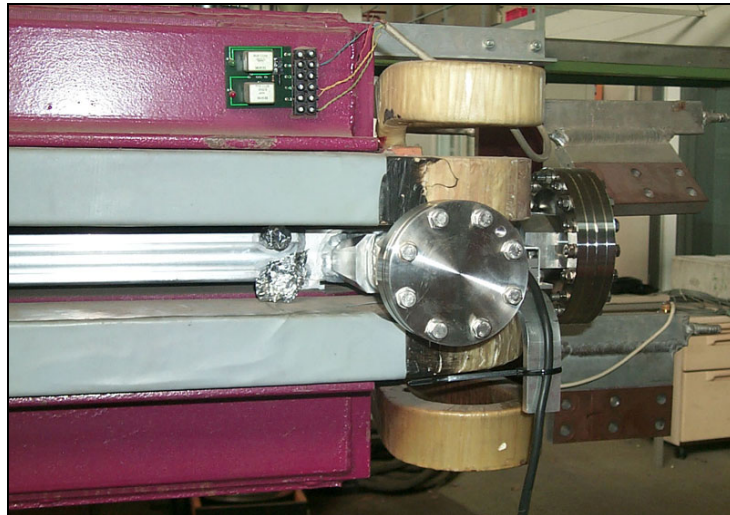


Abbildung 44: Dipolkammer

Gegenstand des Beispiels ist eine Dipolkammer, die ein Bestandteil des geschlossenen Vakuumsystems eines Teilchenbeschleunigers ist und im Fall von PETRA III zur Positron-Strahlführung dient (vgl. PETRA06). Die Dipolkammer, die im Beispiel verwendet wird, ist vom Typ Dipolkammer 1 und wird als DK1 abgekürzt. Jede konkrete Dipolkammer durchläuft in ihrem Lebenszyklus den in Kapitel 3.2.2 beschriebenen Lebenszyklus eines Serialteils.

Das Kapitel ist nach den Anwendungsfällen aus Abbildung 30 strukturiert. Diese stellen die Aufgabenpakete aus dem Referenzprozess dar, die von einem Informationssystem übernommen oder unterstützt werden können. Zunächst wird aus Anwendersicht dargestellt, wie Aufgaben im P3PO-Informationssystem mit bestimmten Systemen ausgeführt werden. Anschließend wird das Zusammenspiel der verschiedenen Plattformen im Detail betrachtet.

Die zu bewältigenden Aufgaben sind im Einzelnen:

- Teile verwalten – von Akteuren der Rolle P3PO-Support ausgeführt
- Serialteile verwalten – von Akteuren der Rolle Koordination ausgeführt
- Arbeitslisten verwalten – von Akteuren der Rolle Koordination ausgeführt
- Arbeitslisten abrufen – von Akteuren der Rolle PETRA III-Projektmitarbeiter ausgeführt
- QS-Dokumente speichern – von Akteuren der Rolle PETRA III-Projektmitarbeiter und Dokumentenmanagern ausgeführt
- QS-Dokumente einsehen - von Akteuren der Rolle PETRA III-Projektmitarbeiter und der Projektleitung vorgenommen werden

5.1 Aufgabenbewältigung aus Anwendersicht

Die Aufgabenbewältigung aus Anwendersicht beschreibt wie einzelne Aufgaben von Anwendern ausgeführt werden und welches System dafür verwendet wird.

5.1.1 Teile verwalten

Das Konzept von P3PO sieht das Anlegen und Pflegen der Datenstruktur für Teile im AMS vor. Die Benutzeroberfläche des AMS wurde für die Anwender an die Begrifflichkeiten der Anwendersicht angepasst und ist in Abbildung 45 dargestellt. Sie enthält im oberen blau hinterlegten Teil das P3PO-Benutzermenü, im mittleren Teil eine Listenanzeige für das Navigieren von Bestandsdaten und im unteren Teil eine Formularanzeige für technische Details des gerade bearbeiteten Elements (Teil oder Serialteil).

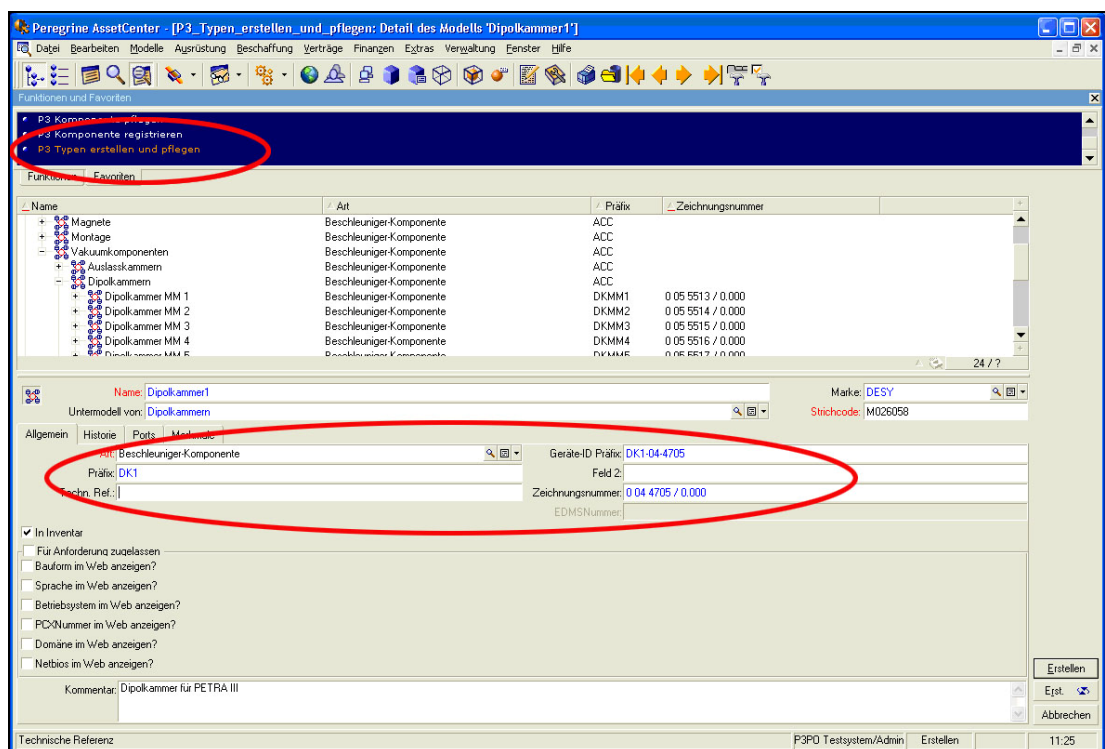


Abbildung 45: AMS-Benutzeroberfläche: Teil anlegen und pflegen

Um Teile verwalten zu können, wählt ein Anwender der Rolle P3PO-Support den Menüpunkt „Typen erstellen und pflegen“ aus. Das zu erstellende Teil wird in eine hierarchische Struktur vorhandener Teile eingeordnet und mit verschiedenen Angaben zu seinen charakteristischen Eigenschaften, wie z.B. einer Fertigungszeichnungsnummer, einer mechanischen Länge oder einer Gewichtsangabe versehen. Zudem wird für Referenzzwecke für das Teil ein eindeutiges Präfix angelegt. In diesem Beispiel wird eine Beschleunigerkomponente Dipolkammer 1 mit einem GeräteID-Präfix DK1-04-4705 und dem Präfix DK1 angelegt. Die Teile-Eigenschaften können über dieselbe Ansicht jederzeit aktualisiert werden.

5.1.2 Serialteile verwalten

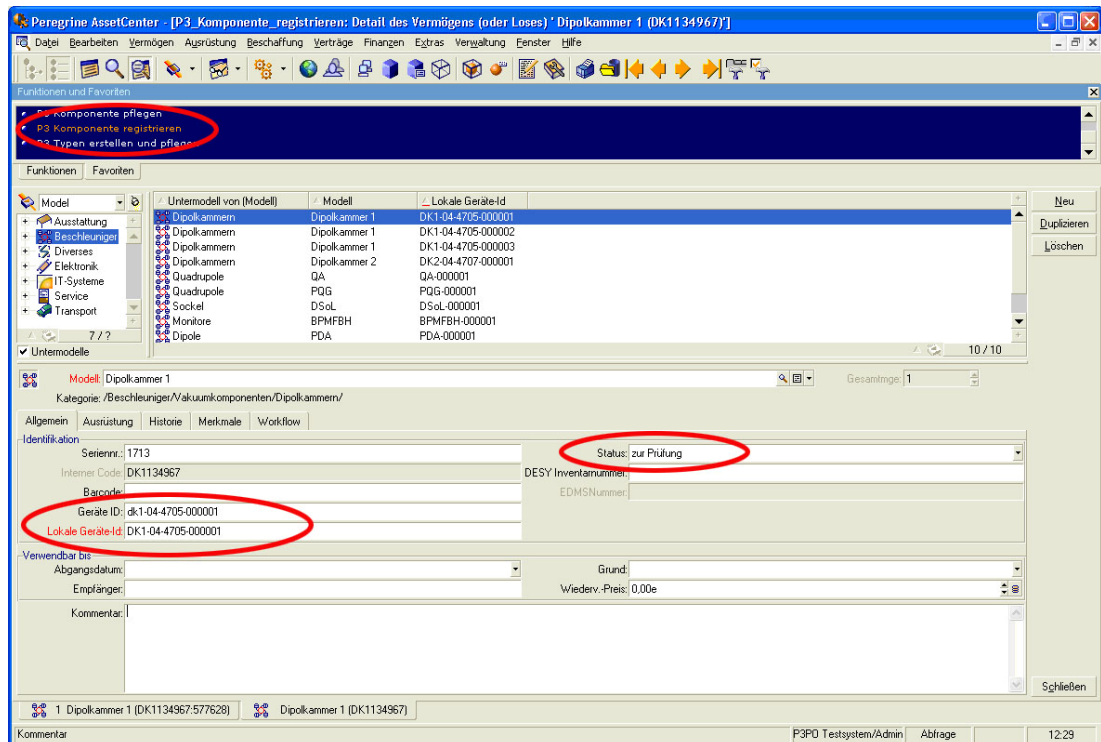


Abbildung 46: AMS-Benutzeroberfläche: Serialteil registrieren und pflegen

Das Registrieren von Serialteilen wird ebenfalls im AMS vorgenommen (siehe Abb. 46). Dazu ruft ein Akteur der Rolle Koordination den Menüpunkt „Komponente registrieren“ auf. Das Serialteil wird als „Untermodele“ eines Teils angelegt. In diesem Beispiel wird eine Dipolkammer 1 mit einer individuellen Serialteilnummer versehen. Im AMS wird diese Nummer als „Lokale GeräteID“ bezeichnet und lautet hier „DK1-04-4705-000001“. Außerdem wird für die Dipolkammer ein Status vergeben, der den Vorgaben des Zustandsautomaten aus Abbildung 23 folgt. Das Pflegen der Bewegungsdaten bzw. der Eigenschaften (z.B. aktualisieren des Standorts) eines Serialteils wird von der Koordination im AMS unter dem Menüpunkt „Komponente pflegen“ vorgenommen.

5.1.3 Arbeitslisten verwalten

Die Arbeitslisten werden von der Koordination ebenfalls im AMS verwaltet. Unter dem Menüpunkt „Arbeitsliste erstellen und pflegen“ können Arbeitslisten zum einen als so genanntes Template, also als Vorlage für bestimmte Teile vordefiniert werden (siehe Abb. 47).

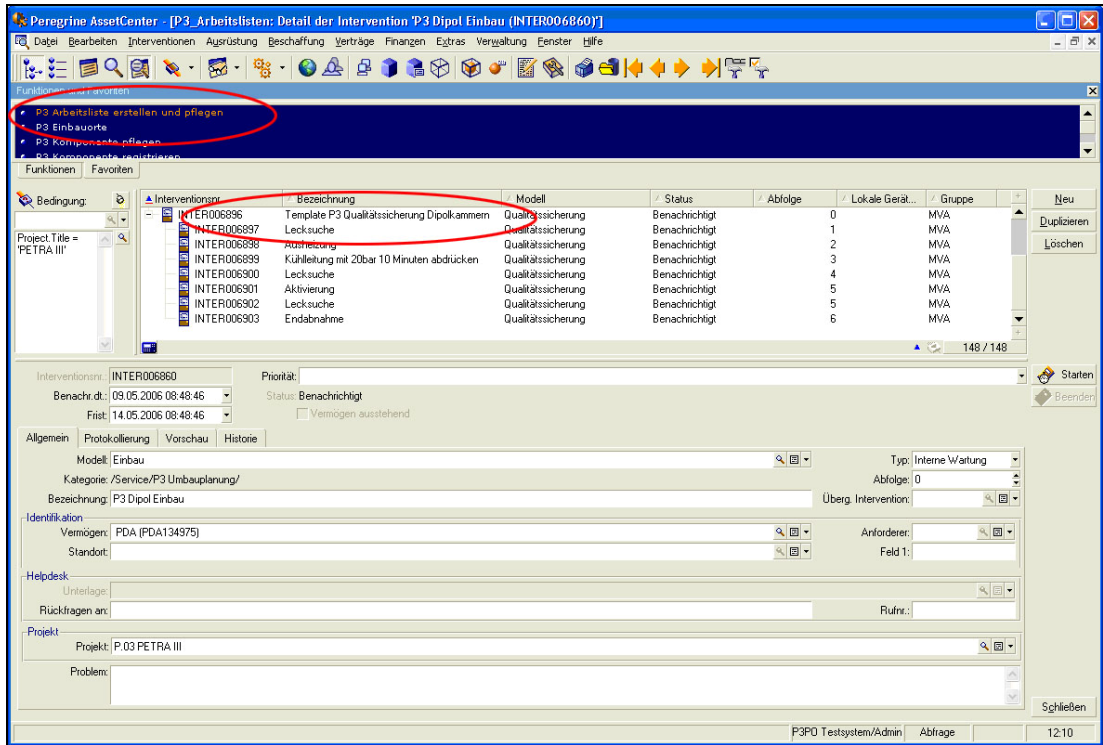


Abbildung 47: AMS-Benutzeroberfläche: Arbeitsliste erstellen und pflegen - Template

Zum anderen wird in Abbildung 48 gezeigt, dass die Vorlagen für ein bestimmtes Serialteil konkretisiert (z.B. um spezielle Arbeitsschritte ergänzt oder gekürzt) und einer DESY-Gruppe zur Bearbeitung zugewiesen werden können. In diesem Beispiel wird die Vorlage für Dipolkammern 1 der Dipolkammer „DK1-04-4705-00001“ zugeordnet.

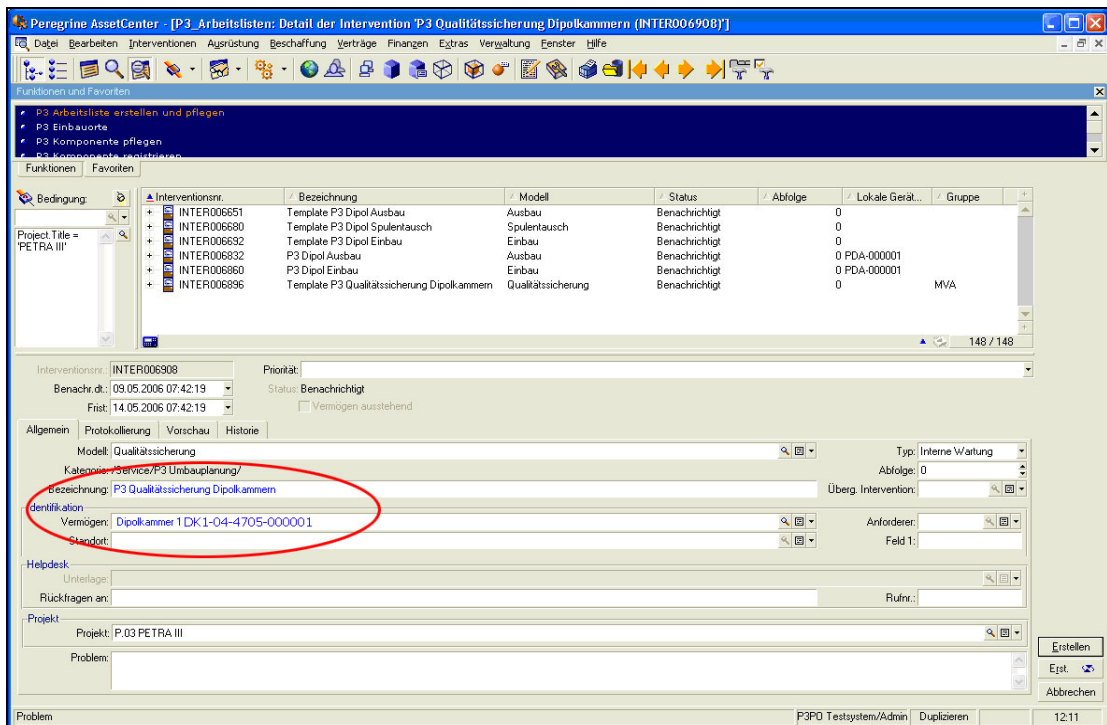


Abbildung 48: AMS-Benutzeroberfläche: Arbeitsliste erstellen und registrieren - Serialteil

5.1.4 Arbeitslisten abrufen

Die erstellten Arbeitslisten können von Akteuren der Rolle PETRA III-Projektmitarbeiter abgerufen werden. Über eine Web-Benutzeroberfläche können die Anwender durch das Informationssystem Crystal Reports auf die Arbeitslisten zugreifen, die für die ausführenden DESY-Gruppen zugewiesen wurden. Abbildung 49 zeigt eine Arbeitsliste für einen QS-Vorgang der Dipolkammer „DK1-04-4705-000001“. Die ausführende Gruppe heißt in diesem Fall MVA (Maschine Vakuum). Der rote Kreis zeigt graphisch den prozentualen Erledigungsgrad der Arbeitsliste an. Für bereits bearbeitete Schritte wird ein Kreissegment grün eingefärbt, dessen Größe der Dauer der bearbeiteten Schritte im Verhältnis zur erwarteten Gesamtdauer der Arbeit entspricht.

https://reporting.desy.de - Crystal Reports Viewer - Mozilla Firefox

DESY

P3PO

Aufgabenübersicht nach Komponente

DK1-04-4705-000001 *Typ: /Beschleuniger/Vakuumkomponenten/Dipolkam*

Auftragskategorie: Qualitätssicherung

Auftrag: P3 Qualitätssicherung Dipolkammern

Auftragsstatus: offen
Anzahl geplanter Aufgaben: 7
geplanter Auftragsbeginn:
geplantes Auftragsende:

Komponentenname: DK1-04-4705-000001
Typ: /Beschleuniger/Vakuumkomponenten/Dipolkam

geplanter Beginn

#	Aufgabe	Gruppe	WONO	Status
1)	Lecksuche	MVA	INTER006909	offen
2)	Ausheizung	MVA	INTER006910	offen
3)	Kühlleitung mit 20bar 10 Minuten abdrücken	MVA	INTER006911	offen
4)	Lecksuche	MVA	INTER006912	offen
5)	Aktivierung	MVA	INTER006913	offen
5)	Lecksuche	MVA	INTER006914	offen
6)	Endabnahme	MVA	INTER006915	offen

Fertig reporting.desy.de

Abbildung 49: Crystal Reports-Benutzeroberfläche: Arbeitsliste für QS-Vorgang

5.1.5 QS-Dokumente speichern

Während des PETRA III-Projekts werden zehntausende QS-Dokumente entstehen, die den entsprechenden Serialteilen zugeordnet werden müssen. Das Dokumentenmanagement wird mit dem EDMS vorgenommen, das die QS-Dokumente in einem Filesystem speichert. Um einen schnellen Speichervorgang zu ermöglichen, werden die QS-Dokumente im Allgemeinen von PETRA III-Projektmitarbeitern über eine MS Excel-Steuerdatei ins EDMS gespeichert. Das bedeutet, dass eine Exceldatei mit einem Index zur Massenladung von Dokumenten in das EDMS genutzt wird. Die Steuerdatei ist in Abbildung 50 dargestellt.

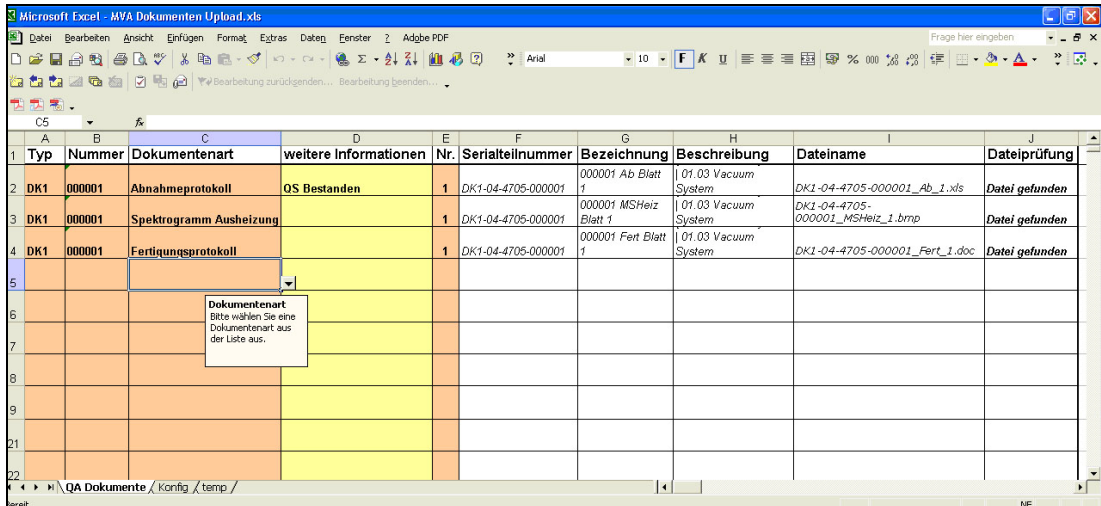


Abbildung 50: MS Excel-Steuerdatei zur Speicherung von QS-Dokumenten in das EDMS

Der Anwender füllt einige Angaben zu den zu speichernden QS-Dokumenten aus. So werden die Serialteilnummer des betreffenden Serialteils, eine Beschreibung und der Dateiname eingegeben. Die Verknüpfung und Vergabe der Metadaten im EDMS erfolgt anschließend automatisiert und für alle in die Steuerdatei eingegebenen Dokumente in einem Arbeitsschritt.

5.1.6 QS-Dokumente einsehen

Das Dokumentenmanagement wird über das EDMS abgewickelt. Das bedeutet, dass QS-Dokumente auch über das EDMS aufgerufen und angesehen werden. Abbildung 51 zeigt die Ansicht des Serialteils „DK1-04-4705-000001“ mit den in Kapitel 5.1.5 gespeicherten QS-Dokumenten, die mit dem Serialteil verknüpft wurden und von hier abgerufen werden.

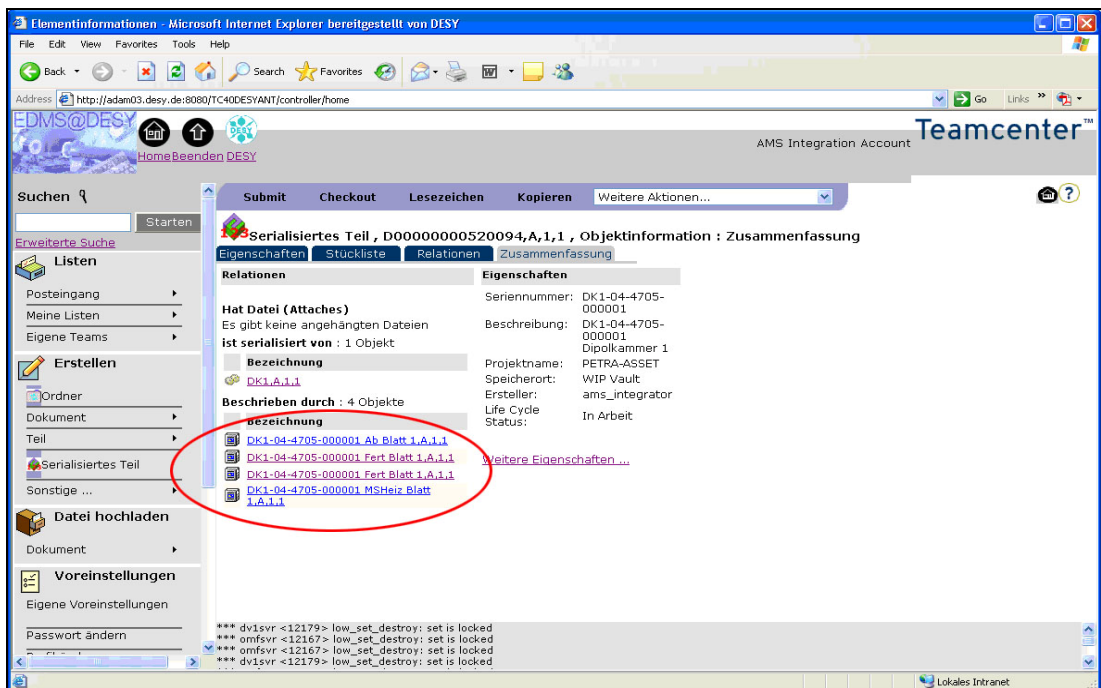


Abbildung 51: EDMS-Benutzeroberfläche: QS-Dokumente ansehen

5.2 Systemtechnischer Funktionsbeweis

In diesem Kapitel werden die internen Systemvorgänge erläutert, die bei den Aufgaben aus Kapitel 5.1 ablaufen.

5.2.1 Teile verwalten

Das Anlegen eines Teils im AMS wurde in Kapitel 5.1.1 beschrieben. In Kapitel 4 wurde dargelegt, dass ein Teil und ein Serialteil in den Informationssystemen EDMS und AMS repräsentiert sein müssen. Kapitel 4.2.4 fordert daher eine Schnittstelle zwischen dem AMS und dem EDMS. Diese wird nach dem Anlegen eines Teils im AMS aufgerufen. Die Übertragung der Datenstruktur erfolgt über den Befehl „P3PO-Modelldefinition zur Übertragung in das EDMS freigeben“ (siehe Abb. 52).

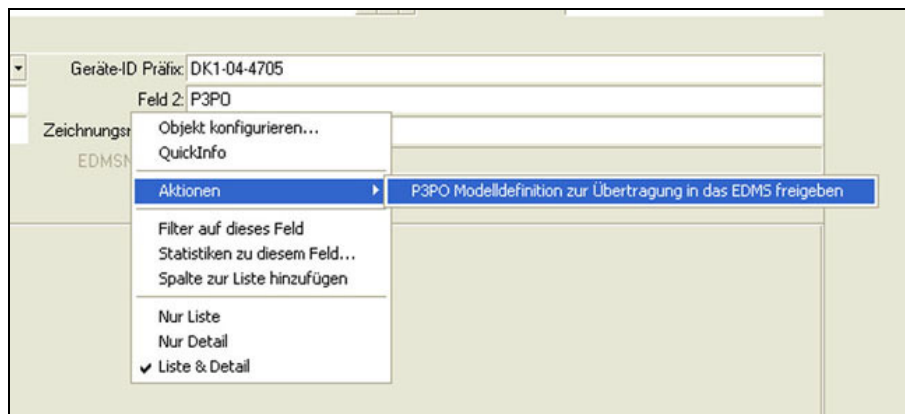


Abbildung 52: Ausschnitt aus der AMS-Benutzeroberfläche: Aufruf der Schnittstelle

Die Übertragung der Datenstruktur stellt eine zeitgesteuerte Synchronisation der Systeme AMS und EDMS dar. Die erfolgreiche Übertragung der Modelldefinition in das EDMS wird im AMS durch die Meldung „Modell übertragen“ angezeigt.

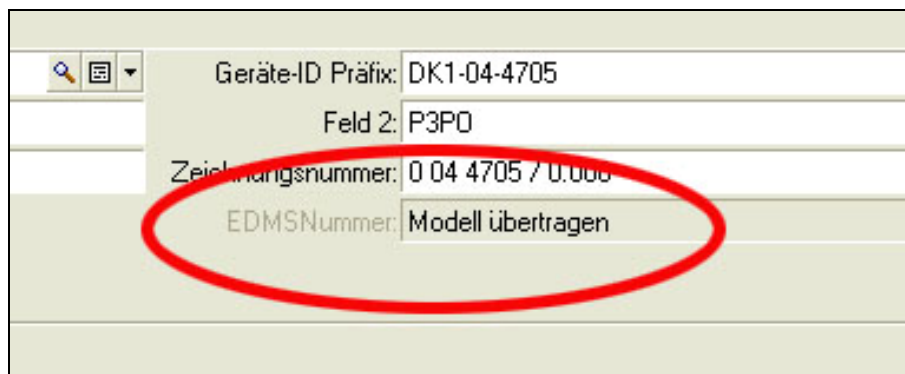


Abbildung 53: Ausschnitt der AMS-Benutzeroberfläche: Bestätigung der Übertragung der Modelldefinition

Kontrolle der Übertragung im EDMS

Die übertragene Datenstruktur eines Teils aus dem AMS wird im EDMS überprüft. Das Ergebnis zeigt Abbildung 54, in der das Ergebnis einer Suchanfrage nach einem Teil „Dipolkammer 1“ bzw. dem im AMS definierten Präfix „DK1“ zu sehen ist.

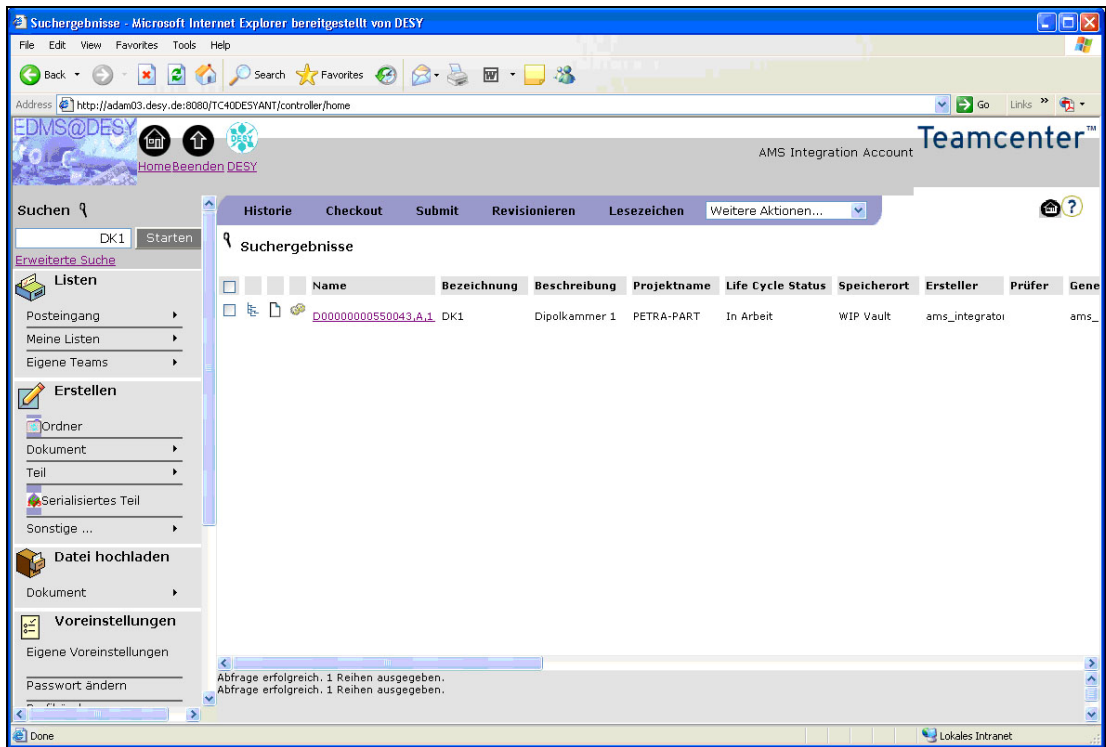


Abbildung 54: Benutzeroberfläche EDMS: Ergebnisanzeige für die Suchanfrage „DK1“

Die Schnittstelle hat im EDMS eine Teilestruktur für die Dipolkammer 1 erstellt. Die Detailansicht in Abbildung 55 verdeutlicht, dass auch Attribute, wie Teilenummer und die Beschreibung übernommen wurden.

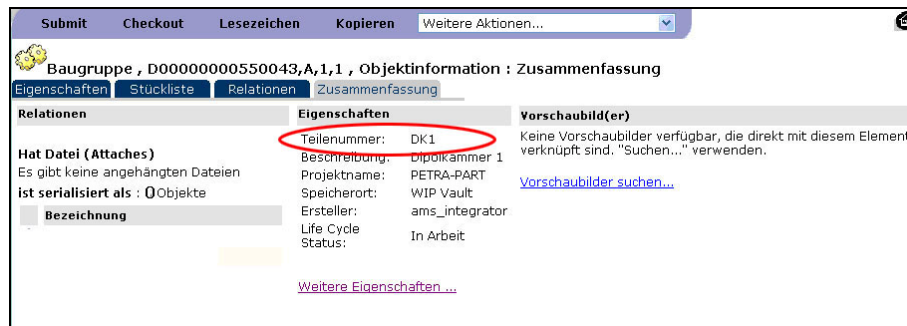


Abbildung 55: Ausschnitt der EDMS-Benutzeroberfläche: Detailansicht des Teils DK1

Das Attributmapping im Kapitel 4.2.3 hat dafür gesorgt, dass das Präfix im AMS mit der Teilenummer im EDMS übereinstimmen. Abbildung 55 zeigt, dass diese Forderung von P3PO umgesetzt wird, da das AMS-Präfix DK1 hier als Teilenummer aufgeführt ist. Die geforderte UniqueID bzw. EDMS-Nummer/ AMS-ID ist für den Anwender nicht ersichtlich. Die Übertragung der Attribute aus dem AMS zeigt jedoch, dass eine entsprechende Verbindung (in Form einer ID) im System angelegt wurde, um eine eindeutige Zuordnung zu ermöglichen.

5.2.2 Serialteile verwalten

Kapitel 5.1.2 zeigt die Registrierung eines Serialteils im AMS. Abbildung 56 stellt nun den Aufruf der Schnittstelle im AMS dar, die die Übertragung der Daten in das EDMS steuert.

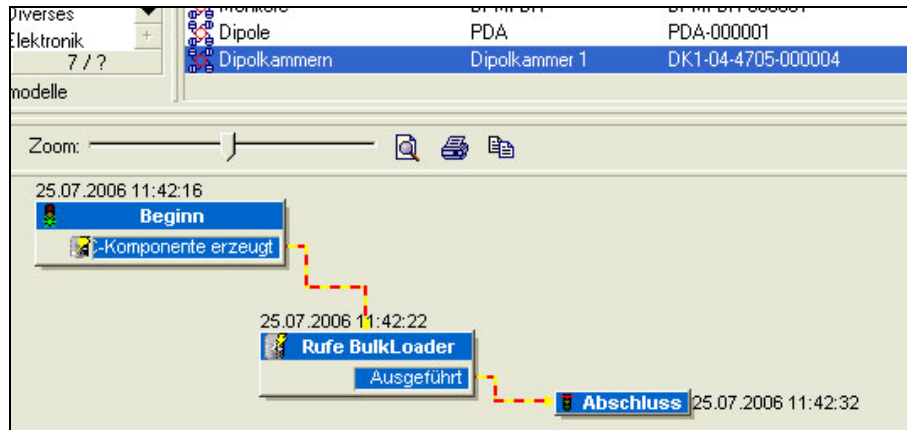


Abbildung 56: Ausschnitt der AMS-Benutzeroberfläche – Schnittstelle zur Übertragung der Serialteil-Struktur

Abbildung 57 zeigt wiederum die aktualisierte Detailansicht des Teils „DK1“ im EDMS. Zusätzlich zu Abbildung 55 ist nun ist nun die Relation „ist-serialisiert-als“ zum Serialteil „DK1-04-4705-000001“ aufgeführt. Somit ist gezeigt, dass Teile und Serialteile vom AMS in das EDMS automatisiert übertragen werden und dass Teile und Serialteile im EDMS auf Basis der Model-Asset-Struktur des AMS miteinander verknüpft werden.



Abbildung 57: Ausschnitt aus der EDMS-Benutzeroberfläche: Teil „DK1“ mit übertragener Serialteilstruktur

Das Attributmapping in Kapitel 4.2.3 hat ergeben, dass der Name des Serialteils, der im AMS der „Lokale GeräteID“ entspricht, im EDMS als Seriennummer bezeichnet wird. Dieser Zusammenhang wird in Abbildung 58 dargestellt.



Abbildung 58: Ausschnitt der EDMS-Benutzeroberfläche: Detailansicht des Serialteils „DK1-04-4705-000001“

5.2.3 Arbeitslisten verwalten und abrufen

Das Erstellen und Anpassen von Arbeitslisten wurde in Kapitel 5.1.3 und das Abrufen in Kapitel 5.1.4 demonstriert. Technisch gesehen greift beim Abrufen der Arbeitsliste das Programm Crystal Reports auf den Datenbestand des AMS zu. Der Anwender ruft also mit Crystal Reports die im AMS definierten und den Gruppen zugewiesenen Arbeitslisten ab.

5.2.4 QS-Dokumente speichern und einsehen

In Kapitel 5.1.5 wird das Speichern der QS-Dokumente mit einer MS Excelsteuerdatei gezeigt. Den systemtechnischen Funktionsbeweis stellt bereits Kapitel 5.1.6 dar, weil hier die zuvor mit der Excel-Steuerdatei erfassten Dokumente im EDMS aufgeführt sind. Das belegt, dass durch die Schnittstelle, die durch die Steuerdatei aufgerufen wird, die Dokumente im EDMS mit den entsprechenden Serialteilen verknüpft werden. Der Anwender wird von der Schnittstelle lediglich aufgefordert sich im EDMS anzumelden. Die entsprechenden Meldungen der Schnittstelle zeigt Abbildung 59.

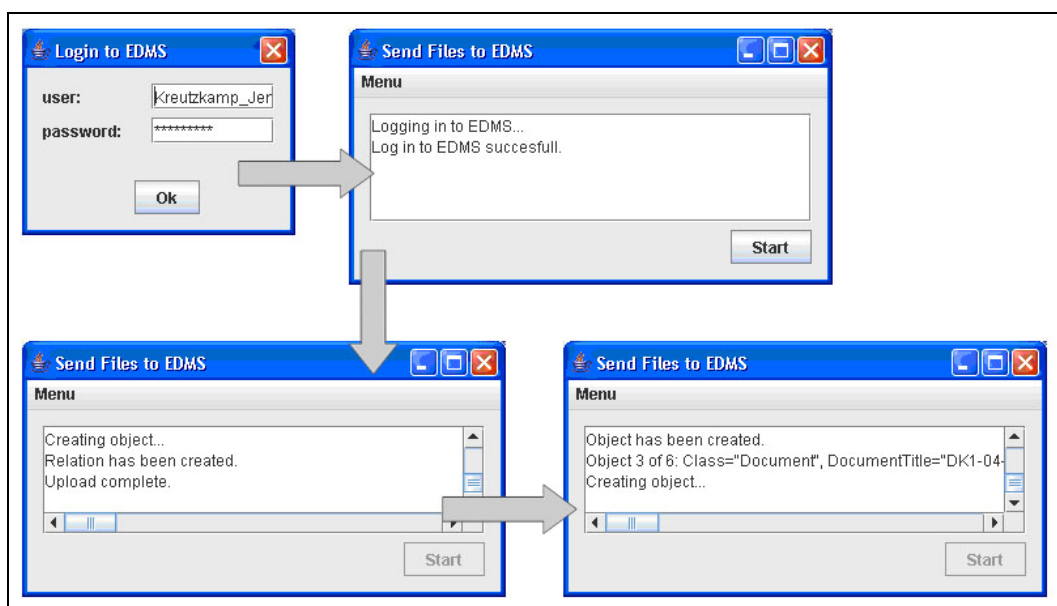


Abbildung 59: Statusanzeigen der Schnittstelle zwischen Excel-Steuerdatei und dem EDMS

Die Dokumente und deren Metadaten werden übertragen, so dass in Abbildung 60 die Angaben, die in der Steuerdatei eingegeben wurden, abgebildet sind. Im vorliegenden Beispiel handelt es sich um ein Abnahmeprotokoll, das nun im EDMS gespeichert wurde und abgerufen bzw. eingesehen werden kann.

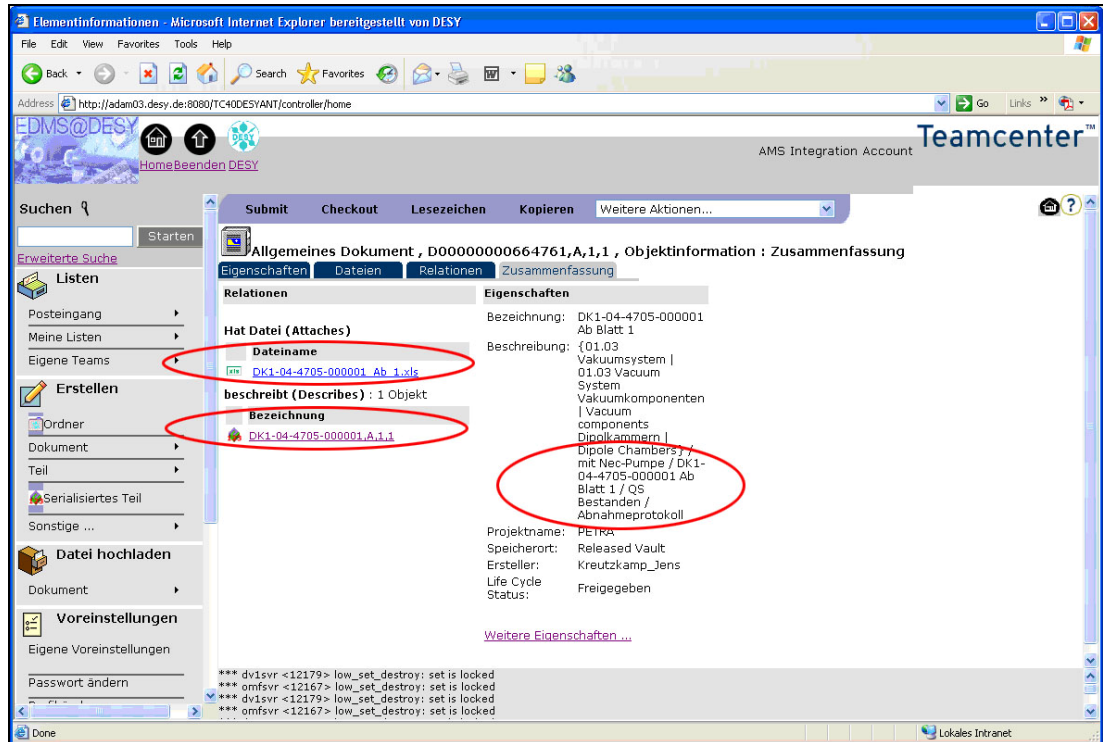


Abbildung 60: EDMS-Benutzeroberfläche: QS-Dokument zum Serialteil

6 Zusammenfassung und Ergebnisbetrachtung

In dieser Arbeit wurde ein Referenzprozess für die Dokumentation der Qualitätssicherung im Anlagenbau am DESY entwickelt, der die notwendigen Arbeitspakete und Abläufe für die Qualitätssicherung und deren Dokumentation identifiziert. Zudem zeigt er, wie Prozessbeteiligte durch ein Informationssystem bei ihren Aufgaben unterstützt werden können und formuliert die entsprechenden Anforderungen an ein Informationssystem.

Ein von der Gruppe IPP zu entwickelndes Informationssystem für die Unterstützung der Umbauprozesse des Beschleunigers PETRA III konnte unter Nutzung des Referenzprozesses auf Basis von bereits am DESY eingesetzten Systemen umgesetzt werden, wobei die vorhandenen Systeme entsprechend der Prozessspezifikation angepasst wurden. Die Umsetzung zeigt, dass der Referenzprozess in der Praxis erfolgreich eingesetzt wird.

Unter Verwendung der Model Driven Architecture war es möglich von der Entwicklung eines allgemeingültigen Referenzprozesses auf der einen Seite und bestehenden Randbedingungen und Systemen auf der anderen Seite zu einem für das P3PO-System anwendbaren Systemdesign zu gelangen. Der Referenzprozess konnte dabei für den vorliegenden Anwendungsbereich bei Dipolkammern erfolgreich umgesetzt werden.

Die Umsetzung für das Informationssystem P3PO zeigt, dass aus dem Referenzprozess ein Systemdesign abgeleitet werden kann. Die Ableitung des Systemdesigns ist nicht nur vor Durchführung eines Projekts möglich, sondern kann auch noch während der Durchführung eines Projekts aufgenommen werden. Damit kann der Referenzprozess für eine Standardisierung von Abläufen genutzt werden. Bereits etablierte und noch im Aufbau befindliche Prozesse können standardisiert werden, so dass für Mitarbeiter das projektübergreifende Arbeiten erleichtert wird.

Schließlich schafft der Referenzprozess eine Kommunikationsbasis, indem er den vorherrschenden Sprachgebrauch der Anwender analysiert und eindeutige und allgemeingültige Benennungen und Begriffe definiert. Dadurch wurde eine Kommunikationsbasis geschaffen. Während der Anwendung im P3PO-Kontext wird sich zeigen, ob die bestimmten Begriffe von den Anwendern akzeptiert werden oder ob die bisher verwendeten „eingebürgerten“ Benennungen weiterhin vorgezogen werden.

Neben der geschaffenen Kommunikationsbasis kann als weiterer Erfolg gewertet werden, dass der Referenzprozess den Aufwand für die Einführung eines Informationssystems erheblich senkt, da mit der Definition der Rollen, Abläufe, Aufgaben und Systemklassen eine allgemeingültige und wieder verwendbare Spezifikation vorliegt. In den zwei großen aktuellen Projekten am DESY wird es häufig kurzfristigen Bedarf für die Dokumentation von QS-Maßnahmen geben, so dass der Nutzen der erzielten Ergebnisse in der Wiederverwendbarkeit der Lösung und der Standardisierung von Prozessen und Abläufen liegt.

7 Literaturverzeichnis

- ARLOW 03 ARLOW, Jim:
Enterprise patterns and MDA : building better software with archetype patterns and UML.
Boston [u.a.]: Addison-Wesley. 2003
- BROCKE 03 BROCKE, Jan vom:
Referenzmodellierung – Gestaltung und Verteilung von Konstruktionsprozessen.
Berlin: Logos Verlag, 2003
- BÜRGER 05 BÜRGER, J. ; Dammann, J. A. ; Hagge, L. ; Iversen J. ; Matheisen A. ; Singer W.:
Supporting Cavity Production using an Engineering Data Management System. - PAC '05, Knoxville May 2005
<http://www.desy.de/ipp/berichte__Publikationen__Vortr/berichte__publikationen__votr.html> [online am 30.08.2006]
- DESY 06 DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON:
Das Forschungszentrum DESY.
<http://zms.desy.de/ueber_desy/index_ger.html> [online am 27.08.2006]
- DIN 9000 Norm DIN EN ISO 9000:2005.
Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.):
DIN EN ISO 9000:2005: Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe.
Berlin: Beuth Verlag, 2005
- DIN 9001 Norm DIN EN ISO 9001:2000.
Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.):
DIN EN ISO 9001:2000 – Qualitätsmanagementsysteme Anforderungen.
Berlin: Beuth Verlag, 2000
- EBERT 05 EBERT, Christof:
Systematisches Requirements Management.
Heidelberg: dpunkt.verlag, 2005
- FRANZ 06 FRANZ, Hermann ; Hagge, Lars ; Kreutzkamp, Jens:
Projektvorschlag: Einführung einer Lösung zur Komponentenverwaltung und Umbaukoordination für das PETRA III Projekt.
(unveröffentl.) – Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY), Hamburg.
- FRAUNHOFER
IESE 06 FRAUNHOFER-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.:
Virtuelles Software Engineering Kompetenzzentrum
<<http://www.software-kompetenz.de/?5348>>
[online am 27.08.2006]
- GRÄSSLE 04 GRÄSSLE, Patrick ; Baumann Henriette ; Baumann Philippe:
UML 2.0 projektorientiert.
3. Aufl.. - Bonn : Galileo Press, 2004.
- HAGGE 05 HAGGE, Lars:
Informationsmanagement beherrschen mit UML Modellen.
Vorlesungsmaterialien (unveröffentl.) – Hamburg, 2005.
- HEES 05 HEES, Sonja:
Grundlagen des Qualitätsmanagements: Studienbuch 5 zum Bildungs- und Sozialmanagement.
Remagen: ibus-Verlag, 2005 (Studienbuch 5 zum Bildung- und Sozialmanagement)

- HESS 95 Hess, Hans-Joachim [u.a.]:
Qualitätsmanagement – Risk-Management, Produkthaftung
Neuwied: Luchterhand, 1995
- KAMISKE 06 KAMISKE, Gerd F. ; Brauer, Jörg-Peter:
Qualitätsmanagement von A bis Z – Erläuterungen moderner Begriffe
des Qualitätsmanagements.
5., aktualisierte Auflage. - München [u.a.]: Hanser Verlag, 2006
- KUHN 99 KUHN, Achim:
Referenzmodelle für Produktionsprozesse zur Untersuchung und
Gestaltung von PPS-Aufgaben.
Paderborn: HNI-Verlagsschriftenreihe, 1999
- OESTEREICH 03 OESTEREICH, Bernd ; Weiss, Christian ; Schröder, Claudia ; Weilkiens,
Tim ; Lenhard, Alexandra:
Objektorientierte Geschäftsprozessmodellierung mit der UML.
1.Auflage. Heidelberg: dpunkt.verlag, 2003
- OMG 03 OBJECT MANAGEMENT GROUP:
MDA Guide Version 1.01.
<<http://www.omg.org/docs/omg/03-06-01.pdf>>
[online am 27.08.2006]
- OMG 05 OBJECT MANAGEMENT GROUP:
UML Superstructure Specification, v2.0.
<<http://www.omg.org/docs/formal/05-07-04.pdf>>
[online am 27-08-2006]
- PETRA 06 DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON:
PETRA III.
<http://petra3.desy.de/index_ger.html>
[online am 28.08.2006]
- PETRASCH 06 PETRASCH, Roland ; Meimberg, Oliver:
Model Driven Architecture – Eine praxisorientierte Einführung in die
MDA
Heidelberg: dpunkt.verlag, 2006
- RUPP 02 RUPP, Chris; SOPHIST GROUP (Hrsg.):
Requirements-Engineering und –Management – Professionelle, iterative
Anforderungsanalyse für die Praxis.
2., überarb. Aufl. München [u.a.]: Hanser Verlag, 2002
- RUPP 05 RUPP, Chris [u.a.]:
UML 2 glasklar – Praxiswissen für die UML-Modellierung und
Zertifizierung
2. Auflage. - München [u.a.]: Hanser Verlag, 2005
- SCHEER 98 SCHEER, August-Wilhelm:
ARIS – Vom Geschäftsprozeß zum Anwendungssystem.
3. völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage. – Berlin [u.a.]: Springer,
1998
- WAHRIG 97 WAHRIG, Gerhard:
Deutsches Wörterbuch
Gütersloh: Bertelsmann Lexikon Verlag, 1997
- XFEL 06 DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON:
XFELinfo 1.2.
<<http://xfelinfo.desy.de/>>
[online am 28.08.2006]

Anhang

A Aktivitätsdiagramm: QS durchführen mit einem Informationssystem (Abb. 29)

B Attributmapping (Abb. 40)

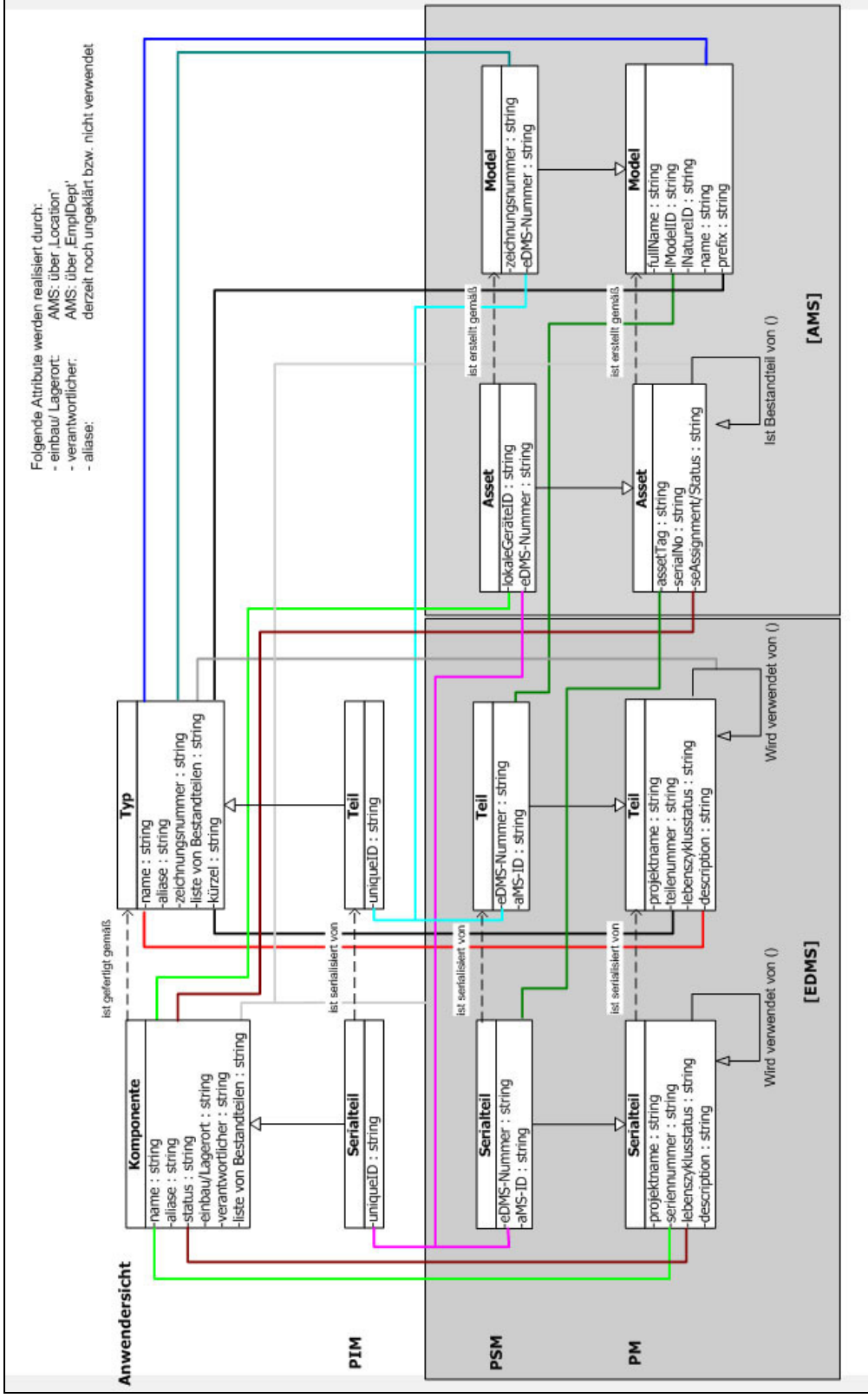


Abbildung 62: Vergrößerte Darstellung von Abbildung 40: Attributmapping

Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere, die vorliegende Arbeit selbständig ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt zu haben. Die aus anderen Werken wörtlich entnommenen Stellen oder dem Sinn nach entlehnten Passagen sind durch Quellenangabe kenntlich gemacht.

Hamburg, 30.08.2006