Lehrstuhl für Technische Informatik — Rechnernetze

Technische Universität München

Konzeption und Anwendung einer *Customer Service Management* Architektur

Michael Langer

Lehrstuhl für Technische Informatik — Rechnernetze

Technische Universität München

Konzeption und Anwendung einer *Customer Service Management* Architektur

Michael Langer

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Informatik der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender:		Univ.-Prof. Dr. Chr. Zenger
Prüfer der Dissertation:	1.	Univ.-Prof. Dr. H.-G. Hegering
	2.	Univ.-Prof. Dr. E. Jessen

Die Dissertation wurde am 10. Januar 2001 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Informatik am 12. März 2001 angenommen.

Zusammenfassung

Die fortschreitende Deregulierung und Liberalisierung im Telekommunikationsumfeld hat aufgrund der steigenden Zahl der Anbieter, dem härter werdenden Konkurrenzdruck und des breiten Angebotsspektrums zur Folge, daß sich Dienstanbieter mit ihren Kunden nicht nur, wie bisher, über Netzkomponenten und Endgeräte, sondern über *Dienste*, *Dienstvereinbarungen* und *Dienstgüte* verständigen müssen. Mit dieser Neuorientierung ist aber auch die Notwendigkeit verbunden, Kunden die Möglichkeit zu bieten, auf Basis von dienstorientierten Informationen über den Zustand und die Güte ihre abonnierten Dienste, die Einhaltung der vertraglichen Vereinbarungen nachzuvollziehen. Dafür hat sich der Begriff *Customer Service Management* (CSM) etabliert. An einer CSM-Schnittstelle steht dem Kunden eine einheitliche, dienst- bzw. kundenspezifische und logische Sicht auf das Dienstmanagement des Anbieters bereit.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, eine Architektur zur generischen Beschreibung der Integration von CSM-Schnittstellen in die heterogen Managementumgebung des Anbieters zu entwickeln, so daß eine hohe Wiederverwendbarkeit und eine Dienst- bzw. Kundenanpaßbarkeit mit geringem Aufwand gegeben ist. Die **CSM-Architektur** definiert auf Basis der vier Teilmodelle einer Managementarchitektur, zu welchen Informationsquellen (z.B. Managementwerkzeugen) innerhalb des Dienstmanagements des Anbieters Schnittstellen etabliert werden müssen und wie die dort bereitgestellten Informationen zusammenspielen, um den Kunden eine CSM-Schnittstelle bereitstellen stellen zu können. Das **Organisationsmodell** definiert die beteiligten Akteure des Dienstanbieters, deren Kooperationsbeziehungen sowie ein Domänenkonzept. Das **Informationsmodell** führt abstrakte und generische top-level Objektbeschreibungen als Ausgangspunkt für die Modellierung der auszutauschenden Managementinformationen ein. Das **Kommunikationsmodell** spezifiziert die Anforderungen an die Kommunikationsmechanismen der beteiligten Akteure, d.h. Anforderungen an die Dienste der eingesetzten Kommunikationsinfrastruktur. Das **Funktionsmodell** zergliedert schließlich den Gesamtaufgabenkomplex CSM in Funktionsbereiche und stellt dem Dienstanbieter einen Baukasten zur Verfügung. Dieser kann für konkrete Dienste genutzt werden, um die Funktionalität an einer korrespondierende CSM-Schnittstelle zu planen und zu realisieren.
Neben der umfassenden CSM-Architektur wird innerhalb dieser Arbeit dem Dienstanbieter eine Methodik zur Anwendung der Architektur an die Hand gegeben, mit der er für einen Dienst eine korrespondierende CSM-Schnittstelle in seine heterogene Managementumgebung integrieren kann.

Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften im Rahmen des vom DFN-Vereins geförderten Projekts *Customer Network Management*. Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater, Prof. Dr. H.-G. Hegering, für die konstruktive und intensive Betreuung, die wesentlich zum Gelingen der Arbeit beigetragen hat. Herzlich bedanken möchte ich mich darüberhinaus bei Herrn Prof. Dr. E. Jessen, dessen kritische Anregungen mir sehr bei der Erhöhung der Qualität dieser Arbeit geholfen haben. Bei beiden Betreuern möchte ich mich für die außerordentlich schnelle Bearbeitung früherer Versionen dieser Arbeit bedanken. Auch allen Kolleginnen und Kollegen des Münchner Netzmanagement Teams möchte ich für die stetige Bereitschaft zu intensiven, motivierenden und teilweise leidenschaftlichen Diskussionen danken. Meinen besonderen Dank möchte ich dem CNM-Team aussprechen: Dr. Victor Apostolescu, Dr. Gabi Dreo Rodosek, Michael Nerb sowie Stefan Loidl haben durch ihre konstruktive Kritik, den ermöglichten Freiraum neben dem normalen Projektalltag und ihre freundschaftliche Kollegialität die geeigneten Rahmenbedingungen zum Entstehen und Gelingen der Arbeit geschaffen. Nicht zuletzt möchte ich meiner Familie, insbesondere meiner Frau Monika, für ihre Unterstützung und ihre motivierende Anteilnahme danken.

München, im Dezember 2000

INHALT

1 Einleitung **1**

1.1 Customer Service Management als differenzierendes Dienstmerkmal 1
1.2 Aufgabenstellung 3
1.3 Vorgehensmodell und Ergebnisse der Arbeit 8

2 Analyse der Anforderungen **13**

2.1 Szenarien 14
2.1.1 CSM innerhalb eines Internet Service Providers 14
2.1.2 CSM innerhalb der Diensthierarchie des Gigabit Wissenschaftsnetzes . . 16
2.2 Begriffsbildung und verallgemeinertes CSM-Szenario 20
2.2.1 Managementarchitektur 20
2.2.2 Dienstmanagement 21
2.2.3 Customer Service Management 32
2.2.4 Verallgemeinertes CSM-Szenario 35
2.3 Anforderungen an eine CSM-Architektur 39
2.3.1 Allgemeine Anforderungen bezüglich Managementarchitekturen 41
2.3.2 Anforderungen bezüglich der Teilmodelle 43
2.3.3 Anforderungen bezüglich des Dienstmanagements 46
2.3.4 Erforderliche Funktionalität an der CSM-Schnittstelle 48
2.4 Zusammenfassung 49

3 Umfeld und State-of-the-Art **51**

3.1 Existierende Managementarchitekturen 51
3.1.1 Internet Managementarchitektur 52
3.1.2 OSI Managementarchitektur und TMN 54
3.1.3 Object Management Architecture 56

3.1.4 Reference Model of Open Distributed Processing 58
3.1.5 Telecommunications Information Networking Architecture 60
3.1.6 Open Distributed Management Architecture 64
3.1.7 Common Information Model 65
3.1.8 Zusammenfassung 66
3.2 Dienstmanagement 66
3.2.1 IT Infrastructure Library 67
3.2.2 TeleManagement Forum 69
3.3 Customer Service Management 73
3.3.1 Customer Network Management nach ITU 74
3.3.2 A Customer Service Management Architecture for the Internet 76
3.3.3 Customer Service Management als Basis für interorganisationales Dienstmanagement 77
3.4 Zusammenfassung: Möglichkeiten und Defizite existierender Ansätze 78

4 Customer Service Management Architektur 83

4.1 Konzeptionsidee 83
4.1.1 Metamodellierung 83
4.1.2 Modellschichtungen bezüglich CSM 85
4.1.3 Vorgehensweise 88
4.2 Informationsmodell 90
4.2.1 Spezifikationssprache 92
4.2.2 Generische Managementobjektklassen 93
4.3 Organisationsmodell 96
4.3.1 Konzeption des CSM-Organisationsmodells 98
4.3.2 Analyse der involvierten Rollen 100
4.3.3 Analyse des Domänenkonzepts und der Kooperationsbeziehungen 108
4.3.4 Spezifikation des Organisationsmodells 114
4.3.5 Abbildbarkeit und Abgrenzung 119
4.3.6 Zusammenfassung 125
4.4 Kommunikationsmodell 126
4.4.1 Analyse der Referenzpunkte 128
4.4.2 Services 130
4.4.3 Kommunikationsinfrastrukturen 138
4.5 Funktionsmodell 139
4.5.1 Konzeption des CSM-Funktionsmodells 141
4.5.2 SLA Management 143

4.5.3 Problem Management 154
4.5.4 Order Management 168
4.5.5 Configuration Management 174
4.5.6 Accounting Management 177
4.5.7 Service Infrastructure Management 181
4.5.8 Definition von Zugriffsrechten 184
4.5.9 Zusammenfassung 185
4.6 Zusammenfassung 188

5 Methodik zur Anwendung der Architektur 191

5.1 Von der CSM-Architektur zur CSM-Schnittstelle 191
5.2 Schritt 1: Analyse des Dienstes und des Managementumfelds 193
5.2.1 Teilschritt 1.1: Anforderungen an die CSM-Schnittstelle 194
5.2.2 Teilschritt 1.2: Analyse des Managementumfelds des Dienstanbieters . . 194
5.3 Schritt 2: Entwurf des CSM-Modells für den Dienst 195
5.3.1 Teilschritt 2.1: Ausprägung des Organisationsmodells 195
5.3.2 Teilschritt 2.2: Erstellung der Objektmodelle des CSM-Modells 197
5.3.3 Teilschritt 2.3: Erstellung der Schnittstellen des CSM-Modells 199
5.3.4 Teilschritt 2.4: Ausprägung des Kommunikationsmodells 199
5.4 Schritt 3: Abbildung des CSM-Modells auf die Managementumgebung des Dienstanbieters 200
5.4.1 Teilschritt 3.1: Ausprägung der Referenzpunkte 200
5.4.2 Teilschritt 3.2: Übersetzung der Objektmodelle 208
5.4.3 Teilschritt 3.3: Ausprägung der Schnittstellen an den Referenzpunkten . . 209
5.4.4 Teilschritt 3.4: Identifikation der Kommunikationsinfrastrukturen 210
5.5 Schritt 4: Implementierung der CSM-Schnittstelle 210
5.5.1 Teilschritt 4.1: Implementierung der Customer Domain 210
5.5.2 Teilschritt 4.2: Implementierung der CSM Domain 212
5.5.3 Teilschritt 4.3: Implementierung der Service Provider Domain 212
5.6 Zusammenfassung 213

6 Anwendung der Architektur 215

6.1 Am Beispiel des IP-Dienstes im B-WiN 215
6.1.1 Schritt 1: Analyse des IP-Dienstes und des Managementumfelds im DFN-Verein 216
6.1.2 Schritt 2: Erstellung des CSM-Modells für den IP-Dienst 217

6.1.3 Schritt 3: Abbildung des CSM-Modells für den IP-Dienst auf die Managementumgebung des DFN-Vereins 224
6.1.4 Schritt 4: Implementierung der CSM-Schnittstelle für den IP-Dienst . . . 231
6.2 Am Beispiel des Münchner Wissenschaftsnetz des LRZ 232
6.2.1 Schritt 1: Analyse des MWN und des Managementumfelds im LRZ . . . 232
6.2.2 Schritt 2:Erstellung des CSM-Modells für das MWN 234
6.2.3 Schritt 3: Abbildung des CSM-Modells für das MWN auf die Managementumgebung des LRZ 237
6.2.4 Schritt 4: Implementierung der CSM-Schnittstelle für das MWN 240
6.3 Zusammenfassung 240

7 Zusammenfassung und Ausblick 241

7.1 Zusammenfassung 241
7.2 Ausblick 243

Abbildungsverzeichnis 247

Literaturverzeichnis 251

Abkürzungen 263

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Customer Service Management als differenzierendes Dienstmerkmal

Der Deregulierungs- und Liberalisierungsprozeß im Telekommunikationsumfeld in den letzten Jahren hat dazu geführt, daß sich die Zahl der Anbieter im IT-Bereich und deren Angebotsspektrum deutlich erweitert und verfeinert hat. Vor diesem Hintergrund gehen Kunden nicht mehr nur dazu über, statt Leitungen oder Übertragungskapazitäten komplette Intranets oder Extranets von Dienstanbietern betreiben zu lassen, sondern einen Teil der eigenen Geschäftsprozesse DV-technisch auszulagern, d.h. planen, ausführen und betreiben zu lassen. Schlagworte sind hierfür beispielsweise *Business Process Outsourcing* oder *SAP/R3 aus der Steckdose*. Die wesentliche Auswirkung hiervon ist, daß sich Dienstanbieter mit ihren Kunden nicht nur, wie bisher, über Netzkomponenten und Endgeräte, sondern über *Dienste, Dienstvereinbarungen und Dienstgüteparameter* verständigen müssen. Mit dieser Neuorientierung sind aber unweigerlich neue Anforderungen an das Management geknüpft: Neben den klassischen Netz-, System- und Anwendungsmanagementaufgaben muß der Dienstanbieter die Einhaltung der vertraglich festgelegten Dienstgüte garantieren, um teure Vertragsstrafen zu vermeiden. Als Folge dieses Paradigmenwechsels, vom Netz- und Systemmanagement zum Dienstmanagement, sind die heute im Managementbereich verwendeten, weitestgehend komponentenorientierten Managementwerkzeuge allein nicht mehr ausreichend.

Daneben hat sich in den letzten Jahren eine weitere Entwicklung herauskristallisiert: Mit den unschärfer werdenden Grenzen zwischen dem Telekommunikations- und dem Datenkommunikationsbereich sowie dem Drängen neuer Anbieter auf die globalisierten Märkte wird die Konkurrenz und der Kampf um Marktanteile immer härter. Ein attraktives Dienstspektrum und die flexible Ausrichtung der Anbieter auf die Bedürfnisse der Kunden wird zum entscheidenden Wettbewerbsvorteil. Ein wesentliches Manko ist dabei sicherlich die eingeschränkte, auch teilweise fehlende, Möglichkeit der Kunden, sich über den Zustand und die Güte ihrer abonnierten Dienste zu informieren und damit die Einhaltung der vertraglichen Vereinbarungen zu überwachen.

Um diesen beiden Tendenzen gerecht zu werden hat sich der Begriff *Customer Service Management* (CSM) etabliert. Unter CSM wird die Weitergabe von dienstorientierten Informationen

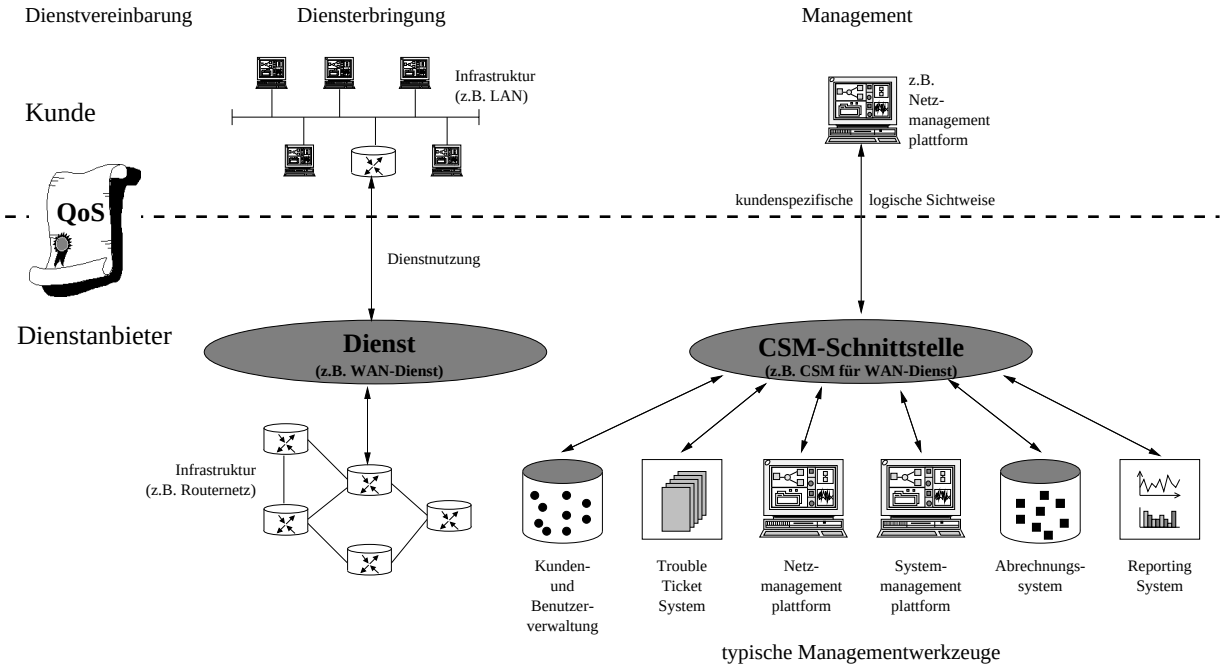

Abbildung 1.1: Die Einordnung von *Customer Service Management*

über die aktuelle Qualität des Dienstes verstanden. Damit können Kunden die Einhaltung der vertraglich ausgehandelten Dienstgüteparameter nachvollziehen und ihre abonnierten Dienste in eingeschränkten Maße selbst managen.

Bei der Analyse der Beziehungen zwischen Kunde und Dienstanbieter (siehe Abbildung 1.1) wird deutlich, wo CSM als Managementschnittstelle zwischen den Managementsystemen von Kunde und Dienstanbieter anzusiedeln ist:

Vertraglich betrachtet vereinbaren der Kunde und der Dienstanbieter im Rahmen der **Dienstvereinbarungen** (Service Level Agreements, SLA) die Dienstgüteparameter (QoS-Parameter) des Dienstes und legen für beide Vertragspartner bindende Rechte, Verpflichtungen und Verantwortlichkeiten fest. Aus der Perspektive der **Diensterbringung** stellt der Dienstanbieter einem Kunden einen Dienst (z.B. einen WAN-Dienst zur Anbindung lokaler Netze an das weltweite Internet) bereit, welchen dieser entweder selbst nutzt, und/oder darauf einen Mehrwertdienst aufbaut. Für das **Management** des angebotenen Dienstes werden vom Anbieter und Kunden verschiedene Managementwerkzeuge, die alle Funktionsbereiche des Managements abdecken (wie z.B. Managementplattformen, Help Desk Systeme, usw.), eingesetzt.

CSM stellt nun eine Schnittstelle bereit, über die die bisher getrennten Managementsysteme bei Kunden und beim Dienstanbieter gekoppelt werden können, so daß ein Austausch von Managementinformationen bzgl. des abonnierten Dienstes zwischen den beteiligten Organisationen erfolgen kann. An der CSM-Schnittstelle steht dem Kunden eine logische, dienstspezifische und kundenorientierte Sichtweise auf das Management des Dienstanbieters bereit. Die Informationen bestehen dabei nicht notwendigerweise aus reinen Roh-Daten (MIB-Variablen der eingesetzten Komponenten), sondern werden durch Aggregation und Abstraktion aus den unterschiedlichsten

Datenbeständen (Netz- und Systemmanagementplattformen, Help Desk, Benutzerverwaltung, Abrechnung, usw.) gewonnen. Diese Informationen reflektieren in nachvollziehbarer Weise die vertraglich ausgehandelten Dienstgüteparameter.

Die Relevanz von CSM wird weiterhin noch durch die Tatsache verstärkt, daß diese Kunden/Dienstanbieter-Beziehung in den globalisierten Märkten mehrfach auftritt: So wird ein Anbieter zur Erbringung seines Dienstes auf einen oder mehrere Dienste anderer Dienstanbieter aufbauen. Um nun seinen Kunden gegenüber die ausgehandelten Dienstvereinbarungen und QoS-Parameter garantieren zu können, ist der Anbieter selbst wieder auf CSM-Informationen über die SLAs und QoS-Parameter der Dienste angewiesen, die er selbst abonniert hat. CSM ist somit für jede Schnittstelle in der resultierenden Kunden/Dienstanbieter-Hierarchie notwendig.

Diese Ausführungen verdeutlichen, welchen wichtigen Beitrag die Bereitstellung einer CSM-Schnittstelle für einen Dienstanbieter bezüglich seiner angebotenen Dienste im Konkurrenzkampf mit anderen Anbietern liefert. Die an einer CSM-Schnittstelle angebotene Funktionalität sowie die Qualität der zur Verfügung gestellten Informationen stellen für Kunden differenzierende Dienstmerkmale dar, die einen wesentlichen Einfluß auf die Auswahl eines zu abonnierenden Dienstes haben. Hat ein Anbieter die Bedeutung von CSM erkannt und möchte nun für seine Dienste korrespondierende CSM-Schnittstellen anbieten, steht ihm bisher ausschließlich eine Analyse und Beschreibung der an der CSM-Schnittstelle bereitzustellenden Funktionalität zur Verfügung (z.B. [LLN 98]). Um für einen ausgewählten Dienst eine korrespondierende CSM-Schnittstelle in seine existierende Managementumgebung integrieren zu können, muß er dagegen in der Lage sein zu, folgende Fragestellung beantworten: Welche Informationsquellen (z.B. Managementwerkzeuge) müssen im Zuge der Bereitstellung einer CSM-Schnittstelle involviert werden und welche Informationsflüsse sind zwischen diesen Informationsquellen und der CSM-Schnittstelle zu etablieren? Eine für den Anbieter zufriedenstellende und ausreichende Antwort steht ihm allerdings bisher nicht zur Verfügung. Dem Anbieter fehlen somit generische Beschreibungen der Integration von CSM-Schnittstellen in eine heterogene Managementumgebung, so daß hohe Wiederverwendbarkeit und eine Dienst- bzw. Kundenanpaßbarkeit mit geringen Aufwand gegeben ist. Die vorliegende Arbeit stellt nun einen Lösungsansatz für diese Problematik auf der Grundlage einer top-down entwickelten CSM-Architektur bereit. Mit Hilfe der CSM-Architektur ist ein Anbieter in der Lage, die zur Bereitstellung einer CSM-Schnittstelle notwendigen und involvierten Managementwerkzeuge zu identifizieren sowie deren Koppelung zu koordinieren, um im gemeinsamen Zusammenspiel eine einheitliche, logische und kundenspezifische Sichtweise auf die für den Kunden relevanten Teile des Dienstmanagement zu ermöglichen.

1.2 Aufgabenstellung

Unter einer Managementarchitektur wird nach [HAN 99] ein Rahmenwerk für managementrelevante Standards in Bezug auf folgende Aspekte bezeichnet, die in herstellerübergreifender Weise

spezifiziert sein müssen:

- Beschreibung von Managementobjekten
- Beschreibung von Organisationsaspekten, involvierten Rollen und deren Kooperationsformen
- Beschreibung von Kommunikationsvorgängen
- Strukturierung der Managementfunktionalität

Managementarchitekturen sind Voraussetzung für den Entwurf von Managementanwendungen oder -plattformen in heterogener Umgebung.

In Analogie zu allgemeinen Managementarchitekturen ist es das Ziel dieser Arbeit, eine Architektur zur Beschreibung der grundlegenden Voraussetzungen und Festlegungen in Bezug auf *Customer Service Management* zu spezifizieren. Die Aufgabe der CSM-Architektur ist es zu definieren, zu welchen Informationsquellen (z.B. Managementwerkzeuge) innerhalb des Dienstmanagements des Anbieters Schnittstellen etabliert werden müssen und wie die bereitgestellten Informationen zusammenspielen, um den Kunden eine CSM-Schnittstelle bezüglich ihrer abonnierten Dienste zur Verfügung stellen zu können. Wie in Abbildung 1.2 dargestellt, setzt ein Dienstanbieter verschiedene Werkzeuge zum Management seines angebotenen Dienstes ein. Diese Werkzeuge basieren typischerweise auf verschiedenen, evtl. auch proprietären Managementarchitekturen. Die CSM-Architektur kann nun als Managementschirm angesehen werden, um die Heterogenität der eingesetzten Werkzeuge in Bezug auf die Informationsmodellierung und -verarbeitung zu verschatten und einen einheitlichen Zugriff auf diese Informationen zu koordinieren. Folgende Teilfragestellungen vertiefen die Gesamtproblematik:

- **Wie kann ein gemeinsames Verständnis zwischen Kunde und Anbieter über die dienstspezifische Managementinformation erreicht werden und wie kann die Information beschrieben werden?**
  Da jede Informationsquelle (z.B. Managementwerkzeuge) in der Regel ihre eigene Informationsbeschreibung verwendet und nur wenige die Informationsmodelle existierender Managementarchitekturen nutzen, muß die CSM-Architektur ein gemeinsames Verständnis über und eine Beschreibungsmöglichkeit für die zwischen Kunde und Dienstanbieter auszutauschende Managementinformationen bereitstellen. Dazu ist eine umfassende und integrierte Informationsbasis notwendig, deren Objekte eine einheitliche, kundenorientierte und dienstspezifische Sichtweise auf das Dienstmanagement des Anbieters darstellen. Die Hauptproblematik liegt darin, eine Informationsmodellierung festzulegen, die eine Abbildung auf die Beschreibungssprachen und die Managementobjekte der existierenden Managementarchitekturen und Werkzeugen erlaubt.

- **Welche Akteure sind im Zuge der Bereitstellung und des Betriebs einer CSM-Schnittstelle involviert?**
  Die CSM-Architektur soll die auf Kunden- und Anbieterseite involvierten Rollen, d.h. Akteure, die die für CSM relevanten Managementaufgaben und -funktionen erfüllen, und deren

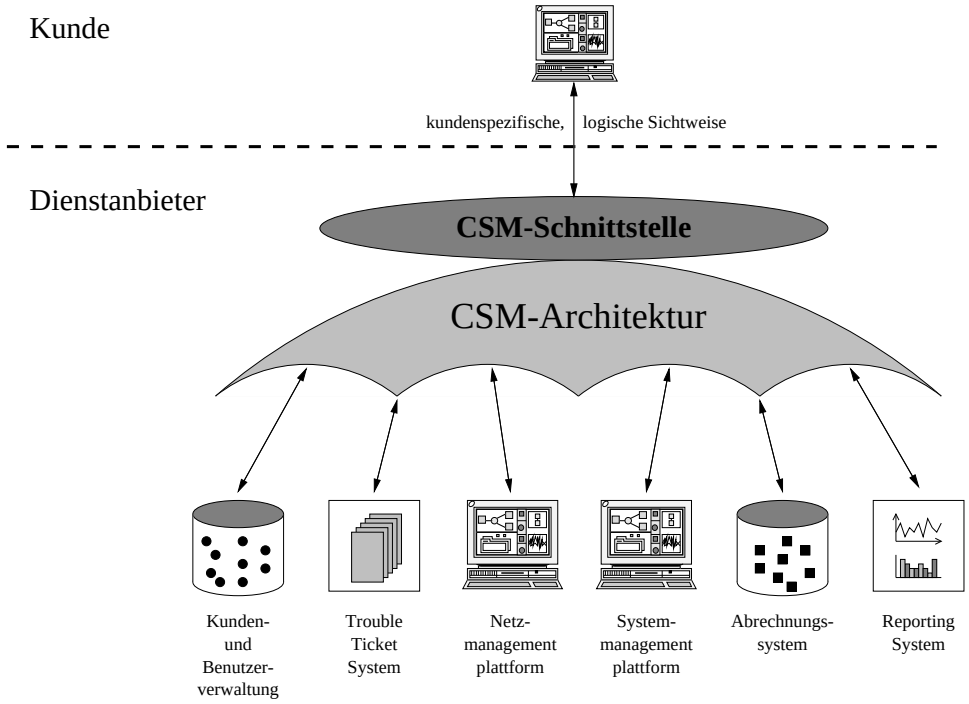

Abbildung 1.2: CSM-Architektur als Managementschirm

Kooperationsbeziehungen untereinander identifizieren. Neben der Analyse des organisationsübergreifenden Kontextes, in dem CSM den Austausch von Managementinformationen zwischen Kunden und Dienstanbieter beschreibt, sollen auch Domänen und Zielvorgaben identifiziert werden.

- **Welche Kommunikationsvorgänge sind zwischen den identifizierten Akteuren zu etablieren?**
  Für alle identifizierten Rollen muß die CSM-Architektur festlegen, welche Kommunikationsbeziehungen zwischen ihnen ausgeprägt sind und welche Anforderungen daraus an eine Middleware oder ein Kommunikationsprotokoll resultieren. Die Aufgabe liegt darin, eine Kommunikationsinfrastruktur zu beschreiben, die transparente und mit einer vereinbarten Güte garantierte End-to-End Verbindungen zwischen den involvierten Akteuren zur Ausführung von Operationen oder Übertragung von Nachrichten erlaubt.

- **Welche Funktionen sind zur Bereitstellung und zum Betrieb einer CSM-Schnittstelle notwendig?**
  Die CSM-Architektur muß diejenigen Funktionen identifizieren und strukturieren, die zur Bereitstellung einer CSM-Schnittstelle notwendig sind. Es soll ein generischer Baukasten entworfen werden, dessen Bausteine es erlauben, für TK- und IT-Dienste korrespondierende CSM-Schnittstellen zusammenzusetzen. Für jeden Baustein ist dabei festzulegen, welche Informationsquellen (z.B. Managementwerkzeuge) er zur Erbringung seiner Aufgabe benötigt und wie die Schnittstellen zu diesen Informationsquellen ausgeprägt sind.

Um nicht nur eine abstrakte Architektur aufzustellen, ist es eine weitere Aufgabe dieser Arbeit, eine Methodik zum Entwurf von CSM-Schnittstellen für beliebige Dienste auf Basis der entwickelten Architektur zu erstellen. Die Methodik soll einem Dienstanbieter als Anleitung dienen, seine existierende Managementumgebung dahingehend zu analysieren, welche Voraussetzungen zur Integration von CSM-Schnittstellen erfüllt sind bzw. welche Mängel noch vorherrschen. Der Anbieter soll einerseits in der Lage sein zu erkennen, welche bereits existierenden Managementwerkzeuge als Informationsquellen für CSM herangezogen werden können. Andererseits soll die Methodik dem Anbieter offenlegen, welche für die Realisierung von CSM-Schnittstellen notwendigen Informationsquellen nicht auf existierende Werkzeuge abgebildet werden können. Es ist Aufgabe des Anbieters, diesen Mangel durch die Einführung von entsprechenden Managementanwendungen zu beheben. Die Methodik soll jedoch nicht vorschreiben, welche konkreten Produkte dazu vom Anbieter einzusetzen sind, sondern ausschließlich welche Schnittstellen zwischen der CSM-Schnittstelle und den Werkzeugen zu etablieren sind. Anschließend soll der Anbieter in der Lage sein, die bereitgestellten, generischen Konzepte (Baukasten) auf seine Umgebung und seinen angebotenen Dienst abbilden und anpassen zu können, um als Ergebnis eine CSM-Schnittstelle realisieren und betreiben zu können.

In Abbildung 1.3 ist die Abgrenzung der Aufgabenstellung zu verwandten Fragestellungen dargestellt: Die CSM-Architektur kann als ein Bindeglied zwischen dem *interorganisationalen* und dem *intraorganisationalen* Dienstmanagement angesehen werden:

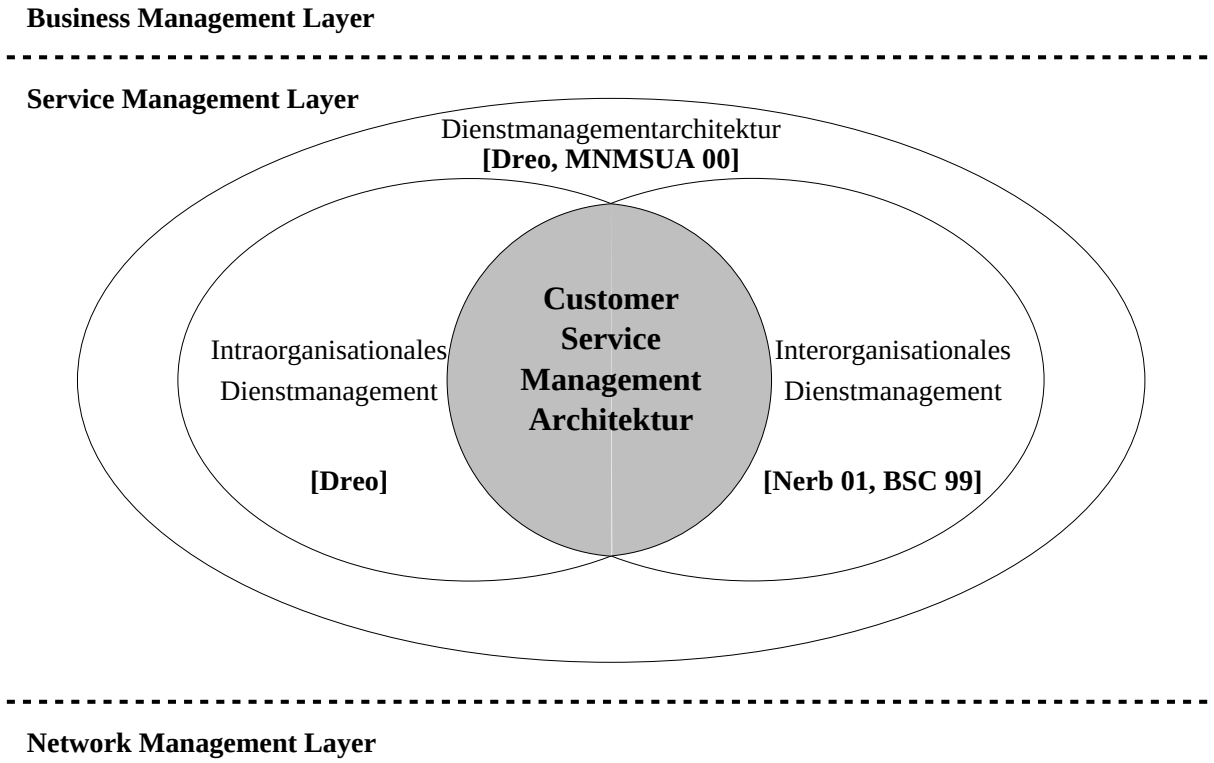

Abbildung 1.3: Abgrenzung der Aufgabenstellung zu verwandten Fragestellungen

Das interorganisationale Dienstmanagement befaßt sich mit Fragestellungen des technischen Managements zwischen Organisationen und legt damit insbesondere fest, welche Managementfunktionalität einem Kunden angeboten werden soll bzw. welche Managementinteraktionen zwischen Kunde und Dienstanbieter notwendig sind. Mit dieser Analyse der Managementinteraktionen zwischen Kunde und Dienstanbieter beschäftigt sich beispielsweise [Nerb 01]. Die Aufgabe der CSM-Architektur ist es dagegen festzulegen, was von einem Anbieter zu tun ist, d.h. welche Schnittstellen und Informationen von den eingesetzten Werkzeugen des Anbieters bereitzustellen sind und wie diese zusammenspielen, um die Funktionalität an der CSM-Schnittstelle realisieren zu können.

Als eine Teilfragestellung des interorganisationalen Dienstmanagements kann die Betrachtung von Managementbeziehungen zwischen Dienstanbietern zur gemeinsamen Bereitstellung von End-to-End Diensten über verschiedene Managementdomänen hinweg (sog. Peering) betrachtet werden und ist somit ebenfalls nicht Bestandteil der Aufgabenstellung. Managementinteraktionen zwischen Dienstanbietern werden beispielsweise in [BSC 99] diskutiert.

Das intraorganisationale Dienstmanagement, auch bisher als das Dienstmanagement des Anbieters bezeichnet, adressiert Fragestellungen des technischen Managements von Diensten innerhalb einer Organisation. Es beschäftigt sich mit der Bereitstellung und dem Betrieb von IT- oder TK-Diensten mit vereinbarter Güte. Eine Hauptaufgabe ist es dabei, die Einhaltung der vereinbarten Güte sicherzustellen. Die CSM-Architektur kann als ein anderer Teilbereich des intraorganisationalen Dienstmanagements angesehen werden, der sich damit beschäftigen, dem Kunden eine logische Sichtweise auf relevante Managementfunktionen und -Informationen bereitzustellen. Die CSM-Architektur beschäftigt sich mit der Modellierung von CSM-Schnittstellen basierend auf den Werkzeugen des Dienstmanagements des Anbieters. Dabei stellt die CSM-Architektur Anforderungen an die Funktionalität des intraorganisationalen Dienstmanagements. Diese Funktionalität muß in Hinblick auf die Realisierung einer CSM-Schnittstelle von den Werkzeugen des Dienstmanagements des Anbieters implementiert werden. Unter diesen Anforderungen können zum Beispiel Schnittstellen verstanden werden, deren Implementierung von den Werkzeugen des Dienstmanagements des Anbieters gefordert wird. Mit dem intraorganisationalen Dienstmanagement befaßt sich beispielsweise [Dreo].

Schließlich soll in dieser Arbeit auch keine systematische und umfassende Dienstmanagementarchitektur entworfen werden. Eine Dienstmanagementarchitektur umfaßt alle Aspekte des interorganisationalen, des intraorganisationalen Managements sowie der CSM-Architektur und stellt übergreifende Modelle, Konzepte und Funktionen bereit. Mit dem Design einer Dienstmanagementarchitektur beschäftigt sich beispielsweise [MNMSUA 00] oder [Dreo].

Die entwickelte CSM-Architektur im Zusammenspiel mit der bereitgestellten Methodik ist in Analogie zu Managementarchitekturen eine Voraussetzung für den Entwurf und Implementierung von CSM-Schnittstellen für TK- und IT-Dienste im heterogenen Managementumfeld von Kunde und Dienstanbieter. Mit dem bereitgestellten Baukasten und der erstellten Anleitung ist ein Anbieter in der Lage, für beliebige Dienste korrespondierende CSM-Schnittstellen zu planen, zu realisieren und zu betreiben. Dazu muß der Anbieter abhängig vom ausgewählten Dienst und der vorliegenden Managementumgebung die generischen Konzepte und Funktionen der CSM-

Architektur entsprechend auswählen, verfeinern und anpassen.

1.3 Vorgehensmodell und Ergebnisse der Arbeit

Der Aufbau und die Vorgehensweise in dieser Arbeit folgt einem methodischen und systematischen top-down Ansatz, der in Abbildung 1.4 dargestellt ist:

Kapitel 2 stellt, neben der Einführung grundlegender Begriffe, anhand von zwei Szenarien wichtige Aspekte der dieser Arbeit zugrundeliegenden Fragestellung vor. Das Ziel dieses Kapitels ist die Erstellung eines Anforderungskatalogs an die CSM-Architektur auf der Grundlage der diskutierten Szenarien. Die identifizierten Anforderungen verfeinern wesentliche Aspekte der Aufgabenstellung, bewirken eine Einordnung und Abgrenzung der Themenstellung zu existierenden Managementarchitekturen bzw. Dienstmanagementaspekten und haben wesentlichen Einfluß auf die der Architektur zugrundeliegenden Modellbildung.

Kapitel 3 analysiert auf Basis des in Kapitel 2 erarbeiteten Anforderungskatalogs an die CSM-Architektur standardisierte Architekturen, Forschungsansätze und Lösungen von Herstellervereinigungen auf ihre Eignung für die dieser Arbeit zugrundeliegenden Fragestellung. Neben der Bewertung existierender und zukünftiger Managementarchitekturen wird ein besonderes Augenmerk auf die Beurteilung von Ansätzen zur Modellierung von Aspekten des Dienstmanagements gelegt. Das Ziel dieses Kapitels ist es aufzuzeigen, wie die Aufgabenstellung anhand der existierenden Ansätze gelöst werden kann. Dabei wird deutlich, daß bisherige Ansätze nur teilweise und sehr beschränkt den Anforderungskatalog erfüllen und somit ein systematischer und methodischer top-down Ansatz zur Lösung der drängenden Problematik *"Welche Informationsquellen müssen involviert werden und welche Informationsflüsse müssen zwischen diesen Informationsquellen und der CSM-Schnittstelle etabliert werden, um für einen ausgewählten Dienst eine korrespondierende CSM-Schnittstelle in eine existierende Managementumgebung integrieren zu können?"* notwendig ist. Diese Analyse zeigt aber auch, daß die betrachteten Ansätze verschiedene generische Konzepte, aber auch konkrete Mechanismen, bereitstellen, die zur Lösung von Teilproblemen herangezogen werden können. Beispiele für generische Konzepte sind die Einteilung einer Managementarchitektur in vier Teilmodelle nach OSI (siehe 3.1.2) oder die generischen top-level Klassen des *Common Information Model* (CIM) (siehe 3.1.7). Unter Beispielen für detailliert spezifizierte Mechanismen können die Managementfunktionen des OSI-Managements (siehe 3.1.2) oder auch die Prozesse der Telecom Operation Map des TMF verstanden werden (siehe 3.2.2).

Kapitel 4 beschreibt die CSM-Architektur aufsetzend auf den in Kapitel 2 identifizierten Anforderungen und der in Kapitel 3 eingeführten Konzepte. Basierend auf dem Konzept der Metamodellierung wird versucht, die CSM-Architektur auf einem Abstraktionsniveau zu etablieren, das es gestattet, von existierenden Managementarchitekturen zu abstrahieren. Die CSM-Architektur soll als Metamodell der existierenden Managementarchitekturen in Bezug auf CSM dienen. Zur Beschreibung der CSM-Architektur soll soweit wie möglich auf geeignete (verfügbare und

existierende) Konzepte sowohl von existierenden Managementarchitekturen als auch von Modellen zum Design von verteilten Anwendungen (z.B. RM-ODP) zurückgegriffen werden. Damit soll sichergestellt werden, daß keine neue Managementarchitektur entworfen wird, sondern ausschließlich ein integrierter, bidirektionaler Informations- und Funktionsaustausch zwischen verschiedenen Managementarchitekturen ermöglicht wird. Das Ergebnis dieses Kapitels sind vier Teilmodelle (Organisations-, Informations-, Kommunikations- und Funktionsmodell), die jeweils einen charakteristischen Blickwinkel beim Entwurf und der Implementierung von CSM-Schnittstellen berücksichtigen. Schließlich wird für die erstellten Teilmodelle eine Abbildung auf verschiedene Managementarchitekturen durchgeführt. D.h., die Konzepte und Regeln der CSM-Teilmodelle werden auf korrespondierende Funktionen oder Dienste existierender Managementarchitekturen abgebildet. Diese Abbildung gewährleistet neben dem gewählten Abstraktionsniveau auch gleichzeitig, daß die CSM-Architektur keine Anforderungen stellt, die nicht von existierenden Managementarchitekturen erfüllt werden können und somit einer konkreten Realisierung von CSM-Schnittstellen widersprechen.

Die in Kapitel 4 erarbeitete Architektur mit ihren 4 Teilmodellen stellt lediglich einen Baukasten mit generischen Bausteinen, d.h. Konzepte und Regeln, bereit. Im Kapitel 5 wird die notwendige Nutzungsanleitung für diesen Baukasten erarbeitet. Mit der Methodik zur Anwendung der CSM-Architektur erhält ein Dienstanbieter eine Vorgehensweise, wie er für einen ausgewählten Dienst und sein spezifisches Managementumfeld eine korrespondierende CSM-Schnittstelle planen, aufbauen und betreiben kann. Die Methodik beschreibt, wie die in Kapitel 4 eingeführten Konzepte und Regeln anhand der dienstspezifischen Eigenschaften und den Gegebenheiten der Managementumgebung ausgewählt, angepaßt und verfeinert werden können.

Die CSM-Architektur und die Methodik ihrer Anwendung werden in Kapitel 6 am Beispiel des Vereins zur Förderung des Deutschen Forschungsnetzes (DFN) für dessen *Internetdienst* und am Beispiel des Leibniz-Rechenzentrums und für dessen *Münchner Wissenschaftsnetz* angewendet, um die Realisierung korrespondierender CSM-Schnittstellen zu beschreiben. Die vorgestellten Implementierungen der CSM-Schnittstellen gehen weit über prototypische Implementierungsstudien hinaus, da diese im produktiven Einsatz von über 100 universitären Einrichtungen genutzt werden.

Zusammenfassend ist es das Ziel dieser Arbeit, einem Dienstanbieter mit der CSM-Architektur einen Baukasten und mit der Methodik zur Anwendung der Architektur eine Anleitung an die Hand zu geben, um für einen ausgewählten Dienst und eine vorhandene Managementumgebung eine CSM-Schnittstelle zu planen, aufzubauen und zu betreiben. Die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit können wie folgt zusammengefaßt werden:

1. Der aus den beispielhaften Szenarien abgeleitete Anforderungskatalog bzgl. der CSM-Architektur verfeinert die wesentlichen Aspekte der Aufgabenstellung. Anhand der identifizierten Anforderungen ist eindeutig festgelegt, welche Aufgaben von der CSM-Architektur zu erfüllen sind. Damit ist eine Einordnung und Abgrenzung der dieser Arbeit zugrundeliegenden Fragestellung gegenüber verwandten Problemstellungen gegeben.

2. Wesentliche Managementarchitekturen und Ansätze zur Modellierung von Aspekten des

Dienstmanagement werden auf ihre Eignung zur Realisierung von CSM-Schnittstellen eingehend untersucht und bewertet. Dabei kann aufgezeigt werden, daß kein existierender Ansatz sämtliche identifizierten Anforderungen erfüllt. Damit wird die **Notwendigkeit eines umfassenden, systematischen und methodischen top-down Lösungsansatzes** unterstrichen.

3. Es wird eine **umfassende Architektur** entwickelt, die mit ihren vier Teilmodellen die Struktur, die Abhängigkeiten zum Dienstmanagement des Anbieters und die internen Workflows von CSM-Schnittstellen generisch beschreibt. Dieser Baukasten ist für einen Dienstanbieter die zentrale Voraussetzung, um für einen ausgewählten Dienst eine korrespondierende CSM-Schnittstelle in seine Managementumgebung integrieren zu können.

4. Das **Organisationsmodell** definiert den organisationsübergreifenden Kontext, in dem CSM den Austausch von Managementinformationen zwischen Kunde und Dienstanbieter bereitstellt. Hierzu zählen die Identifikation der involvierten Rollen, ihrer Kooperationsbeziehungen und die Definition eines Domänenkonzepts mit entsprechenden Zielvorgaben.

5. Das **Informationsmodell** der CSM-Architektur legt ein gemeinsames Verständnis über die Managementinformation fest, die zwischen Kunde und Dienstanbieter bezüglich eines abonnierten Dienstes ausgetauscht werden. Dazu wird eine umfassende und integrierte Informationsbasis definiert, die eine einheitliche, kundenorientierte und dienstspezifische Sichtweise des Kunden auf das Dienstmanagement des Anbieters zur Verfügung stellt. Eine wichtige Eigenschaft des Informationsmodells ist es, daß die verwendete Spezifikationssprache und die identifizierten Managementobjekte einfach auf die Informationsmodelle existierender Managementarchitekturen abgebildet werden können.

6. Das **Kommunikationsmodell** identifiziert die spezifische Anforderungen an die Kommunikation der involvierten Rollen über die im Organisationsmodell spezifizierten Beziehungen. Dabei werden wesentliche Eigenschaften an die Dienste der eingesetzten Infrastruktur definiert, d.h. beispielsweise, welche Sicherheitsanforderungen werden an die Kommunikation zwischen zwei Rollen gestellt, wird eine Transaktionsunterstützung gefordert, oder müssen neben synchronen auch asynchrone Meldungen ausgetauscht werden können.

7. Das **Funktionsmodell** der CSM-Architektur zergliedert den Gesamtaufgabenkomplex *Customer Service Management* auf Basis des CSM-Organisationsmodells in CSM-Funktionsbereiche und identifiziert allgemeine CSM-Funktionen. Das Funktionsmodell liefert also die Basis für einen Baukasten, der für konkrete Dienste genutzt werden kann, um eine korrespondierende CSM-Schnittstelle aufzubauen. Die Funktionen werden dabei den Bereichen Problemmanagement, Konfigurationsmanagement, Abrechnungsmanagement, SLA Management, Order Management und Service Infrastructure Management zugeordnet. Für alle Funktionen wird festgelegt, auf welchen Informationsquellen sie sich abstützen und wie die resultierenden Schnittstellen zu diesen Informationsquellen ausgeprägt sein müssen.

8. Mit der **Methodik zur Anwendung der CSM-Architektur** wird dem Dienstanbieter eine Anleitung an die Hand gegeben, wie er für einen ausgewählten Dienst eine korrespondierende CSM-Schnittstelle in seine Managementumgebung integrieren kann. Hat ein Dienstanbieter das differenzierende Dienstmerkmal von CSM erkannt, steht ihm ein Hilfsmittel bereit, eine korrespondierende CSM-Schnittstelle zu planen, zu realisieren und zu betreiben.

9. Der **Tragfähigkeitsnachweis** für die erarbeitete Architektur und die Methodik zur Anwendung wird anhand des *Internetdienst* des DFN-Vereins und des *Münchner Wissenschaftsnetz* des LRZ erbracht. Diese Beispiele können zusätzlich anderen Dienstanbietern als Referenzimplementierung dienen.

10. Durch die Beschreibung und Spezifikation der für CSM notwendigen Schnittstellen zu den Managementwerkzeugen des Dienstanbieters, läßt sich die Realisierung und der Betrieb der CSM-Schnittstelle auch an andere, darauf spezialisierte Anbieter auslagern (**Outsourcing von CSM**). Damit unterstützt die Architektur nicht nur die einleitende Motivation von *CSM als differenzierendes Dienstmerkmal*, sondern auch die Realisierung der CSM-Schnittstelle als eigenständiger Dienst (**CSM-Dienst**). Die Anleitung zur Implementierung von CSM-Schnittstellen steht nicht nur Dienstanbietern zur Verfügung, sondern ermöglicht es Applikation Service Providern, CSM-Schnittstellen als Management-Dienst in ihre Produktpalette aufzunehmen und zu verkaufen.

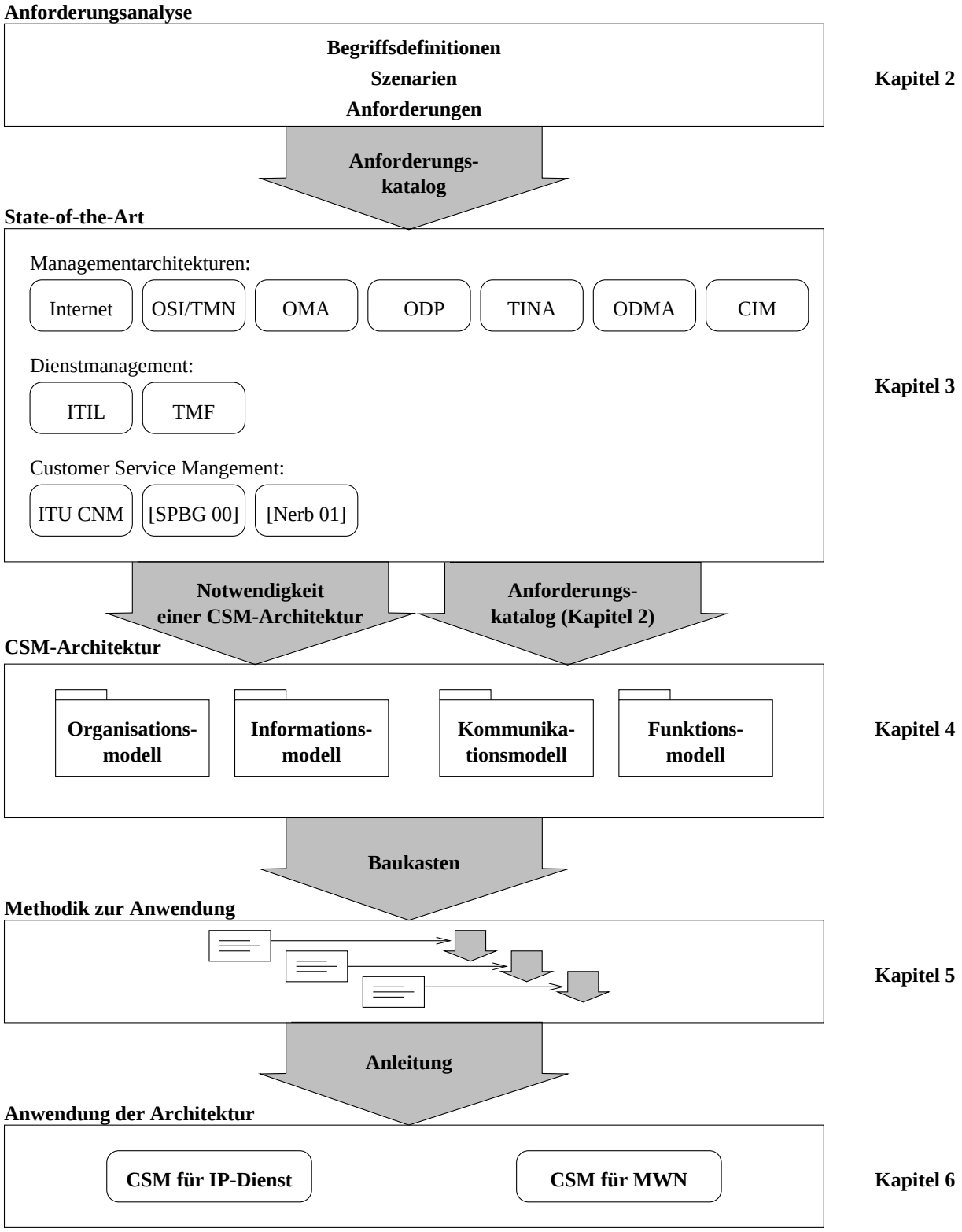

Abbildung 1.4: Vorgehensmodell der Arbeit

Kapitel 2

Analyse der Anforderungen

In diesem Abschnitt werden einführend zwei Szenarien betrachtet, um auf die bei der Realisierung von CSM-Schnittstellen auftretenden Probleme aufmerksam zu machen. Im ersten Szenario wird das im Zuge von CSM notwendige Zusammenspiel der Managementwerkzeuge eines beispielhaften Internet Service Providers analysiert. Die einfache Kunde/Anbieter-Beziehung wird im zweiten Szenario angewendet, um eine komplex geschichtete Diensthierarchie über mehrere Dienstanbieter hinweg zu analysieren.

Bei beiden Szenarien kristallisiert sich das mangelnde Zusammenspiel der eingesetzten Managementsysteme von Kunde und Dienstanbieter als Hauptproblematik heraus. Die Notwendigkeit einer CSM-Architektur wird insbesondere durch die Heterogenität der eingesetzten Managementwerkzeuge in Bezug auf die Informationsbeschreibung und den Informationszugriff sowohl innerhalb eines Dienstanbieters als auch zwischen benachbarten Dienstschichten hervorgehoben.

Im Zuge der Vorstellung der beiden Szenarien werden viele Begriffe verwendet, zum Beispiel Dienst, Dienstvereinbarung, Dienstgüte usw., deren Bedeutung aber aufgrund des noch frühen Stadiums des Paradigmenwechsels vom Netz- und Systemmanagement zum Dienstmanagement noch nicht eindeutig und allgemein anerkannt festgelegt ist. Daher werden diese Begriffe von Dienstanbietern, Herstellern von Managementprodukten und Kunden mit verschiedenen, eventuell sogar widersprüchlichen Bedeutungen verwendet. Um die detaillierten Aufgaben einer CSM-Architektur nicht mißverständlich zu formulieren, werden in 2.2 alle, auch für die gesamte Arbeit, relevanten Begriffe eingeführt und abgegrenzt. Alle weiteren Kapitel verwenden die Begriffe in dieser eingeführten Semantik.

Die beiden Szenarien stellen beispielhaft die Realisierung von CSM-Schnittstellen im Umfeld des Internets bzw. der Weitverkehrsnetze dar. Sie repräsentieren jedoch organisations- und dienstspezifische Managementumgebungen. In Bezug auf die dieser Arbeit zugrundeliegenden Fragestellung sollen jedoch allgemeine Anforderungen und Randbedingungen an die Realisierung und den Betrieb von CSM-Schnittstellen identifiziert werden, die nicht nur die vorgestellten Umgebungen abdecken, sondern auf beliebige Managementumgebungen, Dienste und Organisationsstrukturen anwendbar sind.

Vor diesem Hintergrund wird ein verallgemeinertes CSM-Szenario eingeführt. Dieses setzt auf den Erkenntnissen bzw. Erfahrungen aus den beiden konkreten Szenarien auf, berücksichtigt die in 2.2 eingeführte Begriffsbildung und verfolgt das Ziel, die grundsätzlichen Probleme, die im Zuge der Bereitstellung und des Betriebs von CSM-Schnittstellen auftreten, allgemein und

generisch zu identifizieren.

Aufgrund seines Abstraktionsniveaus repräsentiert das verallgemeinerte CSM-Szenario viele Dienste und Managementumgebungen aus dem IT- und TK-Umfeld. Es wird daher in Abschnitt 2.3 dazu herangezogen, um umfassende Anforderungen an eine CSM-Architektur abzuleiten. Strukturiert auf Basis von vier Anforderungsklassen stellen die identifizierten Anforderungen das zentrale Ergebnis dieses Kapitels dar und spezifizieren eindeutig, welche Aufgaben von der CSM-Architektur zu erfüllen sind. Weiterhin dienen diese Anforderungen dazu, die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung gegenüber verwandten Problemstellungen und Lösungsansätzen abzugrenzen. Die aus dem verallgemeinerten CSM-Szenario abgeleitete Anforderungen an eine CSM-Architektur haben für sämtliche reale CSM-Szenarien Gültigkeit.

2.1 Szenarien

2.1.1 CSM innerhalb eines Internet Service Providers

Um auf die Probleme aufmerksam zu machen, die im Zuge der Bereitstellung und des Betriebs von CSM-Schnittstellen auftreten, soll im folgenden ein Szenario vorgestellt werden, indem die beispielhafte Realisierung einer CSM-Schnittstelle im Umfeld eines Internet Service Providers (ISP) diskutiert wird.

Ein beispielhafter Internet Service Provider bietet seinen Kunden verschiedene, auf dem Internet Protocol aufsetzende, Dienste wie EMail, WWW, WWW-Proxy, News oder DNS an (siehe linken Teil von Abbildung 2.1). Weiterhin stellt dieser Dienstanbieter seinen Kunden eine zu diesen Diensten korrespondierende CSM-Schnittstelle zur Verfügung. An dieser Managementschnittstelle werden dem Kunden alle benötigten Managementinformationen und -funktionen über die Qualität der Internetdienste bereitgestellt (z.B. Eingabe von Trouble Tickets, Abfrage von Trouble Tickets, aktuelle und historische Reports zur QoS-Überwachung, Abruf von Abrechnungsreports, ...). Der Kunde kann diese CSM-Informationen mittels eines WWW-Browsers einfach und schnell abrufen. Eine tiefere Integration der CSM-Funktionen in evtl. existierende Managementwerkzeuge auf Seiten des Kunden ist vorstellbar, soll aber für dieses Szenario außer acht gelassen werden, da sich das nächste Szenario ausschließlich mit der damit verbundenen Problematik beschäftigt.

Die CSM-Schnittstelle setzt auf den existierenden Managementsystemen des Anbieters auf, um dem Kunden eine einheitliche Zugriffsmöglichkeit auf die für ihn relevante Managementinformation bereitzustellen. Der Anbieter nutzt zum Management seiner Internetdienste eine Benutzer- und Kundendatenbank, in der z.B. auch die jeweiligen Dienstvereinbarungen abgelegt sein können. Eine mögliche Realisierungsalternative wäre z.B. ein X.500 Verzeichnis. Daneben betreibt der Anbieter zur Unterstützung des Help Desk ein Trouble Ticket System. Trouble Ticket Systeme verwalten Fehlermeldungen als eigene Dokumente und unterstützen den Fehlerbehebungsprozeß von der Erfassung des Fehlers über die Fehlerdiagnose bis hin zur Fehlerbehebung. Action Request System (ARS) von Remedy [Remedy] ist z.B. ein kommerzieller

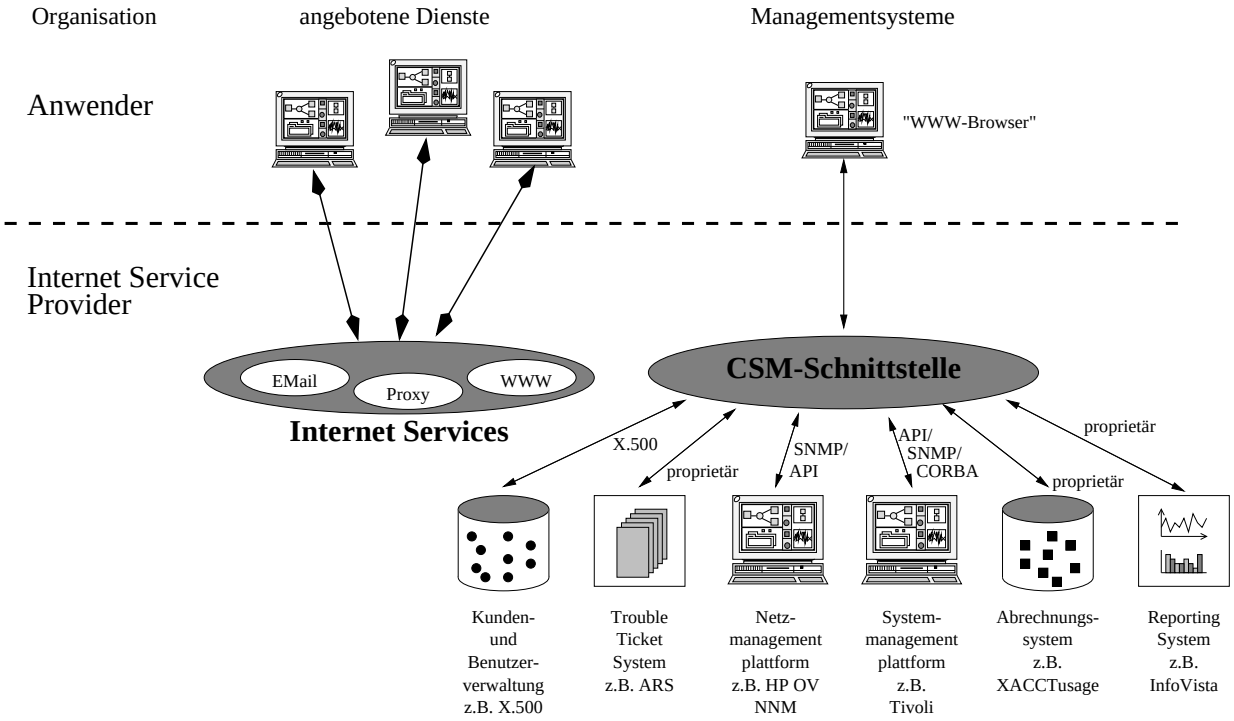

Abbildung 2.1: Beziehungen zwischen CSM und den Managementsystemen eines Internet Service Providers

Vertreter von Trouble Ticket Systemen. Weiterhin setzt der Anbieter eine Netzmanagementplattform zur Steuerung und Überwachung seiner Netzinfrastruktur (LAN) ein. Ein kommerzieller Vertreter von Netzmanagementplattformen basierend auf der Internet-Managementarchitektur ist beispielsweise der HP OpenView Network Node Manager (OV NNM) [HP]. Für das Management der Serversysteme mit den darauf laufenden Betriebssystemen und Anwendungen, z.B. httpd (WWW-Serverprozeß), bind (DNS-Serverprozeß), squid (WWW-Proxyprozeß) usw., wird eine Systemmanagementplattform genutzt. Tivoli [Tivoli] bietet dazu beispielsweise ein CORBA basiertes, integriertes Framework (*Tivoli Enterprise Solution*) mit vielen verschiedenen Werkzeugen aus den Bereichen des Asset-, Availability-, Change-, Operations-, Network-, Service-, Storage- und Security-Managements. Die Abrechnung der Dienstnutzung erfolgt mittels eines Abrechnungswerkzeuges. Dazu kann beispielsweise XACCTusage von XACCT [XACCT] eingesetzt werden. Die Einhaltung von Dienstvereinbarungen und damit der ausgehandelten Dienstgüte erfolgt über regelmäßig erstellte Reports. Diese Reports können auch Dienstanbieter-intern für Tendenz- bzw. Kapazitätsplanungen und Ressourcenoptimierungen herangezogen werden. Ein Beispiel für ein Reporting System ist InfoVista von der gleichnamigen Firma [InfoVista].

Diese Managementwerkzeuge bieten für den Zugriff anderer Werkzeuge oder Anwendungen auf die jeweils verwalteten Managementobjekte verschiedene Schnittstellen an. Die Export- bzw. Zugriffsmöglichkeiten basieren teilweise auf standardisierten Managementprotokollen, werden aber auch mittels proprietärer Schnittstellen realisiert. Wie der Name schon andeutet, kann auf einen X.500 Verzeichnisdienst mittels des X.500 Protokolls zugegriffen werden. Für die Eingabe

von Problemmeldungen oder die Abfrage des Zustands existierender Probleme, kann über verschiedene Schnittstellen auf den Datenbestand des ARS zugegriffen werden: Neben spezifischen API's (für C und Perl) und verschiedenen Client-Anwendungen für alle gängigen Betriebssysteme (ARUser) existiert auch ein WWW-Frontend (ARWeb). LAN-Komponenten können entweder direkt mittels des Managementprotokolls SNMP oder über proprietäre APIs des HP OV NNM abgefragt werden. Ähnlich verhält es sich mit den Managementobjekten aus dem Bereich des Systemmanagements: Auf die Agenten der Serversysteme kann direkt mittels SNMP, oder bei modernen Implementierungen auch mittels CORBA, zugegriffen werden. Das Tivoli Framework bietet daneben diverse Plattform-APIs zum Aufsetzen von beliebigen Managementanwendungen. Schließlich kann auf die von XACCTusage und InfoVista verwalteten Managementobjekte mittels proprietärer Schnittstellen zugegriffen werden (es werden z.B. auch Sheets zur weiteren Verarbeitung in Tabellenkalkulationsprogrammen angeboten).

Wie dieses Szenario zeigt, setzt der beispielhafte Internet Service Provider mehrere unterschiedliche Managementwerkzeuge ein, die ihre Managementobjekte auf unterschiedliche Art und Weise verwalten (Heterogenität bezüglich der Informationsbeschreibung und -verarbeitung) und verschiedene Zugriffsmöglichkeiten (Heterogenität der Zugriffsschnittstellen) anbieten. Die Aufgabe der CSM-Schnittstelle ist es, die verschiedenen Schnittstellen der Werkzeuge zu nutzen, um darauf aufsetzend für den Kunden eine einheitliche, umfassende und integrierte Sichtweise und Zugriffsmöglichkeit auf alle für ihn relevanten, dienstspezifischen Managementinformationen zu gewährleisten. Die Hauptproblematik besteht dabei im mangelnden Zusammenspiel der eingesetzten Werkzeuge. Jedes Werkzeug verwaltet spezifische Managementobjekte, auf die aber keine einheitliche kundenorientierte und dienstspezifische Sichtweise existiert. Weiterhin steht keine generische Beschreibung zur Verfügung, welche Informationsquellen zur Bereitstellung einer CSM-Schnittstelle notwendig sind und wie diese zusammenspielen müssen.

2.1.2 CSM innerhalb der Diensthierarchie des Gigabit Wissenschaftsnetzes

Als ein weiteres Beispiel, das eigentlich aus mehreren, eigenständigen Kunde/Dienstanbieter-Beziehungen aus dem TK- und IT-Umfeld zusammengesetzt ist, soll die Dienstschichtung im Umfeld des Deutschen Forschungsnetzes herangezogen werden (siehe Abbildung 2.2). Der *Verein zur Förderung des deutschen Forschungsnetzes* (DFN-Verein) betreibt ein nationales Kommunikationsnetz (das sogenannte *Gigabit Wissenschaftsnetz*, G-WiN), das die DFN-Mitglieder (u.a. Universitäten und Forschungseinrichtungen) untereinander und mit dem weltweiten Internet verbindet.

Das G-WiN ist ein virtuelles privates Netz (VPN), das auf einem SDH-Kernnetz-Dienst der DeTeSystem und regionalen Zugangsleitungs-Anbietern aufsetzt.

Aufbauend auf dem G-WiN bietet der DFN-Verein den DFN-Mitgliedern u.a. einen IP-Dienst (*Internetdienst*), einen MBone-Dienst, sowie einen SDH-basierten Punkt-zu-Punkt-Dienst (*Connect-Dienst*) an.

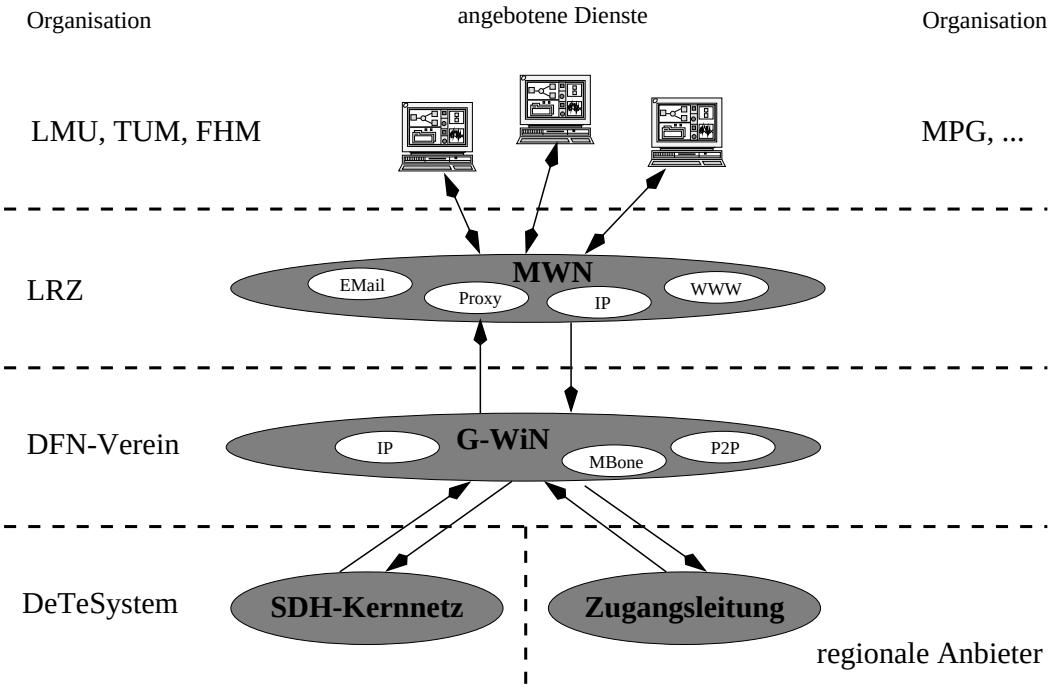

Abbildung 2.2: Szenario einer komplexen Diensthierarchie mit mehreren Anbietern

Ein Beispiel eines DFN-Mitglieds ist das Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (LRZ). Das LRZ betreibt das Münchner Wissenschaftsnetz (MWN), ein Metropolitan Area Network, das neben den Münchner Hochschulen[1] auch außer-universitäre Einrichtungen wie z.B. die Bayerische Staatsbibliothek und mehrere Institute der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) mit IP-Konnektivität und Internet-Diensten wie WWW, EMail, ... versorgt. Das LRZ nutzt dazu den IP-Dienst des DFN-Vereins zum Anschluß des MWN an das weltweite Internet. Das LRZ kann somit als ISP im Sinne des ersten Szenarios angesehen werden.

Ein interessantes Detail dieser Dienstschichtung ist die Abrechnung des IP-Dienstes des DFN-Vereins. Einem Kunden wird basierend auf der Bandbreite seines Anschlußinterfaces und der vereinbarten Volumenklasse der eingehende Datenverkehr in Rechnung gestellt. Das LRZ ist beispielsweise zur Zeit über ein 622 MBit/s Interface am G-WiN angeschlossen und ist der Volumenklasse 12.500 GByte/Monat zugeordnet. Bei Erreichen von 80 % des vertraglich vereinbarten maximalen Datenvolumens wird der Kunde hiervon informiert. Bei Überschreitung des vertraglich vereinbarten maximalen Datenvolumens wird der Kunde mit einer Fristsetzung von 1 Monat gemahnt, eine höhere Anschlußkategorie zu bestellen oder sein Datenvolumen zu reduzieren. Bei fortgesetzter Überschreitung erfolgt nach dem zweiten Monat der Überschreitung eine teilweise Begrenzung des Durchsatzes. Nach einem weiteren Monat erfolgt eine volle Begrenzung auf den der vertraglich vereinbarten Volumenklasse entsprechenden Durchsatz.

Dieser vereinfachte Ausschnitt aus der gesamten Diensthierarchie ist nach unten bzw. nach

[1] Ludwig-Maximilians-Universität (LMU), die Technische Universität (TUM) und Fachhochschule München (FHM)

oben nicht durch die aufgeführten Dienste bzw. Organisationen nicht beschränkt. Diese Hierarchie zeigt häufig auftretende Schichtungen von Diensten sowohl aus dem Telekommunikationsbereich bzw. dem Umfeld der Weitverkehrsnetz (SDH-Kernnetz, Zugangsleitungen, P2P) als auch dem IT-Bereich (IP, EMail, WWW, ...).

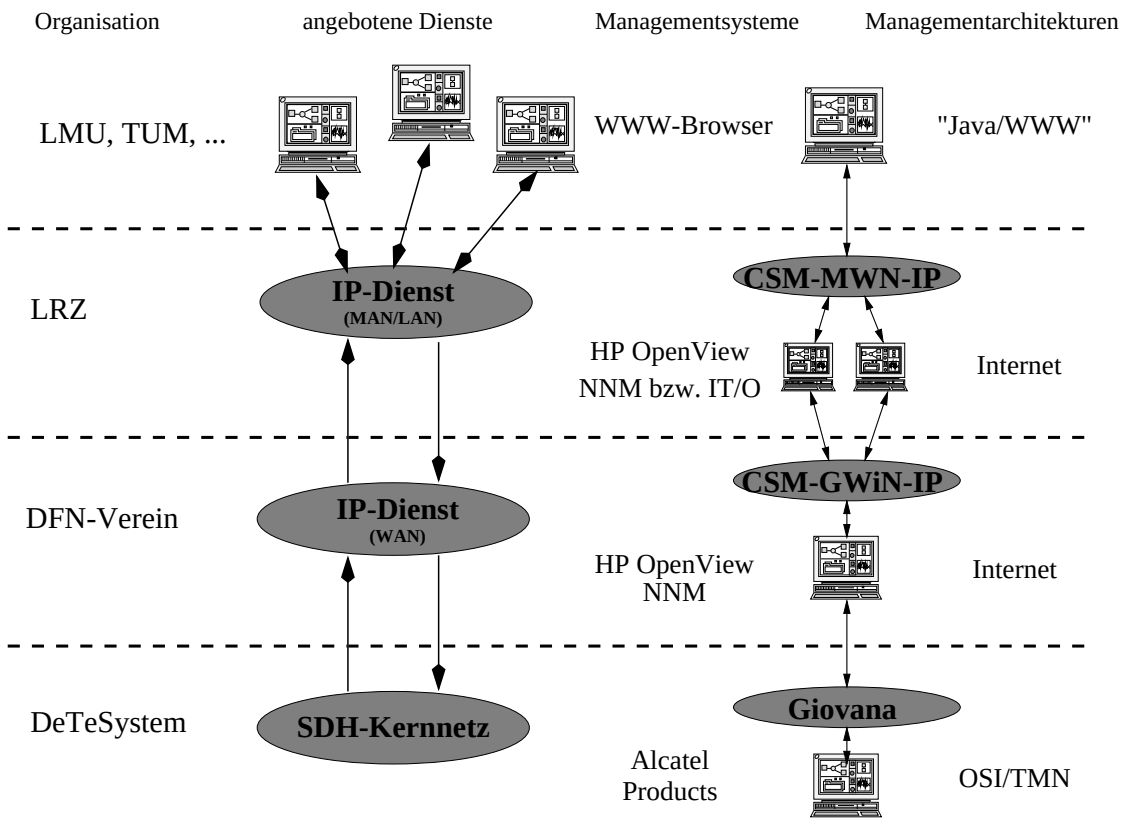

Abbildung 2.3: Eingesetzte Managementsysteme und Managementarchitekturen

Stellvertretend für einige dieser Dienste sind in Abbildung 2.3 die eingesetzten Managementsysteme und die verwendeten Managementarchitekturen illustriert. In Gegensatz zum ISP-Szenario werden im folgenden nicht alle eingesetzten Werkzeuge und Architekturen beschrieben, sondern nur diejenigen, die die charakteristischen Managementobjekte des korrespondierenden Dienstes verwalten.

Im Telekommunikationsbereich und im Umfeld der Weitverkehrsnetze dominiert die TMN/OSI-Managementarchitektur. So setzt zum Beispiel die DeTeSystem für das Management ihres SDH-Backbones eine TMN-konforme Managementplattform der Firma Alcatel [Alcatel] ein. Der DFN-Verein verwendet für das Management des auf dem SDH-Netz aufsetzenden IP-Backbones (WAN) die Managementplattform HP OpenView Network Node Manager (NNM), die der Internet-Managementarchitektur zugeordnet ist. Das LRZ setzt für das Management des Münchner Wissenschaftsnetzes (MAN/LAN) ebenfalls die Netzmanagement-Plattform von HP ein, das Management der Serversysteme für die Internetanwendungen erfolgt mit der Systemma-

nagementplattform HP OpenView IT/Operations (IT/O). IT/O basiert ebenfalls auf der Internet-Managementarchitektur.

Neben den eingesetzten Managementplattformen sind in Abbildung 2.3 auch die existierenden CSM-Schnittstellen dargestellt: Das LRZ bietet zur Zeit ausschließlich für seinen IP-Dienst eine korrespondierende CSM-Schnittstelle (CSM-MWN-IP) an. Der DFN-Verein kann für seine Dienste Internetdienst und ConnectDienst ebenfalls CSM-Schnittstellen aufweisen, wobei in Abbildung 2.3 nur die CSM-Schnittstelle für den IP-Dienst (CSM-G-WiN-IP) dargestellt ist. Die DeTeSystem stellt dem DFN-Verein ein WWW-Frontend namens Giovana bereit, mit dem das gesamte Konfigurationsmanagement durchgeführt wird und monatliche Reports abrufbar sind. Um eine vollständige CSM-SDH-Schnittstelle im Sinne der Begriffsbildung darzustellen, muß das Informationsangebot um aktuelle Daten aus sämtlichen Funktionsbereichen des Managements erweitert werden. Alle diese CSM-Schnittstellen haben gemeinsam, daß isolierte Tools bereitgestellt werden, mit denen der Kunde die relevanten Informationen abfragen und visualisieren kann: Das LRZ und der DFN-Verein stellen jeweils ihren Kunden ein Java-Applet zur Visualisierung der entsprechenden Managementobjekte bereit, wogegen die DeTeSystem ein HTML/JavaScript basierten Ansatz verfolgt. Diese isolierten Tools bieten den jeweiligen Kunden keine Möglichkeit, diese Managementfunktionen und -informationen in ihre Managementprozesse automatisierbar zu integrieren. Dadurch nimmt die Informationsgewinnung und -suche auf Kundenseite erheblich mehr Zeit in Anspruch.

Wünschenswert wäre jedoch ein Ansatz im Sinne des integrierten Managements. D.h., im heterogenen Umfeld der Managementwerkzeuge sollen die CSM-Informationen in herstellerübergreifender Art und Weise zwischen allen beteiligten Akteuren ausgetauscht, interpretiert und insbesondere in die Managementprozesse des Kunden integriert werden können. Beispielsweise wäre es für die Managementprozesse des LRZ ideal, wenn über die CSM-G-WiN-IP-Schnittstelle alle beteiligten Plattformen (HP OV NNM und IT/O des LRZ und HP OV NNM des DFN-Vereins) die notwendigen Managementinformationen bezüglich des IP-Dienstes im G-WiN integriert austauschen könnten. Dazu müssen die vom NNM des DFN-Verein verwalteten Managementinformationen an der CSM-G-WiN-IP-Schnittstelle bezüglich des IP-Dienstes des LRZ kunden- und dienstspezifisch aufbereitet und angepaßt werden.

Die Hauptproblematik dieses integrierten Ansatzes ist allerdings, daß die auf jeder Schicht eingesetzten Managementwerkzeuge auf unterschiedlichen Managementarchitekturen basieren können. Daraus resultiert, daß an einer CSM-Schnittstelle typischerweise zwei unterschiedliche Managementarchitekturen aufeinandertreffen: An der CSM-SDH-Schnittstelle (Giovana) stellt das OSI/TMN basierte Managementsystem der DeTeSystem dem Internet-basierten Managementplattform des DFN Managementinformationen bereit. An der CSM-G-WiN-Schnittstelle tritt beispielsweise kein Architekturübergang auf, da sowohl der DFN-Verein als auch das LRZ die gleiche Managementplattform einsetzen. Dagegen tritt an der CSM-MWN-Schnittstelle wiederum ein Übergang auf, ein über das WWW geladenes Java-Applet visualisiert die SNMP-basierten Managementobjekte bezüglich der Internetdienste des LRZ.

Dieses Szenario soll verdeutlichen, daß eine CSM-Schnittstelle nicht nur auf Managementobjekte aus Werkzeugen verschiedenster Managementarchitekturen zugreift, sondern Manage-

mentinformationen auch Werkzeugen beliebiger Architekturen bereitstellen können muß.

2.2 Begriffsbildung und verallgemeinertes CSM-Szenario

Die bei der Vorstellung der beiden Szenarien verwendeten Begriffe, wie zum Beispiel Dienst, Dienstvereinbarung, Dienstgüte, werden von Dienstanbietern, Herstellern von Managementprodukten oder Kunden mit teils unterschiedlicher Semantik verwendet. Um für diese Arbeit ein eindeutiges Begriffsverständnis zu gewährleisten, werden im folgenden die in den weiteren Kapiteln verwendeten Begriffe und deren Bedeutung festgelegt. Auf Basis dieser Begriffsdefinitionen wird anschließend ein verallgemeinertes CSM-Szenario eingeführt, das im Gegensatz zu den in 2.1 vorgestellten Szenarien von konkreten Diensten, Organisationsstrukturen und Managementumgebungen abstrahiert.

2.2.1 Managementarchitektur

Unter einer Managementarchitektur wird nach [HAN 99] ein Rahmenwerk für managementrelevante Standards in Bezug auf folgende Aspekte bezeichnet, die mittels entsprechender Modelle in herstellerübergreifender Weise spezifiziert sein müssen:

- Beschreibung von Managementobjekten (Informationsmodell)
- Beschreibung von Organisationsaspekten, involvierten Rollen und deren Kooperationsformen (Organisationsmodell)
- Beschreibung von Kommunikationsvorgängen (Kommunikationsmodell)
- Strukturierung der Managementfunktionalität (Funktionsmodell)

Managementarchitekturen sind Voraussetzung für den Entwurf von Managementanwendungen oder -plattformen in heterogener Umgebung. Im folgenden werden die vier Teilmodelle einer Managementarchitektur im einzelnen vorgestellt:

Informationsmodell: Das Informationsmodell stellt einen Beschreibungsrahmen für Managementobjekte dar. Managementobjekte werden dabei als managementrelevante Abstraktion realer Ressourcen angesehen. Das Informationsmodell beschreibt, wie Managementobjekte identifiziert, manipuliert, zusammengesetzt und angesprochen werden können. Die Managementinformationsbasis bezeichnet alle von einer Rolle des Organisationsmodells verwalteten Managementobjekte.
Das Informationsmodell legt einen Modellierungsansatz (objektorientiert, datentyporientiert, ...) und eine Syntax für die Spezifikation von Managementobjekten fest. Weiterhin werden Operationen auf Managementobjekte wie zum Beispiel Auswahl und Identifizierung oder Zugriffsmethoden und Benachrichtigungsmechanismen festgelegt.

Organisationsmodell: Das Organisationsmodell beschreibt den Teil einer Managementarchitektur, der die involvierten Akteure, ihr Rollenspiel und die Grundprinzipien ihrer Kooperation festlegt. Das Organisationsmodell soll die Aufbau- und Ablauforganisation des Betreibers eines vernetzten Systems oder eines IT- bzw. TK- Dienstes in allen denkbaren Ausprägungen zu beschreiben gestatten. Derzeit findet man im Umfeld des Managements zwei verschiedene Kooperationsformen, die entweder in einer hierarchischen bzw. asymmetrischen Manager-Agenten- (3.1.2 OSI-Managementarchitektur, 3.1.1 Internet-Managementarchitektur) oder in einer gleichberechtigten bzw. symmetrischen Peer-to-Peer-Beziehung (3.1.3 Open Management Architecture) stehen. Oft sieht ein Organisationsmodell auch ein Domänenkonzept zur Gruppierung von Teilmengen von Ressourcen aus organisatorischen oder verwaltungstechnischen Gründen vor (z.B. OSI-Management). Eng mit dem Begriff der Domäne ist auch der Begriff der Zielvorgabe oder Policy verknüpft ([HAN 99]). Policies stellen aus Unternehmenszielen bzw. Prozessen abgeleitete Vorgaben für das technische Management dar.

Komunikationsmodell: Das Kommunikationsmodell von Managementarchitekturen beschreibt die zur Kommunikation von Managementsystemen notwendigen Verbindungen zwischen den im Organisationsmodell definierten Rollen mittels eines Kommunikationsprotokolls. Über diese Verbindungen können die kommunizierenden Systeme Steuerinformation austauschen, Statusabfragen durchführen oder asynchrone Ereignismeldungen absetzen.

Funktionsmodell: Das Funktionsmodell einer Managementarchitektur gliedert den Gesamtaufgabenkomplex Management in einzelne Funktionsbereiche (Abrechnungsmanagement, Konfigurationsmanagement, Fehlermanagement, Leistungsmanagement und Sicherheitsmanagement) und definiert generische Funktionen. Das Funktionsmodell repräsentiert eine Bibliothek oder einen Baukasten, der zum Design und zur Implementierung von Werkzeugen herangezogen werden kann. Die generischen Funktionen werden auch typischerweise von Managementplattformen und Agentensystemen implementiert und verschiedensten Anwendungen bereitgestellt.

2.2.2 Dienstmanagement

Die Definition des *Dienstmanagements* ist wesentlich vom Verständnis des Dienstbegriffes abhängig. So wird zunächst aufgezeigt, mit welcher Semantik der Begriff *Dienst* in dieser Arbeit belegt ist. Dabei wird deutlich, daß das Management ein fundamentaler Bestandteil eines Dienstes ist. Im darauf folgenden Abschnitt werden die mit dem Dienstmanagement verbundenen Aufgaben vorgestellt, um dadurch Bedeutung und Umfang festzulegen.

Dienstbegriff

Gerade aufgrund des noch frühen Stadiums des Paradigmenwechseln vom Netz- und Systemmanagements zum Dienstmanagement ([Heg 98, HeDr 99]) existiert bei Dienstanbietern, Kunden

und Herstellern von Managementprodukten kein allgemeines oder einheitliches Verständnis bezüglich des Dienstbegriffs.

Im technisch- / wissenschaftlichen Umfeld existieren verschiedene Dienstbegriffe, deren Semantik jeweils von unterschiedlichen Sichtweisen, Anforderungen und Randbedingungen bezüglich der jeweiligen Einsatzgebiete geprägt ist. Es ist nicht das Ziel dieser Arbeit, alle existierenden Dienstbegriffe vorzustellen oder zu analysieren, dazu sei z.B. auf [Kais 99], [Lewi 99] oder [Nerb 01] verwiesen. Im Zuge der Vorstellung von verwandten Arbeiten in Kapitel 3 wird noch genauer auf einige existierende Dienstbegriffe eingegangen.

Um dennoch auf einen allgemeinen, für beliebige Szenarien und Managementumgebungen anwendbaren, Dienstbegriff aufsetzen zu können, hat die Analyse von existierenden Dienstbegriffen, die Erfahrungen aus diversen Industriekooperationen und insbesondere die Erkenntnisse aus den in Kapitel 6 vorgestellten Projekten gezeigt, daß mit einem Dienst die in Abbildung 2.4 dargestellten Eigenschaften und Aspekte assoziiert werden können. Dieses einführende Dienstmodell gibt einen ersten Überblick über die wesentlichen Zusammenhänge des in dieser Arbeit verwendeten Dienstbegriffs. Es stellt jedoch nur einen Ausschnitt des gesamten Dienstmodells (siehe Abbildung 2.9) dar. Aus didaktischen Gründen wird das gesamte Dienstmodell in einzelnen Teilschritten erklärt, um die Vielzahl der Beziehungen und die komplexen Zusammenhänge gezielt motivieren und erklären zu können. Diese Teilschritte beleuchten jeweils einen anderen Aspekt des Dienstbegriffs und bauen somit sukzessiv das gesamte Dienstmodell auf:

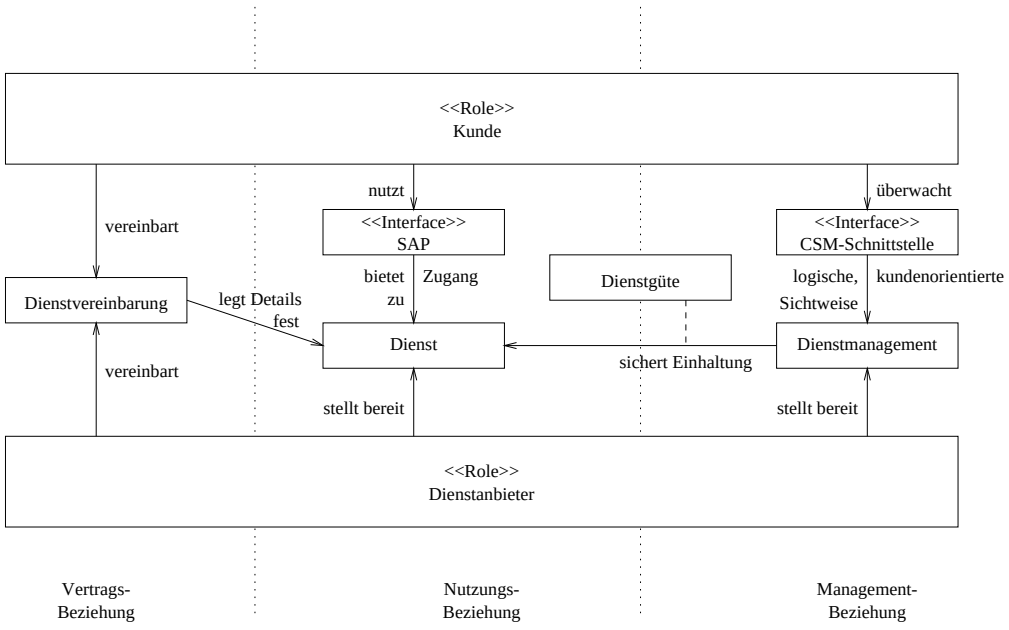

Abbildung 2.4: Einführende Aspekte bezüglich eines Dienstes und ihr Zusammenhang

Dienst als Bindeglied zwischen Kunde und Dienstanbieter: Mit einem Dienst sind unweigerlich die beiden Rollen *Kunde* und *Dienstanbieter* verbunden. Der Dienst drückt die vertragliche, die Nutzungs- und die Managementbeziehung zwischen diesen beiden Rol-

len aus (siehe Abbildung 2.4). Ein Dienst existiert nur dann, wenn beide Rollen und alle drei Beziehungen vollständig ausgeprägt sind. Vertraglich betrachtet handeln Kunde und Dienstanbieter in den *Dienstvereinbarungen* (siehe unten) die Funktionalität und *Güte* des Dienstes aus und legen für beide Seiten bindende Rechte, Verpflichtungen und Verantwortlichkeiten fest. Die Nutzungsbeziehung beschreibt, daß der Dienstanbieter dem Kunden einen Dienst bereitstellt. Der Kunde nutzt den Dienst an einem *Dienstzugangspunkt* (Service Access Point, SAP). Dabei kann es sich beispielsweise um ein WWW-Formular bei einem Buchbestelldienst oder ein 100BaseT-Interface für einen IP-Dienst handeln. Die Managementbeziehung bzgl. des Dienstes beschreibt, daß der Kunde an der *CSM-Schnittstelle* eine logische, kundenorientierte Sichtweise auf das *Dienstmanagement* (siehe unten) bereitgestellt bekommt. An dieser Schnittstelle kann der Kunde die in den Dienstvereinbarungen festgelegte Güte und die Qualität nachvollziehen und wird über Verletzungen der vereinbarten Qualitätsmerkmale informiert. Der Dienstanbieter betreibt das Dienstmanagement, um die Einhaltung der vertraglich vereinbarten Funktionalität und Güte des Dienstes sicherzustellen.

Dienstbeschreibung: Die *Dienstbeschreibung* (siehe Abbildung 2.5) charakterisiert allgemein, d.h. nicht auf einen speziellen Kunden oder Dienstanbieter bezogen, die Eigenschaften und Merkmale eines Dienstes. Die Dienstbeschreibung spezifiziert (beschreibt) dazu generisch

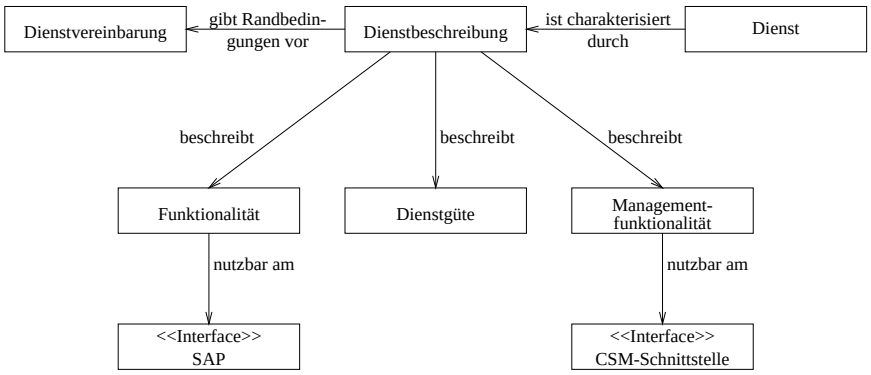

Abbildung 2.5: Zusammenhang der Dienstbeschreibung mit den Aspekten des Dienstmodells

die den Dienst charakterisierende Funktionalität, Güte und Managementfunktionalität. Die Funktionalität beschreibt, welche Dienstprimitive am Dienstzugangspunkt dem Kunden bereitgestellt werden. Dies geschieht durch Spezifikation einer Zugriffssyntax und einer zugehörigen Semantikfestlegung. Die Dienstgüte legt fest, welche *Dienstgüteparameter* für diesen Dienst charakteristisch sind, nicht aber deren ausgeprägte Schwellwerte. Für einen E-Commerce Dienst wird z.B. in der Dienstbeschreibung die maximale Anzahl der Benutzer festgelegt, die den Dienst gleichzeitig nutzen können. Der konkrete Wert dieses Parameters, z.B. maximal 30 gleichzeitige Benutzer, wird individuell für jeden Kunden in den entsprechenden Dienstvereinbarungen festgelegt. Die Managementfunktionalität gibt Richtlinien zur Realisierung und zum Betrieb des Dienstes vor. Hier wird beispielsweise

festgelegt, inwieweit der Kunde den Dienst selbst konfigurieren kann, ob (standardisierte) Managementinformationsbasen vorhanden sind oder welche Funktionalität (z.B. Interaktionen, Reports, Hotline-Zugang, ...) an der CSM-Schnittstelle bereitzustellen ist.
Die Dienstvereinbarungen müssen die Randbedingungen einhalten, die von der Dienstbeschreibung vorgegeben sind. Zum Beispiel schreibt die Dienstbeschreibung eines IP-Dienstes diesen als best-effort Dienst vor. Für individuell ausgehandelte Dienstvereinbarungen bzgl. des IP-Dienstes macht es somit keinen Sinn, diverse Dienstgüteparameter wie z.B. Jitter oder Durchsatz festzulegen.
Die generischen Dienstabhängigkeiten eines Dienstes sind ebenfalls in der Dienstbeschreibung spezifiziert. Beispielsweise wird in der Dienstbeschreibung eines WWW-Dienstes festgelegt sein, daß sich dieser Dienst aus den Subdiensten IP-Dienst bzw. DNS-Dienst und der Komponente WWW-Server zusammensetzt. Es handelt sich dabei um abstrakte Abhängigkeiten, da nicht festgelegt wird, ob z.B. der WWW-Server redundant ausgelegt werden soll. Die konkrete Ausprägung der Abhängigkeiten muß vom Dienstanbieter geplant und implementiert werden.
Insbesondere vor dem Hintergrund, daß Kunde und Dienstanbieter ein gemeinsames Verständnis über den Dienst haben müssen, ist eine Beschreibung der Mächtigkeit und der Anpassbarkeit des Dienstes bereits ein wesentlicher Gesichtspunkt bei der Dienstvermittlung (Trading).

Dienstvereinbarung: In den Dienstvereinbarungen (Service Level Agreements, SLA), wird die Ausprägung des Dienstes zwischen Dienstanbieter und einem Kunden individuell vertraglich vereinbart (siehe Abbildung 2.6). In den Dienstvereinbarungen werden für beide Sei-

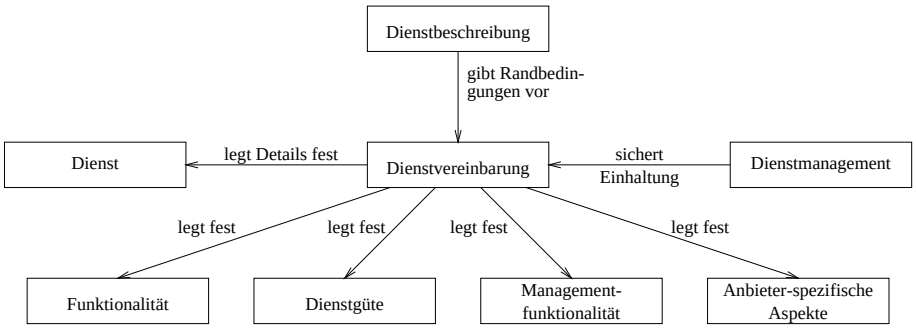

Abbildung 2.6: Zusammenhang der Dienstvereinbarung mit den Aspekten des Dienstmodells

ten bindend sämtliche Details des Dienstes festgelegt, d.h. Funktionalität, Dienstgüte und Managementfunktionalität. Es werden dabei nicht nur die Funktionalität und die Güte des Dienstes festgelegt, sondern auch Dienstanbieter-spezifische Aspekte bezüglich Vertragsstrafen in Folge von Verletzungen der Dienstgüte, Eskalationsmechanismen als Reaktion auf Störungen, Hotlinezugang und sämtliche Abrechnungsmodalitäten. Diese Aspekte sind typischerweise nicht in der Dienstbeschreibung vorgegeben, sondern werden für jeden Dienstanbieter spezifisch seiner Unternehmensphilosophie ausgeprägt.
Wie schon oben erläutert, gibt die Dienstbeschreibung wesentliche Randbedingungen für

die Dienstvereinbarungen vor. Das Dienstmanagement ist dafür verantwortlich, die in den Dienstvereinbarungen festgelegte Funktionalität und Güte des Dienstes zu gewährleisten.

Dienstgüte: Die Dienstgüte wird für einen Dienst abstrakt in der Dienstbeschreibung und die individuelle Ausprägung für einen Kunden in den Dienstvereinbarungen festgelegt (siehe Abbildung 2.7). Die Dienstgüte wird durch sogenannte *Dienstgüteparameter* charakterisiert. Aspekte von Dienstgüteparametern sind neben den gültigen Schwellwerten auch das jeweils zugrundeliegende Meßverfahren.
Das Dienstmanagement hat die Aufgabe, durch das Management der Dienstgüteparameter den Dienst gemäß der vereinbarten Dienstgüte zu betreiben und Verletzungen der Dienstgüte entsprechend der festgelegten Eskalationsmechanismen zu beheben. Der Kunde kann die Einhaltung der Dienstgüte an der CSM-Schnittstelle nachvollziehen und wird an dieser Schnittstelle über Dienstgüte-Verletzungen informiert.

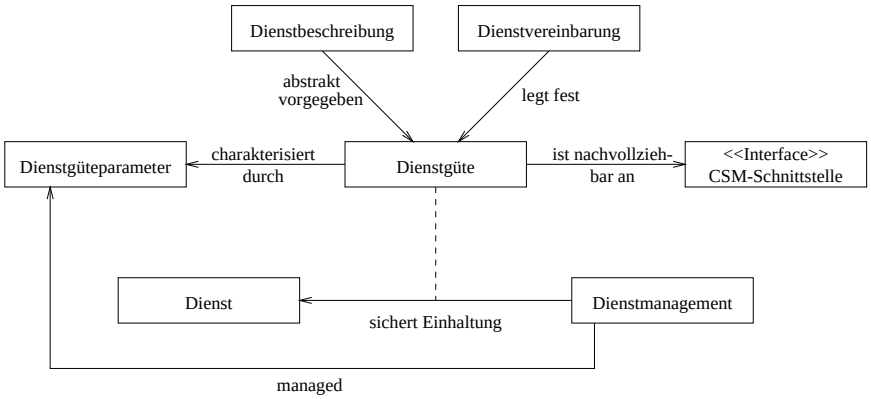

Abbildung 2.7: Zusammenhang der Dienstgüte mit den Aspekten des Dienstmodells

Dienstmanagement: Das Management des Dienstes ist ein integraler Bestandteil des in dieser Arbeit verwendeten Dienstbegriffes. Der Berücksichtigung von Managementaspekten bereits bei der Begriffsdefinition wird deswegen eine große Bedeutung beigemessen, um nicht einem ähnlichen Fehler zu unterlaufen, wie er schon bei der Entwicklung von Kommunikationsprotokollen gemacht wurde (siehe [HeAb 94]). Das Dienstmanagement hat die Aufgabe, die Sicherstellung der in den Dienstvereinbarungen vertraglich festgelegten Güte zu gewährleisten. Dem Kunden eines Dienstes wird an der CSM-Schnittstelle eine einheitliche, logische und kundenorientierte Sichtweise auf das Dienstmanagement bereitgestellt. Aufgrund der zentralen Bedeutung des Dienstmanagements und der CSM-Schnittstelle für die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung, werden diese beiden Aspekte in den folgenden Abschnitten detaillierter betrachtet.

Rekursiver Dienstaufbau: Ein Dienst wird allgemein auf einer Infrastruktur realisiert, die sich aus anderen (Sub-) Diensten und/oder Komponenten zusammensetzt. So setzt sich beispielsweise der IP-Dienst des DFN (Szenario bzgl. des Gigabit-Wissenschaftsnetzes) aus den Subdiensten *SDH-Kernnetz* der DeTeSystem und den *Zugangsleitungen* der regionalen

Betreiber zusammen. Der DFN nutzt diese Subdienste zur Verbindung seiner Router untereinander. Diese Router werden als Komponenten modelliert.
Konform zum Dienstmodell in Abbildung 2.4 basiert ein Dienst nicht direkt auf Subdiensten, sondern nutzt deren Dienstzugangspunkte, um Zugriff auf deren Funktionalität zu erhalten (siehe Abbildung 2.8). Diese Assoziation beschreibt die rekursive Beziehung von

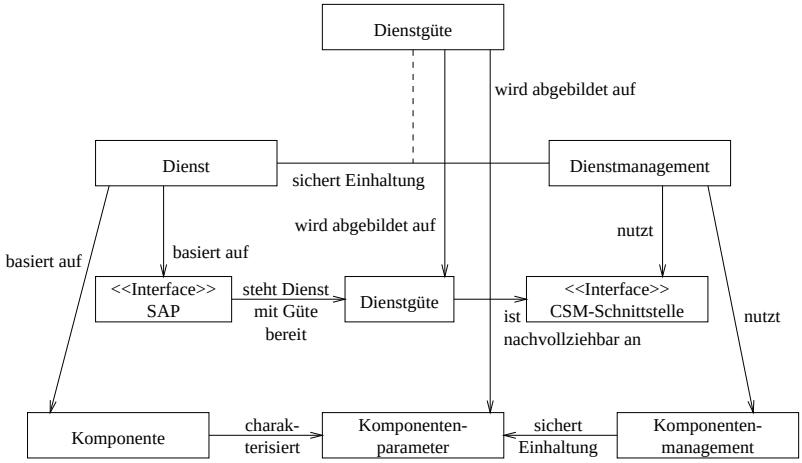

Abbildung 2.8: Zusammenhang des rekursiven Dienstaufbaus mit den Aspekten des Dienstmodells

Diensten zu ihren Subdiensten. Komponenten dienen dem Rekursionsabbruch, d.h. Komponenten stellen die Basisbausteine von Diensten dar, die im Zuge der Dienstbetrachtung nicht mehr weiter verfeinert werden. Unter Komponenten werden Rechnernetze, (verteilte) Anwendungen oder Rechensysteme und deren Bestandteile verstanden.
Das Zusammensetzen eines Dienstes aus Komponenten und anderen Diensten erlaubt die Modellierung von komplexen Diensthierarchien, wie beispielsweise die Dienstschichtung im Gigabit-Wissenschaftsnetz.
Analog zum rekursiven Aufbau von Diensten aus Subdiensten bzw. Komponenten müssen die Dienstgüteparameter eines Dienstes auf die jeweiligen Dienstgüte- bzw. Komponentenparameter abgebildet werden. Dies wird als vertikale QoS-Abbildung bezeichnet. Das Dienstmanagement hat die Aufgabe, diese QoS-Abbildung durchzuführen: Für sämtliche Subdienste nutzt das Dienstmanagement die korrespondierenden CSM-Schnittstellen, um die jeweilige Güte des Subdienstes nachzuvollziehen. Weiterhin werden dem Dienstmanagement vom Komponentenmanagement charakteristischen Parameter bzgl. der Komponenten zur Verfügung gestellt. Das Dienstmanagement nutzt beide Informationsquellen, um den Dienst gemäß den Dienstvereinbarungen festgelegten Güte bereitzustellen und zu betreiben.

Dienstlebenszyklus: Die bisher statischen Aspekte eines Dienstes werden mit der Modellierung des Lebenszyklus eines Dienstes um dynamische Betrachtungen ergänzt. Der Lebenszyklus kann dienstunabhängig in die Phasen *Verhandlung*, *Vereinbarung*, *Bereitstellung/Installation*, *Nutzung/Betrieb* und *Abbau/Deinstallation* eingeteilt werden. Die fünf Phasen repräsentieren die auftretenden Interaktionen zwischen dem Anbieter und seinen

Kunden. Als erste Interaktion verhandeln Kunde und Dienstanbieter über die Charakteristik des Dienstes. Dazu zählen die Analyse der Anforderungen, die einerseits der Kunde an den zu abonnierenden Dienst stellt, und die Analyse der Möglichkeiten, Eigenschaften und Alternativen, die andererseits der Anbieter bereitstellen kann (auf Basis der Dienstbeschreibung). Im Falle einer Einigung werden die Dienstvereinbarungen vertraglich festgelegt. Anschließend wird der Dienst am Dienstzugangspunkt entsprechend den SLAs bereitgestellt, d.h. notwendige Hard-/Softwareinstallationen und -konfigurationen werden vorgenommen. Danach steht der Dienst zur Nutzung durch den Kunden bereit (Nutzungs-/Betriebsphase). In der letzten Phase endet die vertragliche Beziehung zwischen Kunde und Anbieter bzgl. des vereinbarten Dienstes und die vorgenommenen Hard-/Softwareinstallationen und -konfigurationen werden abgebaut.

Zusammenfassend sind in Abbildung 2.9 alle oben diskutierten Aspekte des in dieser Arbeit verwendeten Dienstbegriffes dargestellt. Es finden sich in diesem gesamten Dienstmodell auch die drei allgemeinen Beziehungen zwischen Kunde und Dienstanbieter (Vertrags-, Nutzungs- und Managementbeziehung) als auch die Managementschichtung gemäß der TMN-Pyramide (horizontale Schichtung, siehe nächsten Abschnitt) wieder.

Existierende Dienstbegriffe berücksichtigen viele dieser Aspekte, es fehlt allerdings eine vollständige, allgemein anerkannte und vor allem **formale** Definition des Dienstbegriffs. Da es nicht das Ziel dieser Arbeit ist, diese formale Definition zu erstellen, wird für alle weiteren Kapitel dieser Arbeit auf die oben eingeführte, informelle Beschreibung des Dienstes auf Basis des in Abbildung 2.9 dargestellten Dienstmodells zurückgegriffen.

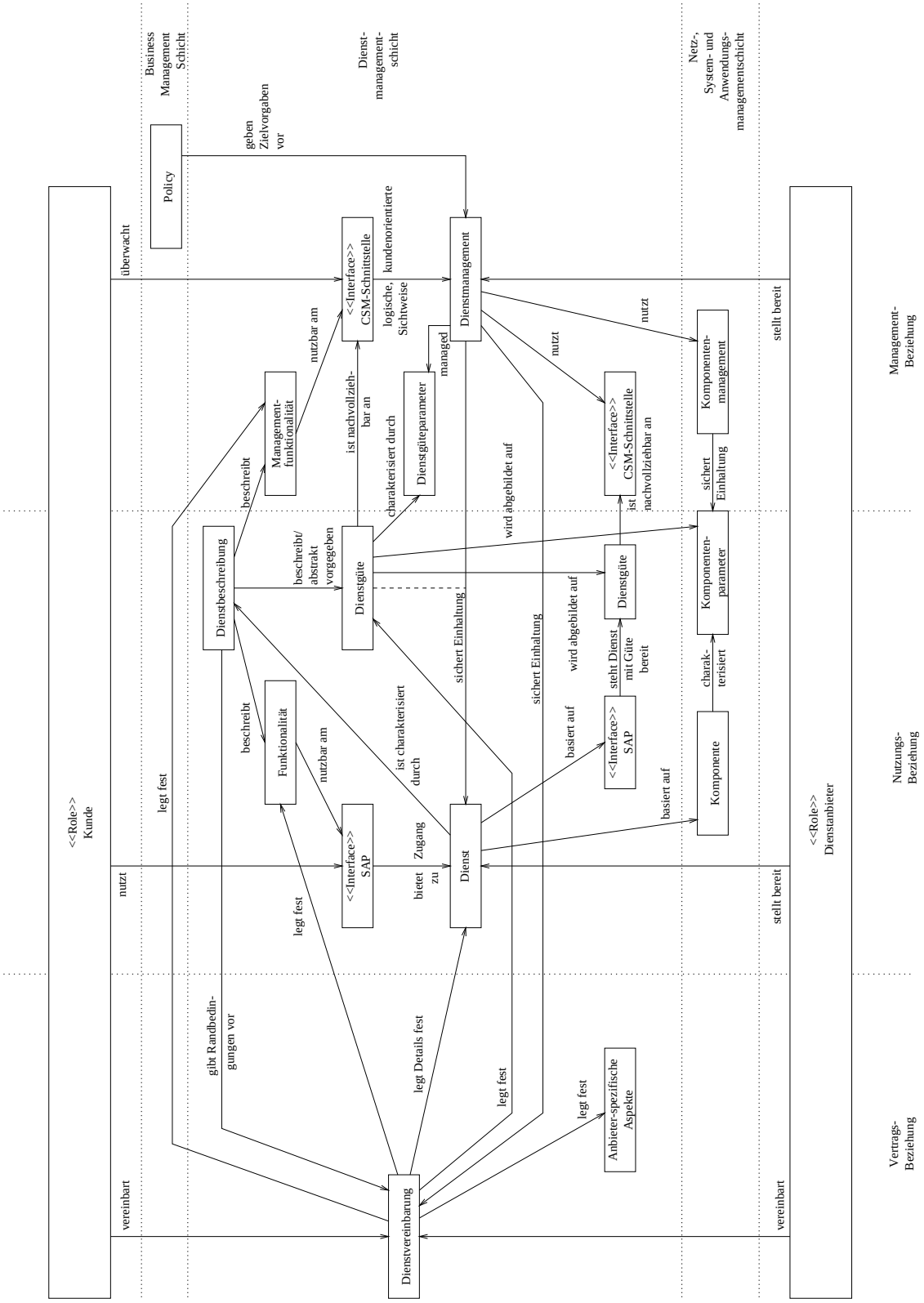

Abbildung 2.9: Das gesamte, für diese Arbeit gültige, Dienstmodell

Dienstmanagement

Eine häufig zitierte, aber sehr informelle, Definition des Dienstmanagement liefert die ITU Empfehlung M.3010 [ITU M.3010]. Dort wird der *Service Management Layer* zwischen dem *Network Management Layer* und dem *Business Management Layer* eingeordnet und ihm die Aufgaben Kundenkontakt, Interaktionen mit anderen Dienstanbietern, Bereitstellen statistischer Daten (z.B. QoS) und Interaktionen zwischen Diensten zugeordnet.

Im Dienstmodell aus dem vorherigen Abschnitt (siehe Abbildung 2.9) wurde bereits diese allgemein anerkannte Managementschichtung abgebildet, zur Erklärung wird aber in Abbildung 2.10 diese Schichtung nochmal detailliert mit den Aspekten des Dienstbegriffs zusammengeführt: Das Komponentenmanagement wird der *Netz-, System- und Anwendungsmanagementschicht* zugeordnet. Da Komponenten aber nicht nur dem Bereich der Rechnernetze und Rechnerkommunikation zugeordnet werden, sondern darunter auch beliebige (verteilte) Anwendungen oder Rechensysteme verstanden werden, umfaßt diese Schicht neben allen Aufgaben des *Network Management Layer* auch sämtliche Funktionen des integrierten System- und Anwendungsmanagements. Die *Business Management Schicht* gibt unternehmensweite Zielvorgaben für das technische IT-Management vor. Diese *Policies* können nach [Wies 95] ebenfalls in Hierarchien eingeordnet werden und beeinflussen mit ihren Vorgaben alle anderen Managementschichten.

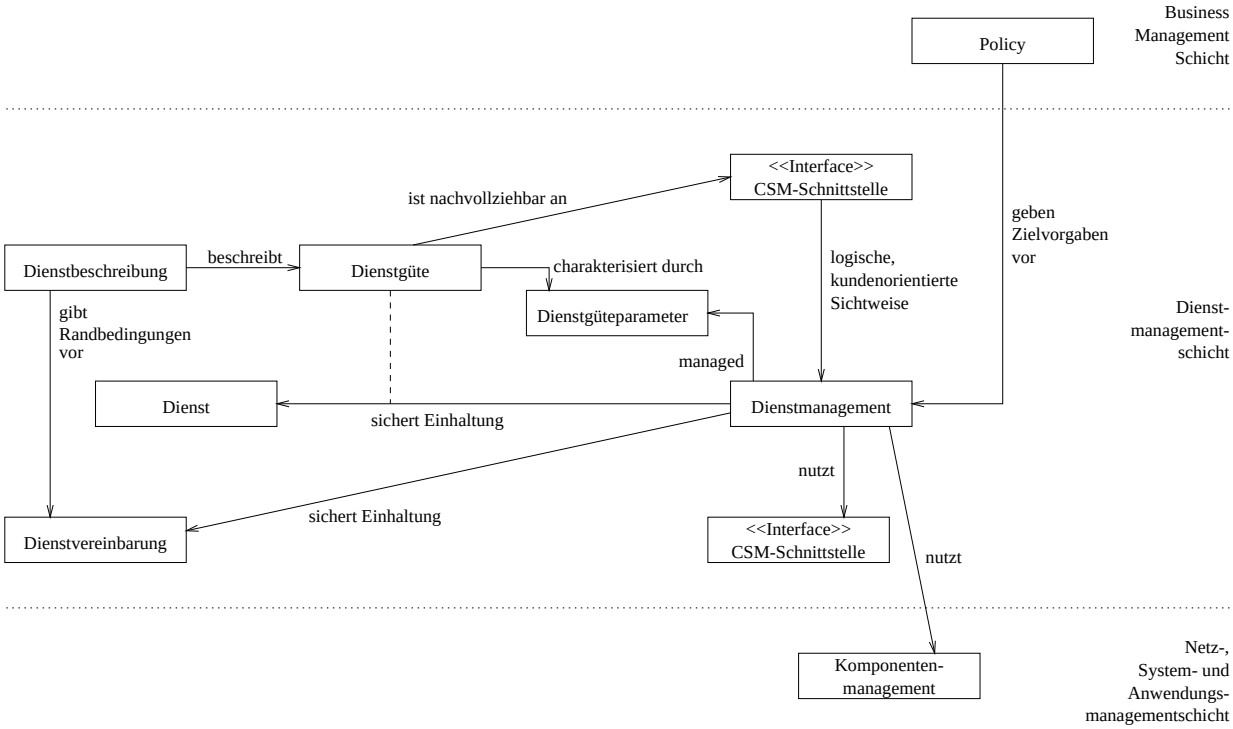

Abbildung 2.10: Zusammenführung der Managementschichtung mit dem Dienstbegriff

Wie in Abbildung 2.10 befindet sich die **Dienstmanagementschicht** zwischen der *Business Management Schicht* und der *Netz-, System- und Anwendungsmanagementschicht*. Auf Basis des gewählten Dienstbegriffs können die wesentlichen Aufgaben dieser Schicht folgendermaßen

zusammengefaßt werden: *Die Dienstmanagementschicht umfaßt das Management der Dienstbeschreibung, der Dienstvereinbarung, des Dienstes, der Dienstgüte, des Dienstaufbaus und der Beziehungen zwischen diesen entlang aller Phasen des Dienstlebenszyklus.*

Die Hauptaufgabe des Dienstmanagements ist es, den Dienst gemäß der in der Dienstvereinbarung festgelegten Güte bzw. Funktionalität und gemäß der Unternehmenspolicies bereitzustellen und zu betreiben. Aufgrund des noch frühen Stadiums des Paradigmenwechsels von Netz- und Systemmanagement zum Dienstmanagement ist eine allgemein anerkannte Strukturierung des Gesamtaufgabenkomplex *Dienstmanagement* (noch) nicht verfügbar, wie folgende Standards bzw. Rahmenwerke beispielhaft zeigen.

Die klassische Strukturierung von Managementfunktionen auf Basis der OSI Funktionsbereichen (System Management Functional Areas, siehe 3.1.2) deckt im wesentlichen das klassische Netz- System und Anwendungsmanagement ab, berücksichtigt aber die im obigen Abschnitt eingeführten Dienstaspekte, insbesondere den Dienstlebenszyklus, nicht. Die Telecom Operations Map (siehe Abschnitt 3.2.2) und die IT Infrastructure Library (siehe Abschnitt 3.2.1) stellen Strukturierungsmittel in Form von Prozeßklassen bzw. Modulen bereit, die aus den Erfahrungen des praktischen Betriebs von Telekommunikationsdiensten gewonnen wurden. Beide Ansätze vermissen jedoch eine top-down orientierte und nachvollziehbare Gewinnungsmethodik und die Anwendung der Rahmenwerke in realen Umgebungen.

Im folgenden werden daher nur diejenigen mit dem Dienstmanagement verbundenen Aufgaben näher vorgestellt, die für die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung relevant sind:

Konfigurationsmanagement: Dieser Aufgabenbereich umfaßt die initiale Konfiguration des Dienstes und die notwendigen Anpassungen in der Nutzungsphase.

Zur initialen Konfiguration zählen die Inbetriebnahme der Komponenten und Subdienste, aus denen der Dienst zusammengesetzt ist und die Koordinierung des Zusammenspiels aller dieser beteiligten Elemente. Für den WWW-Dienst des ISP aus dem ersten Szenario beispielsweise, der sich aus einem IP-Dienst (Subdienst), einem DNS-Dienst (Subdienst) und einem WWW-Server (Komponente) zusammensetzt, muß der ISP neben der Betriebssystem- und Apache-Installation auch den WWW-Server mit der zugewiesenen IP-Adresse und dem beantragten DNS-Name konfigurieren.

Aufgrund einer entsprechenden Dienstcharakteristik kann es auch möglich sein, daß der Kunde in der Nutzungsphase seinen Dienst in eingeschränktem Maße selbst konfiguriert. Zum Beispiel ist es denkbar, daß der ISP seinen Kunden die Möglichkeit bereitstellt, ihren Plattenplatz (Quota) bzgl. ihres Webspaces zu erhöhen. Die Aufgabe des Konfigurationsmanagements ist es dabei, sämtliche damit verbundenen Konfigurationsänderungen, z.B. Auswirkungen auf das Abrechnungsmanagement, durchzuführen.

Fehlermanagement: Die Aufgabe des Fehlermanagements ist es, den störungsfreien Betrieb des Dienstes zu gewährleisten. Treten Fehlersituationen oder Störungen ein, ist es eine wesentliche Aufgabe festzustellen, inwieweit der Fehler einem Subdienst, einer Komponente oder dem Zusammenspiel aller beteiligten Elemente zugeordnet werden kann. Eine Besonderheit des Fehlermanagements innerhalb des Dienstmanagements gegenüber dem klassischen Netz- und Systemmanagement ist es, daß nicht nur Ereignisse aus der Infrastruktur

selbst berücksichtigt werden müssen, sondern zusätzlich eine enge Integration des Kunden erfolgen muß: Dem Kunden muß, z.B. über die CSM-Schnittstelle oder eine Hotline/Help-Desk, die Möglichkeit gegeben werden, Meldungen über Probleme oder Störungen beim Dienstanbieter abzusetzen. Diese Meldungen der Kunden müssen entsprechend der jeweils individuell vereinbarten Eskalationsmechanismen priorisiert und bearbeitet werden.
Im Zuge des Fehlermanagements muß auch der *Intelligent Assistant* [DrKa 98] genannt werden. Er ermöglicht eine schnelle und automatisierte Fehlerlokalisierung bzw. Problemerfassung durch den Kunden und entlastet somit wesentlich das gesamte Help-Desk.

Abrechnungsmanagement: Das Abrechnungsmanagement befaßt sich mit der Erfassung/Berechnung von verbrauchten Ressourcen, der Festlegung von Abrechnungsdatensätzen, dem Führen von Konten und der Zuordnung von Kosten zu Konten. Das Abrechnungsmanagement muß auch die Dienstabhängigkeiten zu anderen Subdiensten berücksichtigen: Es müssen die Kosten bei der Nutzung von Subdiensten auf die verursachende Dienstnutzung eines Kunden abgebildet und somit abgerechnet werden.

QoS-Management: Die Sicherstellung der vereinbarten Dienstgüte stellt eine der Hauptaufgaben des Dienstmanagements dar. Der Dienstanbieter wird dabei insbesondere auf die Einhaltung der ausgehandelten Dienstgüte, d.h., daß Schwellwerte bzgl. QoS-Parameter nicht überschritten werden, achten, um vereinbarte Vertragsstrafen bei QoS-Verletzungen zu vermeiden. Der Anbieter muß in der Lage sein, die Güte des Dienstes nachzuweisen (QoS-Reporting) und im Verletzungsfall gemäß den ausgehandelten Eskalationsmechanismen für die Beseitigung des Fehlers zu sorgen.
Das QoS-Management ist somit für die Berechnung der QoS-Parameter aus Kennzahlen der Subdienste (QoS-Parameter) und Komponenten (Komponentenparameter) auf Basis einer vereinbarten Metrik verantwortlich (vertikale QoS-Abbildung). In [Kais 99] wird beispielsweise die Verfügbarkeit von anwendungsorientierten Diensten anhand der Verfügbarkeiten der Subdienste und der Erreichbarkeit bzw. dem Ausfall von Komponenten berechnet.

Dienstvereinbarung/Bestellung: Dem Dienstmanagement werden auch die mit dem Aushandeln der Dienstvereinbarungen verbundenen Aufgaben zugeordnet, d.h., für jeden Kunden müssen individuell die Funktionalität, Güte, Managementfunktionalität und anbieterspezifische Aspekte festgelegt werden. Darüberhinaus spielt insbesondere bei Diensten mit kurzen Vertragslaufzeiten, z.B. eine Punkt-zu-Punkt Verbindung zwischen zwei Standorten für eine Videokonferenz (z.B. Connect-Dienst des DFN-Verein) die elektronische Dienstbestellung eine wichtige Rolle. Wesentlich für diese Dienstklasse ist, daß die Phasen Bestellung und Bereitstellung schnell und unbürokratisch ablaufen müssen, um eine einfache Dienstnutzung zu ermöglichen. In [LaNe 00a] wird beispielsweise die Bestellung für den Connect-Dienstes des DFN-Verein beschrieben.

Die Dienstmanagementschicht beinhaltet nicht nur die obigen Aufgaben, sondern umfaßt beispielsweise auch die (formale) Struktur und somit Definition der Dienstfunktionalität, -beschreibung, -vereinbarung, -güte, die Planung und Optimierung des Dienstes, die Durchsetzung/Implementierung der Dienstvereinbarungen, die vertikale QoS-Abbildung oder das Mana-

gement der Dienstabhängigkeiten. Neben diesen systemtechnischen Aspekten muß das Dienstmanagement auch (Geschäfts-) Prozesse und Workflows innerhalb des Anbieters berücksichtigen und insbesondere die Durchsetzung der für sie relevanten Zielvorgaben gewährleisten.

In Analogie zum Netz- und Systemmanagement werden die Aufgaben des Dienstmanagement auf Basis einer *integrierten Dienstmanagementplattform* erbracht. Alle Anwendungen setzen auf dieser Dienstmanagementplattform auf und erbringen ihre jeweiligen Aufgaben in einer interagierenden und integrierten Art und Weise. Jedoch aufgrund des noch frühen Stadiums des Paradigmenwechsels vom Netz- und Systemmanagement zum Dienstmanagement ist eine *Dienstmanagementplattform* mit einheitlichem Informations-, Organisations-, Kommunikations- und Funktionsmodell (noch) nicht vorhanden und stellt ein offene Fragestellung dar[2].
Theoretisch wird das Dienstmanagement auf Basis dieser Dienstmanagementplattform erbracht, in der Praxis setzt sich das Dienstmanagement allerdings aus einer Sammlung von isolierten Werkzeugen zusammen (wie des erste Szenario in Abschnitt 2.1 zeigt), die nur bedingt integriert und eher komponenten- als dienstorientiert die jeweiligen Managementaufgaben wahrnehmen.

In Analogie zum Dienstbegriff ist die Semantik, die mit dem Bezeichner Dienstmanagement assoziiert wird, noch nicht allgemein festgelegt. Die obige informelle und keineswegs vollständige Beschreibung der Aufgaben des Dienstmanagements soll keine formale Begriffsdefinition darstellen, sondern ausschließlich die für die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung relevanten, mit dem Management von Diensten verbundenen, Aufgaben analysieren und identifizieren. Mit weitergehenden Definitionen des Dienstmanagements beschäftigt sich beispielsweise [HeDr 99, Lewi 99, Dreo].

Ein weiterer Aspekt der Dienstmanagementschicht beinhaltet die Weitergabe von kunden- und dienstspezifischer Managementinformation an den Kunden. Diese Managementkommunikation zwischen Dienstanbieter und Kunde erfolgt über die CSM-Schnittstelle und wurde bisher noch nicht näher diskutiert; ihm ist folgender Abschnitt gewidmet.

2.2.3 Customer Service Management

Mit der in der Einleitung motivierten Neuausrichtung der Anbieter an den Bedürfnissen der Kunden ist neben der Nutzungsbeziehung auch eine Fokussierung der Managementbeziehung zu beobachten. Unter anderem wegen dieser Tendenz hat sich der Begriff *Customer Service Management* etabliert [ADRK+ 98, LLN 98]. In Abbildung 2.4 wird in Analogie zum Dienstzugangspunkt eine *CSM-Schnittstelle* eingeführt, die einen wesentlichen Teil der Managementbeziehung zwischen Kunde und Anbieter darstellt. An der CSM-Schnittstelle steht dem Kunden eine logische, dienst- und kundenorientierte Sichtweise auf das Dienstmanagement des Anbieters bereit. Diese Schnittstelle bietet dem Kunden die Möglichkeit, aussagekräftige, aktuelle und angemessene Informationen über den Zustand seines abonnierten Dienstes abzufragen. Die bereitgestellten Informationen reflektieren u.a. in einer vom Kunden nachvollziehbaren Weise die in den Dienstvereinbarungen ausgehandelten Dienstgüteparameter. Speziell im Fall einer Verlet-

[2] Erste Ansätze bezüglich Dienstmanagementplattformen bzw. -architekturen werden z.B. in [MNMSUA 00, Dreo 00] vorgestellt.

zung von Dienstgüteparametern ist der Kunde in der Lage, diese zu melden und anschließend alle notwendigen Informationen zur Fehlerbehebung (Dauer, Art, Auswirkungen, ...) zu erhalten.
Die folgende Aufstellung gibt einen Überblick über die Funktionalität, die allgemein an einer CSM-Schnittstelle vorzufinden und auch in den Beispielen der Szenarien wiederzufinden ist:

Fehlermanagement: An der CSM-Schnittstelle umfaßt das Fehlermanagement die folgenden beiden Aufgaben: Es müssen erstens Diagnose- und Testaktionen an der Kunden/Dienstanbieter-Schnittstelle bereitgestellt werden, damit im Fehlerfall der Kunde zunächst klären kann, ob die Fehlerursache in seinem Zuständigkeitsbereich oder in dem des Dienstanbieters liegt. Für den Fall, daß das Problem nicht im Verantwortungsbereich des Kunden liegt, kann er beim Dienstanbieter eine Problemmeldung eingeben und dessen weitere Bearbeitung verfolgen. Er wird dabei über den weiteren Verlauf der Fehlerbearbeitung informiert. Nach Beseitigung des Problems wird der Kunde benachrichtigt. Gleiches gilt für Wartungsarbeiten, die periodisch oder nach Ankündigung durchgeführt werden und zu Dienstbeeinträchtigungen führen können.

Konfigurationsmanagement: Informationen und Funktionen bzgl. des Konfigurationsmanagements sind dafür verantwortlich, einem Kunden die Konfiguration seines abonnierten Dienstes anzuzeigen bzw. Änderungen mitzuteilen. Sind Konfigurationsänderungen bzgl. des Dienstes durch den Kunden möglich und in den Dienstvereinbarungen spezifiziert, müssen auch sogenannte Change-Requests unterstützt werden, um die Beauftragung der Konfigurationsänderung und den Stand der Durchführung zu dokumentieren.

Abrechnungsmanagement: Gegenstand des Abrechnungsmanagements ist die Umlegung von Kosten auf Kostenverursacher gemäß einer Abrechnungspolitik. Die wesentlichen Funktionen sind dabei Preis- und Tarifierungsauskünfte im Vorfeld der Inanspruchnahme eines Dienstes, Überwachung und Ändern von Kontingenten und Konten, Auskunft über die in Anspruch genommenen Dienste und die dabei verbrauchten Ressourcen und eine elektronische Rechnungsstellung auf Basis der verursachten Kosten evtl. mit der kundenspezifischen Gebührengrundlage (festgelegt in den jeweiligen Dienstvereinbarungen).

QoS-Management: Das QoS-Management umfaßt Funktionen zur Überwachung der Einhaltung der vertraglich vereinbarten Dienstgüte-Parameter. Dazu zählen die Abfrage des aktuellen Zustands der Dienstgüte-Parameter, historische Daten über die Dienstgüte-Parameter für den Dienst in unterschiedlichen Granularitäten (je nach Dienst sind hier Intervalle vom Sekunden- bis zum Monatsbereich denkbar, wobei die gängigen statistischen Funktionen (Min/Max/Avg usw.) unterstützt werden müssen), eine Schwellwertüberwachung der Dienstgüte-Parameter zur frühzeitigen Erkennung von Problemsituationen und eine Reportgenerierung über die Einhaltung der Dienstgüte-Parameter.

Dienstvereinbarungen/Bestellung: Im Rahmen des Auftragsmanagements von Diensten müssen von CSM die Prozesse der Aushandlung der Dienstvereinbarung und die Dienstbestellung von der Präsentation eines Angebots bis hin zur Freischaltung des Dienstes berücksichtigt werden.

Die Relevanz von CSM wird weiterhin noch durch die Tatsache verstärkt, dass diese Kunden/Dienstanbieter-Beziehung in komplexen Diensthierarchien mehrfach auftritt (rekursiver Dienstaufbau): So wird ein Anbieter zur Erbringung seines Dienstes auf einen oder mehrere Dienste anderer Dienstanbieter aufbauen. Um nun seinen Kunden gegenüber die ausgehandelten Dienstvereinbarungen und QoS-Parameter garantieren zu können, ist der Anbieter selbst wieder auf CSM-Informationen über die SLAs und QoS-Parameter der Dienste angewiesen, die er selbst abonniert hat. CSM ist somit an jeder Schichtgrenze in der resultierenden Kunden/Dienstanbieter-Hierarchie notwendig.

Zusammenfassend ergeben sich für den Kunden durch CSM folgende Vorteile:

1. Der Kunde hat Zugriff auf aktuelle, aussagekräftige und angemessene Informationen über den Zustand und die Güte seines abonnierten Dienstes.

2. CSM-Schnittstellen sind die Basis für die Realisierung von Mehrwertdiensten. Denn ohne präzisere und aussagekräftigere Informationen über die abonnierten Dienste können auch keine Garantien über die Dienstgüte bezüglich der Mehrwertdienste zugesichert werden.

3. Der an der CSM-Schnittstelle vorhandene, integrierte und automatisierte Informationsfluß zwischen den Managementsystemen von Kunde und Anbieter ermöglicht eine schnellere Fehlerlokalisierung auf Kundenseite. Im Störungsfall ist der Kunde mittels CSM sofort in der Lage, die Störung seinem abonnierten Dienst zuzuordnen. Damit vermeidet der Kunde eine langwierigen Fehlersuche in seiner lokalen Umgebung, nur um zu erkennen, daß seine lokalen Komponenten nicht für den Fehler verantwortlich sind.

4. Durch die Nachvollziehbarkeit der vereinbarten Dienstqualität erfolgt eine Erhöhung der Transparenz des Dienstes. Durch Abfrage von historischen und aktuellen Informationen über QoS-Parameter und QoS-Verletzungen ist der Kunde jederzeit in der Lage, den Zustand seines abonnierten Dienstes zu beurteilen.

CSM bietet aber nicht nur den Kunden eines Dienstes Vorteile, sondern vereinfacht auch die internen Abläufe des Dienstanbieters:

1. Durch die Bereitstellung von aktuellen und historischen Informationen über den Zustand und die Qualität der Dienste wird der Wissensstand der Kunden deutlich erhöht. Dies reduziert die Anzahl der Anfragen durch den Kunden und führt somit zu einer deutlichen Entlastung der Hotline bzw. des Help-Desk.

2. An der CSM-Schnittstelle ist eine kontrollierte Weitergabe von Managementinformationen über die angebotenen Dienste realisierbar, d.h. der Anbieter kann kunden- und dienstspezifisch die Menge und Granularität der bereitgestellten Daten konfigurieren.

3. Eine effiziente CSM-Schnittstelle kann als Mehrwertdienst angeboten werden und dient somit als Vorteil im Konkurrenzkampf mit anderen Anbietern.

2.2.4 Verallgemeinertes CSM-Szenario

Die beiden in 2.1 vorgestellten Szenarien geben einen Überblick über die Probleme, die im Zuge der Realisierung von CSM-Schnittstellen im Umfeld des Internets bzw. der Weitverkehrsnetze auftreten. Sie repräsentieren jedoch organisations- und dienstspezifische Managementumgebungen. Anforderungen und Randbedingungen an die Realisierung und den Betrieb von CSM-Schnittstellen sollen dagegen nicht nur die vorgestellten Umgebungen abdecken, sondern auf beliebige Managementumgebungen, Dienste und Organisationsstrukturen anwendbar sein.

Vor diesem Hintergrund wird im folgenden ein verallgemeinertes CSM-Szenario eingeführt. Dieses setzt auf den Erkenntnissen bzw. Erfahrungen aus den konkreten Szenarien (Abschnitt 2.1) und auf den Begriffsfestlegungen in den Abschnitten 2.2.1 bis 2.2.3 auf. Die Verallgemeinerung wird dadurch erreicht, daß von konkreten Diensten (z.B. SDH-Dienst, IP-Dienst, E-Mail-Dienst, ...), von existierenden Organisationen (DeTeSystem, DFN, LRZ, ...) und von realen Managementumgebungen (Tivoli Enterprise Solution, HP OV NNM, Remedy ARS, ...) abstrahiert wird. Das Ziel des verallgemeinerten CSM-Szenarios ist es, basierend auf der obigen Begriffsbildung die grundsätzlichen Probleme, die im Zuge der Bereitstellung und des Betriebs von CSM-Schnittstellen auftreten, allgemein und generisch herauszuarbeiten.

Aufgrund seines Abstraktionsniveaus ist damit das verallgemeinerte CSM-Szenario hinreichend geeignet, um daraus umfassende Anforderungen an eine CSM-Architektur abzuleiten. Dies liegt darin begründet, daß die innerhalb des verallgemeinerten CSM-Szenarios auftretenden Probleme und Anforderungen an die Realisierung und den Betrieb von CSM-Schnittstellen auf sämtliche konkrete, organisations- und dienstspezifische Managementumgebungen übertragen werden können. Aus dem verallgemeinerten CSM-Szenario abgeleitete Anforderungen an eine CSM-Architektur haben somit auch für sämtliche reale CSM-Szenarien Gültigkeit.

Wie in Abbildung 2.11 dargestellt, werden im verallgemeinerten CSM-Szenario zwei Organisationen, Org_A und Org_B, und ein Dienst, genannt $Basisdienst$, eingeführt; wobei Org_A als Kunde den $Basisdienst$ abonniert hat und Org_B als Dienstanbieter diesen Dienst realisiert.

Konform zur Begriffsdefinition des Dienstmanagements in Abschnitt 2.2.2 sind alle drei Beziehungen zwischen den beiden Organisationen ausgeprägt: Die vertragliche Beziehung beschreibt die zwischen Org_A und Org_B ausgehandelten Dienstvereinbarungen. Die Nutzungsbeziehung beinhaltet den $Basisdienst$, der von Org_B bereitgestellt und von Org_A genutzt wird. Die Managementbeziehung beschreibt, daß Org_A den abonnierten $Basisdienst$ an der korrespondierenden CSM-Schnittstelle $CSM_{Basisdienst}$ selbst managen kann, d.h., daß Org_A eine logische, kundenorientierte und dienstspezifische Sichtweise auf das Dienstmanagement des $Basisdienstes$ von Org_B zur Verfügung steht.

Nutzungsbeziehung

Org_B als Dienstanbieter stellt den $Basisdienst$ seinen Kunden, beispielsweise Org_A, bereit. Der $Basisdienst$ repräsentiert einen beliebigen Dienst aus dem TK- oder IT-Umfeld, der sämtliche Aspekte eines *Dienstes*, wie sie in 2.2.2 eingeführt worden sind, erfüllt (ein Basisdienst ist beispielsweise der IP-Dienst des DFN-Vereins aus dem G-WiN-Szenario).

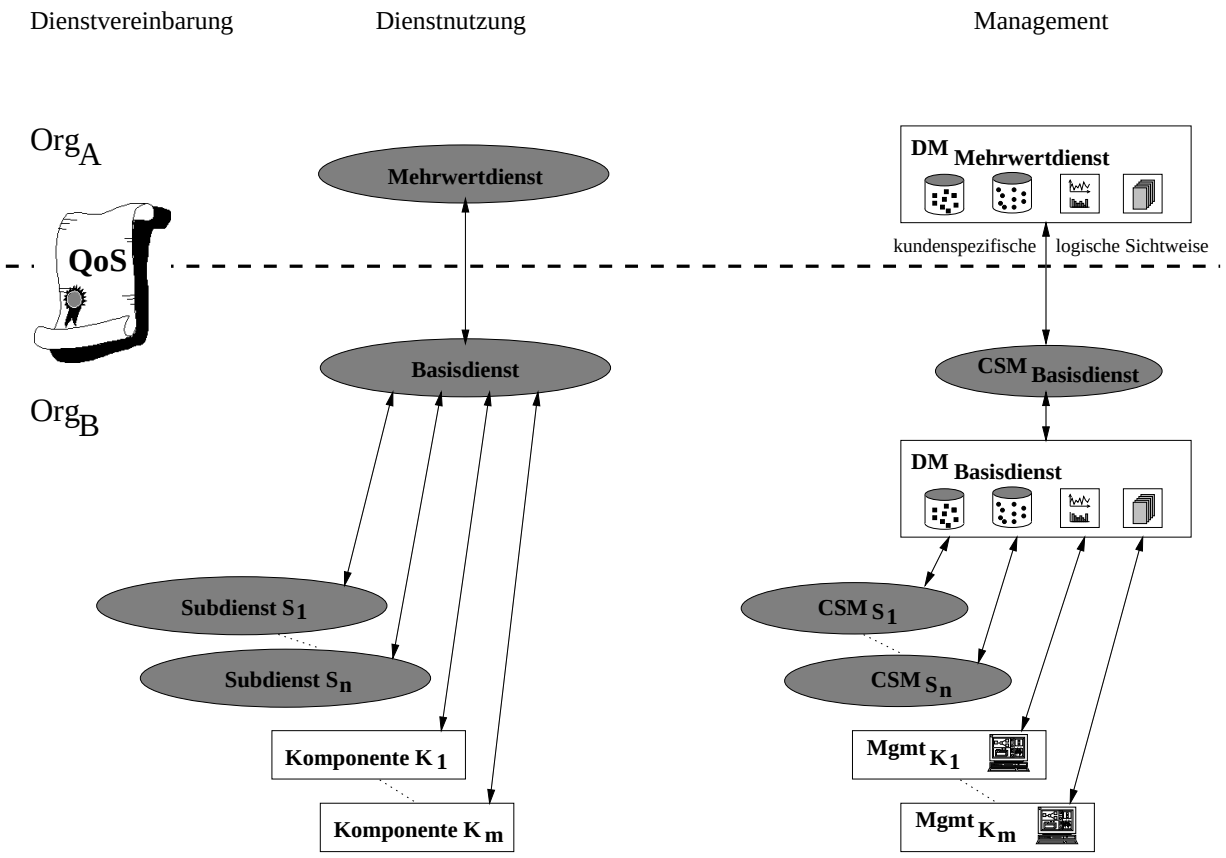

Abbildung 2.11: Verallgemeinertes CSM-Szenario

Der $Basisdienst$ wird realisiert auf Basis der Infrastruktur von Org_B, d.h. auf Basis von n Subdiensten $S_1 ... S_n$ und m Komponenten $K_1 ... K_m$ (Im G-WiN-Szenario baut beispielsweise der IP-Dienst des DFN-Vereins auf den Subdienst SDH-Kernnetz der DeTeSystem und den Zugangsleitung-Subdiensten von regionalen Anbietern auf. Als Komponenten können vereinfacht die vom DFN-Verein zum Aufbau des IP-Dienstes betriebenen Router betrachtet werden). Die n Subdienste können von Org_B selbst erbracht, oder aber von anderen Dienstanbietern abonniert werden. Allgemein betrachtet, aber im verallgemeinerten Szenario nicht explizit ausgeprägt, tritt Org_B gegenüber allen n Subdiensten wiederum in Kundenrolle auf. Damit kann für alle n Subdienste das verallgemeinerte CSM-Szenario angewendet werden, um die Vertrags-, Nutzungs und Managementbeziehung bzgl. jedes Subdienstes S_i detailliert zu beschreiben. Durch diese rekursive Anwendung des verallgemeinerten CSM-Szenarios können komplexe Diensthierarchien wie z.B. im Umfeld des Gigabit-Wissenschaftsnetzes modelliert werden.
Org_A nutzt in Kundenrolle den $Basisdienst$, um darauf aufsetzend einen $Mehrwertdienst$ zu realisieren. In Zuge der Rekursionsterminierung kann Org_A den $Basisdienst$ nur für eigene Zwecke nutzen und wird somit keinen $Mehrwertdienst$ darauf aufsetzen. Inwieweit Org_A andere Dienste oder Komponenten einsetzt, sei an dieser Stelle nur angedeutet und wird zur Vereinfachung des Szenarios nicht weiter verfolgt.

Managementbeziehung

Konform zur Begriffsdefinition eines Dienstes existieren zu allen Diensten korrespondierende CSM-Schnittstellen. Es wurde schon erwähnt, daß Org_A an der CSM-Schnittstelle $CSM_{Basisdienst}$ den abonnierten $Basisdienst$ steuern und überwachen kann, d.h. ihr eine kundenorientierte, logische Sichtweise auf das Dienstmanagement des $Basisdienstes$ ($DM_{Basisdienst}$) zur Verfügung steht. Analog existiert zu jedem Subdienst eine korrespondierende CSM-Schnittstelle $CSM_{S_1}...CSM_{S_n}$. Zur Vereinfachung soll im verallgemeinerten CSM-Szenario die CSM-Schnittstelle bezüglich des $Mehrwertdienstes$ nur erwähnt, aber diese Rekursion nicht weiter verfolgt werden. In Analogie zum Dienst mit seiner CSM-Schnittstelle existieren zu Komponenten korrespondierende Managementwerkzeuge aus den Bereichen des Netz-, System- und Anwendungsmanagements $Mgmt_{K_1}...Mgmt_{K_m}$. Das Dienstmanagement für den $Basisdienst$ ($DM_{Basisdienst}$) wird von Org_B bereitgestellt und hat die Aufgabe, die Einhaltung der in den Dienstvereinbarungen ausgehandelten Güte zu gewährleisten. Dazu setzt Org_B verschiedene Werkzeuge ein, beispielsweise ein Trouble Ticket System zur Unterstützung der Hotline, ein SLA-Reporting-Werkzeug zur Generierung von monatlichen Kundenreports oder ein Abrechnungssystem zur Berechnung der Nutzungskosten. In Analogie zum Netz- und Systemmanagement soll an dieser Stelle auch ein integriertes Dienstmanagement auf Basis einer *Dienstmanagementplattform* genannt werden. Wie jedoch in 2.2.2 erläutert, ist eine *Dienstmanagementplattform* mit einheitlichem Informations-, Organisations-, Kommunikations- und Funktionsmodell nicht vorhanden. Theoretisch wird das Dienstmanagement auf Basis dieser Dienstmanagementplattform erbracht, in der Praxis setzt sich das Dienstmanagement von Org_B aus einer Sammlung von isolierten Werkzeugen zusammen, die in einer nur bedingt integrierten Art und Weise Dienstmanagementaufgaben wahrnehmen. An der CSM-Schnittstelle ist für den Kunden nicht erkennbar, ob die dort bereitgestellten Managementinformationen aus einer integrierten Dienstmanagementplattform stammen, oder von isolierten Managementwerkzeugen bereitgestellt werden. Die aus dieser Verschattung resultierenden Problematiken für die Realisierung von CSM-Schnittstellen werden im nächsten Abschnitt diskutiert.
Das $DM_{Basisdienst}$ setzt zur Erbringung seiner Aufgaben auf den CSM-Schnittstellen der Subdienste und den Managementwerkzeugen der Komponenten auf. Diese Schichtung, d.h. das Dienstmanagement setzt auf dem Netz, System- und Anwendungsmanagement auf, wird allgemein als Teil der Managementpyramide ([HAN 99], [ITU M.3010]) angesehen. Das Dienstmanagement bezüglich des $Mehrwertdienst$ ($DM_{Mehrwertdienst}$) von Org_A überwacht den abonnierten $Basisdienst$ an der CSM-Schnittstelle $CSM_{Basisdienst}$.

Zusammenfassend werden mit dem verallgemeinerten Szenario folgende Aspekte abgedeckt:

1. Zu jedem Dienst existiert eine korrespondierende CSM-Schnittstelle.
2. CSM-Schnittstellen ermöglichen es den Kunden, ihre abonnierten Dienste in eingeschränktem Maße selbst zu managen, d.h. CSM stellt eine logische, dienst- und kundenorientierte Sichtweise auf das Dienstmanagement des Anbieters bereit.
3. CSM-Schnittstellen ermöglichen die Schichtung von Diensten und somit die Bildung von komplexen Diensthierarchien. Das Zusammensetzen von Diensten aus Subdiensten ist nur

bei Vorhandensein von korrespondierenden CSM-Schnittstelle sinnvoll, um einen notwendigen Zugriff auf Managementinformationen bzgl. des Subdienstes zu gewährleisten.

4. CSM-Schnittstellen setzten auf dem Dienstmanagement des Anbieters auf, d.h. theoretisch auf einer integrierten Dienstmanagementplattform, in der Praxis auf isolierten (Dienst-) Managementwerkzeugen und Netz- und Systemmanagementplattformen.

Problematiken

Die bei den beiden konkreten Szenarien identifizierten Hauptproblematiken zeigen sich auch beim verallgemeinerten CSM-Szenario:

Heterogenität innerhalb der Managementdomäne von Org_A: In einem verallgemeinerten Szenario ist davon auszugehen, daß die CSM-Schnittstelle $CSM_{Basisdienst}$ nicht nur auf isolierten Managementwerkzeugen, sondern auch auf Plattformen aus den Bereichen des Dienst-, Anwendungs-, System- und Netzmanagements aufsetzt. An der CSM-Schnittstelle $CSM_{Basisdienst}$ soll eine einheitliche Sichtweise auf alle beteiligten Managementanwendungen bereitgestellt werden, an der die Herkunft der jeweiligen Managementinformation verschattet wird. Die Hauptproblematik ist dabei, daß nicht nur die existierenden Netz- und Systemmanagementplattformen auf unterschiedlichen Managementarchitekturen basieren, sondern daß zusätzlich die den zukünftigen Dienst- und Anwendungsmanagementplattformen zugrundeliegenden Managementarchitekturen nicht absehbar sind. Daraus resultiert, daß eine CSM-Architektur zur Beschreibung der Realisierung und des Betriebs von CSM-Schnittstellen beliebige heterogene Managementplattformen und -werkzeuge in Bezug auf die zugrundeliegende Managementarchitekturen berücksichtigen muß. Zusätzlich ist eine generische Beschreibung des Zusammenspiels der beteiligten Managementanwendungen erforderlich, d.h. es muß festgelegt werden, welche Anwendung als Quelle bzw. Senke von Informationsflüssen, die für den Betrieb einer CSM-Schnittstelle notwendig sind, verantwortlich ist.

Heterogenität zwischen den Managementdomänen von Org_A und Org_B: Das verallgemeinerte CSM-Szenario zeigt aber auch, daß die CSM-Schnittstelle $CSM_{Basisdienst}$ nicht nur auf heterogene Managementinformation aus dem $DM_{Basisdienst}$ zugreift, sondern diese Objekte auch Werkzeugen beliebiger Architekturen bereitstellen muß: Das $DM_{Mehrwertdienst}$ überwacht den $Basisdienst$ an der CSM-Schnittstelle $CSM_{Basisdienst}$. In Analogie zum $DM_{Basisdienst}$ handelt es sich beim $DM_{Mehrwertdienst}$ ebenfalls um beliebige Managementwerkzeuge oder -plattformen. Die CSM-Schnittstelle $CSM_{Basisdienst}$ muß die Managementobjekte bzgl. des $Basisdienstes$ somit Managementanwendungen basierend auf beliebigen Managementarchitekturen bereitstellen können.

2.3 Anforderungen an eine CSM-Architektur

Nachdem in Abschnitt 2.2 die Semantik der verwendeten Begriffe festgelegt wurde und zusätzlich auf Basis des verallgemeinerten CSM-Szenarios die Hauptproblematiken bei der Realisierung und dem Betrieb von CSM-Schnittstellen aufgezeigt wurden, sind damit alle Voraussetzungen erfüllt, um in diesem Abschnitt umfassende Anforderungen an eine CSM-Architektur zu identifizieren. Auf Basis der in Abbildung 2.12 dargestellten vier Anforderungsklassen werden die Anforderungen an eine CSM-Architektur strukturiert. Alle identifizierten Anforderungen an die CSM-Architektur gelten dabei für beliebige CSM-Schnittstellen, da das verallgemeinerte CSM-Szenario von realen Diensten, Organisationsstrukturen und Managementumgebungen abstrahiert. Zusätzlich fließen in die Anforderungen auch die Erfahrungen und Erkenntnisse, die im Zuge des praktischen Betriebs von CSM-Schnittstellen gewonnen wurden, ein. Um die auf Basis des verallgemeinerten CSM-Szenarios identifizierten Anforderungen auch technikbezogen, operativ und praxisnah beschreiben zu können, werden sie bei Bedarf zusätzlich innerhalb eines der beiden konkreten Szenarien (siehe 2.1) erläutert.

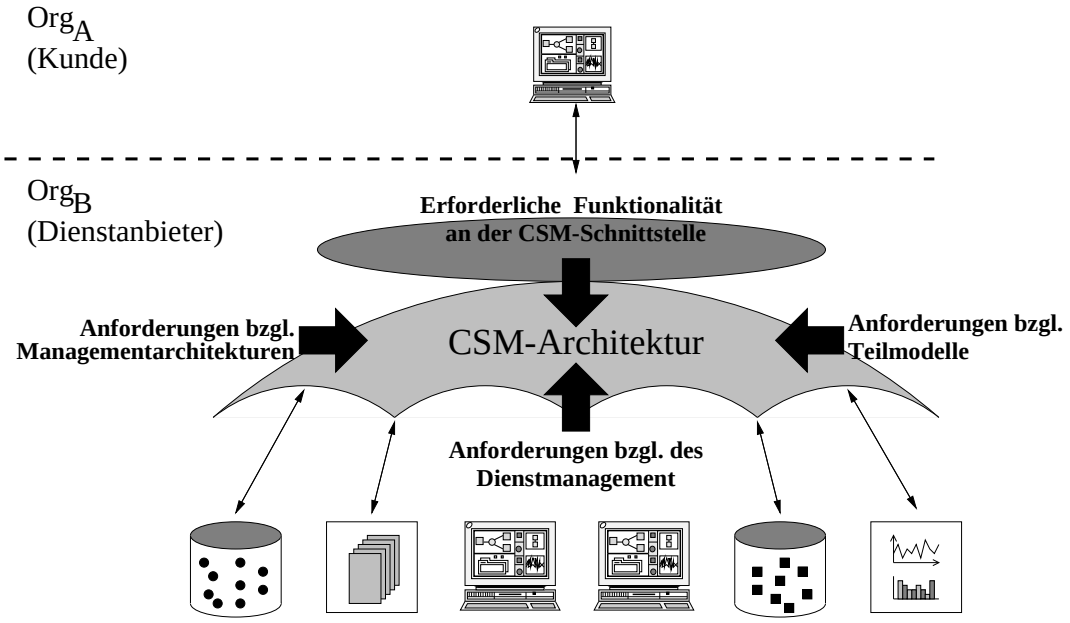

Abbildung 2.12: Anforderungen an die CSM-Architektur

1. **Allgemeine Anforderungen bezüglich Managementarchitekturen:** In verteilten Managementumgebungen allgemein, und speziell in organisationsübergreifenden Managementbeziehungen, wie sie im verallgemeinerten CSM-Szenario vorgestellt wurden, bestehen grundlegende Anforderungen an die Beschreibung und Übermittlung von Informationen sowie Mechanismen zum Zugriff auf Managementfunktionen. Diese Aspekte werden typischerweise innerhalb von Managementarchitekturen beschrieben. Aus diesem Grund wird der Architekturbegriff innerhalb dieser Arbeit im Sinne einer Managementarchitektur verstanden. Dies impliziert, daß die CSM-Architektur auch allen Anforderungen genügen muß,

die allgemein an Managementarchitekturen gestellt werden. Abschnitt 2.3.1 beschäftigt sich daher mit grundlegenden Anforderungen an Managementarchitekturen, übertragen auf die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung.

2. **Anforderungen bezüglich der Teilmodelle:** Managementarchitekturen gelten im Gegensatz zu isolierten Werkzeugen als Voraussetzung für offene Plattformen und damit für ein integriertes Management. Soll eine Architektur für ein integriertes Management in heterogener Umgebung geeignet sein, müssen alle vier Teilmodelle (Informations-, Organisations-, Kommunikations- und Funktionsmodell) in herstellerübergreifender Weise ausgeprägt sein. Wie das CSM-Szenario zeigt, ist es eine Hauptaufgabe von CSM, den Informationsaustausch zwischen proprietären Managementwerkzeugen (z.B. XACCTusage), Plattformen standardisierter Managementarchitekturen (z.B. HP OV NNM) und anderen, nicht Management-spezifischen Anwendungen (z.B. X.500 Verzeichnis) sowie zwischen Organisations- und Administrationsdomänen zu ermöglichen. Daher werden in Abschnitt 2.3.2 Anforderungen bezüglich aller vier Teilmodelle an die CSM-Architektur gestellt, um einen integrierten und übergreifenden Informationsaustausch zwischen allen beteiligten Informationsquellen zu ermöglichen. Diese Kriterien können aber auch zusätzlich dazu herangezogen werden, die existierenden Managementarchitekturen für ihre Eignung zur Lösung für die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung zu beurteilen.

3. **Anforderungen bezüglich des Dienstmanagements:** Wie das verallgemeinerte CSM-Szenario zeigt, setzt die CSM-Schnittstelle auf den vom Dienstanbieter eingesetzten Managementwerkzeugen auf und realisiert eine einheitliche, logische und kundenorientierte Sichtweise auf das gesamte Dienstmanagement des Anbieters. Daraus resultiert, daß die CSM-Architektur eine eindeutige Einordnung und Abgrenzung zwischen den vom Anbieter eingesetzten Managementwerkzeugen und der darauf aufsetzenden CSM-Schnittstelle definieren muß. Diesen Anforderungen bezüglich des Dienstmanagements ist Abschnitt 2.3.3 gewidmet.

4. **Erforderliche Funktionalität an der CSM-Schnittstelle:** Schließlich fließen neben strukturellen Anforderungen an die CSM-Architektur auch Kriterien bezüglich der Managementinteraktionen und -funktionen ein, die dem Kunden an der CSM-Schnittstelle bereitgestellt werden sollen. Abschnitt 2.3.4 gibt daher einen Überblick, welche Funktionen und Interaktionen von der CSM-Architektur berücksichtigt und unterstützt werden müssen.

Die im folgenden aus dem verallgemeinerten CSM-Szenario abgeleiteten Anforderungen dienen als Basis zur Beurteilung existierender Ansätze, Standards und Arbeiten in Bezug auf die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung. Zusätzlich dienen diese Anforderungen dazu, einen Ausgangspunkt bereitzustellen, auf dem aufsetzend die CSM-Architektur in Kapitel 4 und eine Methodik zur Anwendung der Architektur in Kapitel 5 gewonnen werden können.

2.3.1 Allgemeine Anforderungen bezüglich Managementarchitekturen

Allgemein ist es die Aufgabe von Managementarchitekturen, die Beschreibung und Übermittlung von Managementinformationen sowie den Zugriff auf Managementfunktionalität festzulegen. Wie das verallgemeinerte CSM-Szenario aufzeigt, erlaubt die CSM-Schnittstelle den Austausch von Informationen und den Zugriff auf Funktionen zwischen den verschiedenen Managementwerkzeugen von Org_A in Kundenrolle und Org_B in Dienstanbieterrolle. Daher wird der Architekturbegriff in dieser Arbeit im Sinne einer Managementarchitektur verstanden. Dies impliziert, daß die CSM-Architektur allen Anforderungen genügen muß, die allgemein an Managementarchitekturen gestellt werden. In [Kell 98] werden allgemeine Anforderungen an Managementarchitekturen aufgeführt, die folgendermaßen auf die CSM-Architektur übertragen werden können:

Zuverlässiger Datentransfer zwischen Managementsystemen: Der zuverlässige Datenaustausch zwischen den Managementsystemen von Org_A und Org_B stellt allgemein eine Grundanforderung an CSM dar. Ist dieser Datentransfer aus irgendwelchen Gründen unterbrochen, hat dies gravierende Auswirkungen auf den Managementbetrieb von Org_A, da Störungen evtl. nicht dem $Basisdienst$ zugeordnet werden können. Am Beispiel des G-WiN-Szenarios soll dies veranschaulicht werden: Bekommt das LRZ beispielsweise von einem LMU-Institut ein Mailproblem gemeldet, muß es in der Lage sein zu überprüfen, ob der Fehler bzgl. des Maildienstes innerhalb des MWN anzusiedeln ist, oder ob ein Verbindungsproblem innerhalb des IP-Dienstes des DFN-Vereins vorliegt. Für die Einhaltung der gegenüber der LMU vereinbarten Dienstgüte ist das LRZ auf aktuelle und zuverlässige Managementinformationen bezüglich des IP-Dienstes des DFN-Vereins angewiesen. Insbesondere vor dem Hintergrund der Dienstvereinbarungen und den darin ausgehandelten Eskalationsmechanismen und Vertragsstrafen ist ein zuverlässiger Datentransfer zwischen den Managementsystemen der beteiligten Organisationen essentiell.

Skalierbarkeit: Die Informationsmodellierung innerhalb der CSM-Architektur muß Mechanismen zum effizienten Zugriff auf eine sehr große Anzahl von Managementobjekten vorsehen. Ein Beispiel aus dem Abrechnungsmanagement im G-WiN-Szenario soll diese Tatsache verdeutlichen: Für die Kunden des IP-Dienstes ist die Aufstellung der verbrauchten Ressourcen ein wesentliches Abrechnungsmerkmal, insbesondere vor dem Hintergrund der Einhaltung der vereinbarten Volumenklasse. Eine detaillierte Aufstellung des eingehenden und ausgehenden Datenverkehrs eines jeden Kunden (>700 Kunden im G-WiN) basierend auf Tagesstatistiken bezogen auf ein Kalenderjahr ergibt bei 4 Byte Zählern ca. 2 MByte Daten. Werden neben gesendeten bzw. empfangenen Datenvolumen noch die Verkehrsbeziehungen zwischen den einzelnen Kunden bereitgestellt, ergibt sich bereits ein Datenaufkommen von ca. 1,3 GByte. Diese Informationen über Verkehrsbeziehungen im Wissenschaftsnetz liefern einen wichtigen Beitrag für Kapazitätsplanungen und Ressourcenoptimierungen der Kunden.

Effiziente Übertragung großer Datenmengen: Oft müssen zwischen den Managementsystemen von Org_A und Org_B große Datenmengen ausgetauscht werden. Dazu zählen beispielsweise monatliche Abrechnungsreports über die Dienstnutzung und die verbrauchten Ressourcen, Reports über die Einhaltung/Verletzung der vereinbarten Dienstgüte-Parameter, usw. Folglich müssen die innerhalb der CSM-Architektur verwendeten Kommunikationsmechanismen auf eine effiziente Übertragung auch großer Datenmengen ausgerichtet sein.

Sicherheitsmechanismen: Die innerhalb der CSM-Architektur beschriebenen Kommunikationsmechanismen müssen sicherstellen, daß allgemeine Bedrohungen wie Maskerade, Mitlesen, Modifikation, Verzögerungen und Vervielfältigungen verhindert werden. Insbesondere vor dem Hintergrund des Service Orderings und der Abrechnung ist die Integrität der zwischen Org_A und Org_B ausgetauschten Informationen eine Grundvoraussetzung.

Reifegrad: Der Reifegrad einer Managementarchitektur ist ein wichtiges Entscheidungskriterium. Insbesondere der Stand der Standardisierung und der Abdeckungsgrad der spezifizierten Funktionsbereiche sind wichtige Aspekte für die universelle Einsetzbarkeit der Architektur. Der Reifegrad einer Managementarchitektur zeigt aber auch an, wie verbreitet die jeweilige Architektur ist, d.h. inwieweit Hersteller von Managementwerkzeugen dazu übergehen, ihre Produkte auf Basis dieser Managementarchitektur zu realisieren. In Bezug auf die CSM-Architektur eignet sich der Reifegrad als Beurteilungskriterium für existierende Managementarchitekturen, ob diese als Basis für die CSM-Architektur herangezogen werden können. D.h. inwieweit die auf dieser Architektur basierende Managementwerkzeuge als Informationsquellen relevant sind und somit die Managementarchitektur von der CSM-Architektur berücksichtigt werden muß.

Wie eingangs in diesem Abschnitt motiviert, wird der Architekturbegriff innerhalb dieser Arbeit im Sinne einer Managementarchitektur verstanden. Andere Architekturbegriffe spielen in vielen Bereichen der Informatik eine große Rolle. Gerade im Bereich der Softwareentwicklung werden Architekturen herangezogen, um verschiedene Freiheitsgrade bei der Entwicklung eines Gesamtsystems modellieren zu können. Beispiele für Architekturen aus diesem Bereich sind: Die Softwarearchitektur beschreibt diejenigen Applikationen, Softwarebausteine und Kommunikationsinfrastrukturen (Middleware), aus denen sich das Gesamtsystem zusammensetzt. Die Hardwarearchitektur modelliert die in das Gesamtsystem involvierten/integrierten Rechensysteme und deren Vernetzung. Unter einer Systemarchitektur kann das Zusammenspiel aller involvierten Bausteine (z.B. der Soft- und Hardwarearchitektur) und deren Integration in Organisationsstrukturen verstanden werden. Bei allen drei Vertretern spielen grundlegende Technologiefestlegungen eine wichtige Rolle, z.B. 3-Schichten-Architektur, Datenhaltung, Kommunikationstechnologie, Verteilung, Programmiersprachen, Prozesse, usw. Allgemein lassen sich aus der Sichtweise der Softwareentwicklung die folgenden beiden Anforderungen an die CSM-Architektur ableiten: Die CSM-Architektur soll ausreichende Festlegungen definieren, um eine **stabile und anwendbare CSM-Schnittstelle** zu beschreiben. Nur damit ist sichergestellt, daß dem Dienstanbieter ein brauchbares Hilfsmittel an die Hand gegeben wird, mit dem er für einen ausgewählten Dienst eine korrespondierende CSM-Schnittstelle planen, aufbauen und be-

treiben kann. Andererseits soll die CSM-Architektur aber auch **genügend Freiheitsgrade für Anpassungen und Erweiterungen** ermöglichen, um sie in einem weiten Spektrum von TK- und IT-Diensten und deren spezifischen Managementumgebungen einsetzen zu können.

2.3.2 Anforderungen bezüglich der Teilmodelle

Neben diesen allgemeinen Kriterien spielen in Bezug auf Managementarchitekturen die vier Teilmodelle (Organisations-, Informations-, Kommunikations- und Funktionsmodell) eine wichtige Rolle. Sie dienen dazu, verschiedene Aspekte des integrierten Managements in herstellerübergreifender Weise zu spezifizieren (siehe 2.2.1). Gerade in Hinblick auf die Problematik der Übergänge zwischen verschiedenen Managementarchitekturen spielen diese Teilmodelle auch eine entscheidende Rolle zur Strukturierung der notwendigen und komplexen Abbildungen. Für einen integrierten Übergang zwischen zwei Managementarchitekturen müssen die Abbildungen aller vier Teilmodelle aufeinander und in beiden Richtungen vollständig spezifiziert werden (die Abbildung von Teilmodellen wird z.B. in [HAN 99] beschrieben).

Beide Szenarien verdeutlichen, daß gerade bei CSM an vielen Stellen Architekturübergänge auftreten werden: So ist davon auszugehen, daß nicht nur die Managementumgebungen von Kunde und Dienstanbieter heterogen sind, sondern auch, daß Kunde und Anbieter jeweils Werkzeuge basierend auf unterschiedlichen Architekturen einsetzen. Im G-WiN Szenario werden Architekturübergänge ausschließlich zwischen verschiedenen Organisationen beschrieben, z.B. ist eine Anpassung und Abbildung im Rahmen des CSM-SDH zwischen den OSI/TMN-basierten Managementsystemen der DeTeSystem und der Internet-basierten Plattform des DFN-Verein notwendig. Das Internet Service Provider Szenario zeigt, daß aber auch innerhalb einer Organisation Architekturübergänge auftreten. Neben der Internet-basierten Netzmanagementplattform HP OV NNM und der CORBA-basierten Systemmanagementplattform von Tivoli werden weitere isolierte Werkzeuge basierend auf proprietären Modellen eingesetzt.

Die CSM-Architektur muß das Zusammenspiel zwischen allen diesen unterschiedlichen Managementanwendungen sicherstellen. Es ist aber nicht das Ziel dieser Arbeit, eine Dienstmanagementarchitektur einzuführen, sondern das Zusammenspiel unterschiedlicher Managementarchitekturen in Bezug auf CSM, d.h. den Austausch von Managementinformationen zwischen Kunde und Dienstanbieter, zu ermöglichen. Es ist dabei zu untersuchen, inwieweit die CSM-Architektur auf Basis von existierenden Managementarchitekturen realisiert werden kann oder stattdessen alternative Lösungsansätze gefunden werden müssen. Im letzteren Fall muß aber Wert darauf gelegt werden, daß keine weitere Managementarchitektur entworfen wird.

Zur Identifikation und Strukturierung der daraus resultierenden Anforderungen an die CSM-Architektur sollen die Teilmodelle von Managementarchitekturen herangezogen werden:

Informationsbeschreibung: Die Informationsmodellierung innerhalb der CSM-Architektur muß eine umfassende und integrierte Informationsbasis bereitstellen, deren Objekte eine einheitliche, kundenorientierte und dienstspezifische Sichtweise auf das Dienstmanagement des Anbieters darstellen. Diese Managementobjekte müssen dabei in einer Art und Weise beschrieben werden, die eine Abbildung auf die Informationsmodelle der bei Kunde und

Anbieter eingesetzten Managementplattformen und Managementwerkzeugen (bzw. der den Anwendungen zugrundeliegenden Managementarchitekturen) erlaubt. Es muß berücksichtigt werden, daß die von Kunde und Dienstanbieter eingesetzten Managementanwendungen unter Umständen auf unterschiedlichen Informationsmodellen basieren. In beiden konkreten Szenarien basieren die eingesetzten Plattformen auf gängigen Architekturen und somit deren Informationsmodellen (Internet-SMI, OSI-SMI). Isolierte Managementwerkzeuge (z.B. InfoVista zum Reporting oder XACCTusage zur Abrechnung) nutzen in der Regel aber proprietäre Informationsbeschreibungen.

Beschreibung von Organisationsaspekten: Die CSM-Architektur soll den organisationsübergreifenden Kontext, in dem CSM den Austausch von Managementinformationen und -funktionen zwischen Kunde und Dienstanbieter bereitstellt, näher definieren. Dazu müssen die involvierten Akteure, ihre Gruppenzugehörigkeiten und ihre Kooperationsbeziehungen untereinander identifiziert und spezifiziert werden. Insbesondere Dienstanbieter-interne Abhängigkeiten und Beziehungen der CSM-Schnittstelle $CSM_{Basisdienst}$ zu allen involvierten Managementwerkzeugen des $DM_{Basisdienst}$ müssen allgemein und generisch formalisiert und beschrieben werden. Für die CSM-Schnittstelle bzgl. der Internetdienste aus dem ISP-Szenario muß beispielsweise spezifiziert werden, welche Werkzeuge als Quellen bzw. Senken von Informationsflüssen im Zuge der Bereitstellung und des Betriebs der CSM-Schnittstelle involviert werden müssen. D.h., es muß z.B. festgelegt werden, aus welchen Werkzeugen Abrechnungsinformationen oder Kundendaten gewonnen werden können oder inwieweit elektronisch Störungsmeldungen abgesetzt werden können.

Beschreibung von Kommunikationsvorgängen: Die Beschreibung der Kommunikationsvorgänge innerhalb der CSM-Architektur umfaßt die Festlegung der kommunizierenden Partner und des Kommunikationsmechanismus, d.h. Vorgaben zur Verwendung von Diensten und Protokollen.
Weiterhin muß die CSM-Architektur sowohl asynchrone als auch synchrone Kommunikationsformen unterstützen, um einerseits aktuelle und dringende Ereignismeldungen, wie z.B. aktuelle Fehlersituationen oder QoS-Verletzungen, zu übermitteln oder andererseits große Datenmengen, wie z.B. Abrechnungs- oder Performancereports zu übertragen.
Die CSM-Architektur soll aber nicht das der Kommunikation zwischen den involvierten Kommunikationspartnern (Werkzeuge des Kunden/Anbieters) zugrundeliegende Managementprotokoll festlegen, dies erfolgt erst zum Zeitpunkt der Anwendung der CSM-Architektur. Dies liegt darin begründet, daß je nach Managementumgebung und korrespondierendem Dienst jeweils verschiedene Protokolle zu bevorzugen sind: Beispielsweise ist im Internet-Umfeld SNMP oder IIOP/CORBA gegenüber CMIP zu bevorzugen, da CMIP dort kaum Verbreitung gefunden hat. Für Router, Switches oder Endgeräte existieren meist keine oder nur sehr teure Implementierungen von OSI-basierten Managementagenten. Dagegen wird im TK-Umfeld CMIP/CMIS oder GIOP/CORBA zu bevorzugen sein, da CMIP dort State-of-the-Art und GIOP/CORBA eine zukünftige Alternative darstellt. Eventuell können der CSM-Kommunikation auch verschiedene Protokolle zugrundeliegen: Für häu-

fig, kurze Zustandsmeldungen eignet sich möglicherweise SNMP besser als IIOP oder CMIP, für große Datenmengen (Abrechnungsreports) ist dagegen SNMP ungeeignet.

Strukturierung von Managementfunktionalität: Im Zuge der CSM-Architektur müssen zwei Aspekte bezüglich Managementfunktionalität unterschieden werden. Auf der einen Seite die CSM-Funktionalität, die dem Kunden bezüglich seines abonnierten Dienstes an der CSM-Schnittstelle zur Verfügung gestellt wird. Der Kunde nutzt diese Funktionen, um seinen abonnierten Dienst selbst zu managen. Welche Funktionen und Interaktionen dabei eine Rolle spielen, wird ausführlich im nächsten Abschnitt behandelt. Aus dem Blickwinkel des Funktionsmodells muß sich die CSM-Architektur allerdings mit denjenigen Funktionsbausteinen beschäftigen, die zur Realisierung der CSM-Schnittstelle notwendig sind. Diese Bausteine beschreiben, wie die Interaktionen an der CSM-Schnittstelle auf die Funktionalität geeigneter Managementwerkzeuge des Anbieters abgebildet werden kann und welche Aktionen dabei durchzuführen sind.

Ein einfaches Beispiel aus dem Bereich des Problemmanagements des ersten Szenarios soll diese Unterscheidung verdeutlichen: Der Kunde des ISPs soll an der CSM-Schnittstelle die Möglichkeit haben, Fehlermeldungen bzgl. der Internetdienste abzusetzen. Die Aufgabe der CSM-Architektur ist es nun, die Fehlermeldung an das Trouble Ticket System des ISP weiterzuleiten, d.h. ein Trouble Ticket im ARS zu öffnen. Den differenzierenden Mehrwert, den die CSM-Architektur gegenüber der ARS WWW-Schnittstelle liefern soll, ist es, nicht nur die Meldung einfach weiterzuleiten, sondern bereits automatisch das Trouble Ticket mit kundenspezifischen Informationen bzgl. des Dienstes wie z.B. vereinbarte Eskalationen, aktuellen Konfigurationen usw. anzureichern. Damit kann der Mitarbeiter des Help Desk bereits mit notwendigen und essentiellen Informationen versorgt werden und somit die zeitintensive Suche nach diesen Informationen vermieden werden.

Diese Funktionen der CSM-Architektur sollen einen Baukasten darstellen, mit dem ein Dienstanbieter für einen gewählten Dienst eine korrespondierende CSM-Schnittstelle planen, aufbauen und realisieren kann. Diese werden im weiteren die Funktionen der CSM-Architektur genannt und ihre Aufgabe ist es, den Gesamtaufgabenkomplex *CSM-Architektur* anhand von geeigneten Kriterien in einzelne Funktionsbereiche aufzuteilen und zu strukturieren. In Analogie zu Funktionsmodellen von Managementarchitekturen sollen sich die Funktionsbereiche aus verschiedenen Funktionen zusammensetzen. Die Funktionen sollen generisch, d.h. unabhängig vom korrespondierenden Dienst definiert und beschrieben werden. Für konkrete TK- oder IT-Dienste sollen die Funktionen im Sinne der Objektorientierung spezialisiert werden, um die spezifischen Managementeigenschaften des Dienstes berücksichtigen und an der CSM-Schnittstelle anbieten zu können. Die geforderte Methodik zur Anwendung der CSM-Architektur soll eine Vorgehensweise zur Spezialisierung der generischen Funktionen anhand der spezifischen Eigenschaften eines Dienstes beinhalten. Schließlich muß die CSM-Architektur in der Lage sein, um zukünftige Funktionen erweitert werden zu können.

Die aus den Teilmodellen von Managementarchitekturen abgeleiteten Anforderungen an die CSM-Architektur können auch dazu herangezogen werden, existierende Managementarchitek-

turen dahinhegend zu untersuchen, inwieweit diese als Realisierungsgrundlage für die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung geeignet sind (siehe Kapitel 3).

2.3.3 Anforderungen bezüglich des Dienstmanagements

Wie das verallgemeinerte CSM-Szenario zeigt, setzt die CSM-Schnittstelle $CSM_{Basisdienst}$ auf den Dienstmanagementwerkzeugen von Org_B auf und realisiert eine kundenspezifische, logische und dienstspezifische Sichtweise auf die von diesen Werkzeugen verwalteten Managementobjekte. Für die Bereitstellung einer CSM-Schnittstelle ist es also unbedingt erforderlich, eine klare Schnittstelle zwischen der CSM-Schnittstelle einerseits und den Managementwerkzeugen andererseits zu schaffen. Es müssen die involvierten Werkzeuge einerseits identifiziert und andererseits ihre Aufgaben und Verantwortungsbereiche eindeutig festgelegt werden.
Die folgenden Kriterien beschäftigen sich daher mit der Einordnung und Abgrenzung der CSM-Architektur von anderen Aspekten des Dienstmanagements.

Anwendbar für beliebige Dienste: Wie in 2.2.2 vorgestellt wird, umfaßt das Dienstmanagement die Planung, die Bereitstellung und den Betrieb beliebiger Dienste. Unter diesen Diensten können sowohl Telekommunikationsdienste, wie Weitverkehrsnetze (SDH-Dienst), als auch IT-Dienste (WWW, Mail,...) verstanden werden. Neben klassischen Kommunikationsdiensten (z.B. IP-Dienste, ATM-Dienste, LAN-Dienste, usw.) treten allerdings Anwendungsdienste (z.B. WWW, Mail, SAP/R3-Outsourcing, usw.) immer mehr in den Vordergrund.
Die CSM-Architektur muß in der Lage sein, für beliebige Dienste (TK- oder IT-Dienste, Kommunikations- oder Anwendungsdienste, mit kurzen oder langen Vertragslaufzeiten) die Realisierung einer CSM-Schnittstelle, aufsetzend auf den Werkzeugen des Dienstmanagements, zu beschreiben.

Unterstützung aller Phasen des Dienstlebenszyklus: Das Management dieser Dienste fokussiert in der Regel auf die Betriebsphase, d.h. die Hauptaufgabe liegt darin, die Einhaltung der vertraglich vereinbarten Dienstgüte sicherzustellen. Dies liegt darin begründet, daß diese Dienste auf Verträgen mit relativ langer Laufzeit beruhen und oft nur für relativ wenige Kunden betrieben werden (keine Massendienste). Beispiele dafür sind der SDH-Dienst der DeTeSystem oder der IP-Dienst des DFN-Verein mit Laufzeiten von mehreren Jahren. Mit dem zunehmenden Bedürfnis der Kunden an Diensten mit kurzen Laufzeiten, z.B. eine Punkt-zu-Punkt Verbindung zwischen zwei Standorten für eine Videokonferrenz für zwei Stunden (z.B. Connect-Dienst des DFN-Verein), gewinnen die Phasen Bestellung und Bereitstellung des Dienstes für das Management eine immer größere Bedeutung.
Die CSM-Architektur muß in der Lage sein, alle Phasen des Dienstlebenszyklus zu unterstützen.

CSM-Architektur als Teil des Dienstmanagements: Obwohl die CSM-Schnittstelle eine logische, kundenorientierte Sichtweise auf die Dienstmanagementwerkzeuge des Anbieters bereitstellt, ist die CSM-Schnittstelle und damit die CSM-Architektur ein Teil des gesam-

ten Dienstmanagements nach 2.2.2. Daher soll und kann die CSM-Architektur keine eigenständige oder neue (Dienst-) Managementarchitektur darstellen, sondern soll ausschließlich die Kommunikation und Koordinierung der verschiedensten Managementwerkzeuge ermöglichen. Die CSM-Architektur beschreibt somit nur den Teil des gesamten Dienstmanagements, das sich mit der Realisierung von CSM-Schnittstellen, d.h. der Bereitstellung von Managementinformationen und -funktionen durch den Anbieter an seine Kunden, beschäftigt.

CSM-Architektur als *Managementschirm*: Das verallgemeinerte CSM-Szenario zeigt, daß es für den Kunden (Org_A) unwichtig ist, woher der Anbieter die an der CSM-Schnittstelle bereitgestellten Informationen gewinnt, für ihn ist es nur wichtig, daß diese Informationen den Zustand und die Qualität des korrespondierenden Dienstes hinreichend beschreiben. Weiterhin ist es für den Kunden wichtig, daß die Informationen und Funktionen an der CSM-Schnittstellen einheitlich und leicht verständlich vorliegen. Ein Kunde des ISP aus dem ersten Szenario will beispielsweise an einer Schnittstelle einheitlich, d.h. mit dem gleichen Kommunikationsmechanismus, auf seine monatlichen Abrechnungsreports, seine abgesetzten Problemmeldungen oder die aktuellen SLA-Reports zugreifen, um nicht unnötig Zeit bei der unbefriedigenden und langwierigen Suche nach Informationen auf diversen WWW-Servern, Mailing-Listen, durch den Anruf bei Hotlines oder durch eigene Diagnoseschritte zu verlieren.
Zur Verschattung der Heterogenität und zur geeigneten Koordinierung von Managementteilsystemen wird im Zuge eines unternehmensweiten Managements nach [HeAb 94] ein sog. *Managementschirm* über sämtliche Managementteilsysteme aufgespannt. In Analogie dazu soll die CSM-Architektur einen Managementschirm auf die Managementwerkzeuge des Dienstanbieters aufspannen, um die Informationsflüsse zwischen den Managementwerkzeugen und der CSM-Schnittstelle zu koordinieren und gleichzeitigt die Heterogenität der eingesetzten Werkzeuge zu verschatten.

Abhängigkeiten zum Dienstmanagement: Im ISP-Szenario werden vom Dienstanbieter verschiedene Managementwerkzeuge zum Betrieb seiner Internetdienste eingesetzt. Diese Werkzeuge sind typische Beispiele komponentenorientierter Managementanwendungen, wie sie in vielen anderen Szenarien auch anzutreffen sind. Das verallgemeinerte CSM-Szenario zeigt, daß aber beliebige Managementanwendungen und vor dem Hintergrund des Paradigmenwechseln vom Netz- und Systemmanagements zum Dienstmanagement vor allem dienstorientierte Managementwerkzeuge berücksichtigt werden müssen. Daher soll die CSM-Architektur allgemein und generisch festlegen, welche Informationsquellen (z.B. Managementwerkzeuge) zur Realisierung einer CSM-Schnittstelle involviert werden müssen und welche Funktionalität diese bereitzustellen haben.
Die CSM-Architektur soll die Abhängigkeiten der CSM-Schnittstelle von Managementinformationsquellen in Form von Informationsflüssen, Kommunikationsbeziehungen und Schnittstellen spezifizieren. Bei der Planung einer CSM-Schnittstelle dienen diese Abhängigkeiten dem Anbieter dazu, seine Managementumgebung dahingehend zu analysieren, inwieweit benötigte Informationsquellen von bereits existierenden bzw. eingesetzten Werk-

zeugen abgedeckt werden oder aber entsprechende, neue Werkzeuge zusätzlich in seine Managementumgebung zu integrieren sind.

Integrationsaspekte: Ein wesentlicher Aspekt im Hinblick auf die CSM-Architektur ist sicherlich die Integration der Informationen und Funktionen bezüglich der Managementumgebungen von Kunde und Anbieter. Die CSM-Schnittstelle $CSM_{Basisdienst}$ setzt auf verschiedenen, heterogenen Managementwerkzeugen des $DM_{Basisdienst}$ zur Informationsgewinnung auf und stellt diese verschiedenen, heterogenen Werkzeugen des $DM_{Mehrwertdienst}$ bereit. Zur Verdeutlichung des Integrationsaspektes soll auf das G-WiN-Szenario verwiesen werden: Dort erfolgt keine Integration der an den CSM-Schnittstellen (CSM-GWiN-IP, CSM-MWN-IP) bereitgestellten Funktionalität und Information in die Werkzeuge der jeweiligen Kunden, sondern es werden zusätzliche isolierte Anwendungen bereitgestellt. Eine wesentliche Anforderung an die CSM-Architektur ist sicherlich, daß zwischen den Werkzeugen von Kunde und Anbieter ein integrierter Austausch, im Sinne des integrierten Managements [HAN 99] erfolgt und nicht nur ein Zugriff über ein isoliertes Managementwerkzeug.

Mandantenfähigkeit: Die Mandantenfähigkeit spielt auch für die CSM-Architektur eine wichtige Rolle. Im verallgemeinerten CSM-Szenario wird zwar explizit nur ein Kunde (Org_A) bzgl. des $Basisdienstes$ modelliert, aber wie auch das G-WiN-Szenario zeigt, sind Dienste mit beliebig vielen Kunden denkbar. Im G-WiN-Szenario wird beispielsweise der G-WiN IP-Dienst des DFN-Vereins von mehreren hundert Kunden (Universitäten und wissenschaftlichen Einrichtungen in Deutschland) genutzt. Bezüglich des CSM-GWiN-IP muß sichergestellt sein, daß den verschiedenen Kunden jeweils spezifische und angepaßte CSM-Informationen und Funktionen bereitgestellt werden müssen. Es muß sichergestellt sein, daß ein Kunde nicht auf vertrauliche Daten, z.B. den Abrechnungsreport, eines anderen Kunden zugreifen kann.

2.3.4 Erforderliche Funktionalität an der CSM-Schnittstelle

Bisher wurden lediglich strukturelle Anforderungen an die CSM-Architektur gestellt. In diesem Abschnitt werden Anforderungen bezüglich der an der CSM-Schnittstelle bereitzustellenden Management-Information und -Funktionalität gestellt.

Bei der Begriffsfestlegung von CSM in Abschnitt 2.2.3 wurden die Interaktionen aus allen Funktionsbereichen des integrierten Managements beschrieben, die an der CSM-Schnittstelle dem Kunden zum Management seines abonnierten Dienstes bereitgestellt werden sollen. Wie schon mehrmals erwähnt, soll es die zentrale Aufgabe der CSM-Architektur sein, die Realisierung dieser Interaktionen und Funktionen zu modellieren. Die Identifikation dieser Interaktionen und Funktionen ist dabei nicht Teil der Aufgabenstellung, sondern dafür soll auf existierende Arbeiten aufgesetzt werden (z.B. [Nerb 01, TMF TOM 99, ITIL 94].

Eine wesentliche, aus den Szenarien ersichtliche Anforderung ist dabei, daß eine logische Sichtweise auf das gesamte Dienstmanagement bereitstellt wird und somit Informationen und Funktionalität zu allen relevanten Aufgabenbereichen des Dienstmanagements (siehe Abschnitt

2.2.2) und zu allen in Abschnitt 2.2.3 eingeführten Interaktionen an einer CSM-Schnittstelle berücksichtigt werden müssen.

2.4 Zusammenfassung

Anhand eines verallgemeinerten CSM-Szenarios wurde in diesem Kapitel aufgezeigt, daß die grundlegenden Probleme bei der Realisierung einer CSM-Schnittstelle durch die Heterogenität der Managementwerkzeuge in Bezug auf die zugrundeliegenden Managementarchitekturen hervorgerufen werden. Diese Heterogenität tritt dabei sowohl innerhalb der Managementdomäne des Anbieters als auch zwischen den Managementdomänen von Kunde und Anbieter auf. Das verallgemeinerte CSM-Szenario abstrahiert von konkreten Diensten, Organisationsstrukturen und Managementumgebungen und ist auf Basis der eingeführten Begriffsbildung beschrieben.

Auf Basis der identifizierten Problematiken wurden vier Anforderungsklassen an eine CSM-Architektur identifiziert und diese Klassen jeweils mit konkreten Anforderungen ausgeprägt. Diese Anforderungen stellen das zentrale Ergebnis dieses Kapitels dar und beschreiben umfassend die grundlegenden Aufgaben einer CSM-Architektur. Diese Anforderungen dienen als Basis zur Beurteilung existierender Ansätze, Standards und Arbeiten in Bezug auf die dieser Arbeit zugrundeliegenden Fragestellung. Sie dienen ferner als Ausgangspunkt für den in dieser Arbeit vorgestellten Lösungsansatz.

Während die bisher identifizierten Anforderungen eher technischer Art sind, spielen in der Praxis bei der Realisierung und dem Betrieb von CSM-Schnittstellen auch betriebswirtschaftliche und operative Aspekte eine große Rolle.

Unter den betriebswirtschaftlichen Aspekten werden unternehmensspezifische Kriterien zusammengefaßt, die sich neben den Kosten der CSM-Schnittstelle (Planung, Einführung, Betrieb, Lizenzen, Schulung der Mitarbeiter, ...) vor allem auch mit der Integration von CSM in existierende Geschäftsprozesse beschäftigen. Diese Kriterien stellen für den Dienstanbieter wichtige Hilfsmittel bereit, um einen effizienten Betrieb einer CSM-Schnittstelle zu gewährleisten. Da sich die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung ausschließlich mit der Konzeption der CSM-Architektur und der Anwendung in Sinne der Entwicklung einer CSM-Schnittstelle beschäftigt, werden diese betriebswirtschaftlichen Aspekte im weiteren Verlauf nicht berücksichtigt.

Zu den operativen Aspekten, die von der CSM-Architektur zu berücksichtigen sind, zählen nachfolgende Kriterien:

Verfügbarkeit der CSM-Schnittstelle: Die Verfügbarkeit der CSM-Schnittstelle muß mindestens der Verfügbarkeit des korrespondierenden Dienstes entsprechen, oder sogar höher einzustufen sein, damit insbesondere im Fehlerfall der Kunde über die Ursache des Ausfalls informiert werden kann. Betrieblich und vertraglich ist abzuwägen, inwieweit dazu eine

sogenannte “outband CSM-Schnittstelle[3]” bereitgestellt werden muß.

Administration der CSM-Schnittstelle: Die CSM-Schnittstelle ist selbst ein komplexes und dynamisches System, das verwaltet werden muß. Eine umfangreiche und leistungsfähige Administration ist deshalb notwendig. Im Zuge des Design der CSM-Architektur ist zu klären, inwieweit das Management der CSM-Schnittstelle hierbei selbst unterstützt werden muß.

Die CSM-Architektur stellt somit ein Modell dar, das ein grundlegendes Verständnis über die zur Bereitstellung einer CSM-Schnittstelle notwendigen Eigenschaften und Funktionen beinhaltet. Sie spannt einen *Managementschirm* auf die Managementsysteme des Dienstanbieters auf, um eine kundenorientierte, logische Sichtweise auf relevante Managementinformationen und Funktionen bezüglich der abonnierten Dienste bereitzustellen.

[3] Ein Zugang, der nicht auf dem gemanagten Dienst basiert.

Kapitel 3

Umfeld und State-of-the-Art

Das Ziel dieses Kapitels ist es, anhand der im vorherigen Kapitel identifizierten Anforderungen zu untersuchen, inwieweit die existierenden Ansätze sich eignen, als Lösungsansatz für die dieser Arbeit zugrundeliegenden Fragestellung herangezogen zu werden. Bei den vorgestellten Ansätzen handelt es sich um bereits eingesetzte und in Entwicklung befindliche Managementarchitekturen, Ansätze zur Modellierung von Aspekten des Dienstmanagements und Lösungen im Umfeld von CNM/CSM.

In diesem Kapitel liegt der Schwerpunkt nicht darin, die aufgeführten Ansätze, Standards und Arbeiten eingehend vorzustellen; dazu sei auf die zahlreich existierende Sekundärliteratur verwiesen und insbesondere auf die Standards selbst. Im Zuge der kurzen Einführung der Ansätze soll speziell darauf Wert gelegt werden, diejenigen Konzepte oder Funktionen hervorzuheben und einzuführen, die zur Lösung von Teilproblemen der CSM-Architektur geeignet erscheinen.

Die in Kapitel 2 abgeleiteten vier Anforderungsklassen an die CSM-Architektur können nicht immer eindeutig auf die diversen, vorgestellten Ansätze übertragen werden. Dies liegt im wesentlichen darin begründet, daß die meisten der vorgestellten Arbeiten weder den Paradigmenwechsel vom Netz- und Systemmanagement zum Dienstmanagement noch die strategische Neuausrichtung des technischen Managements zur Integration des Kunden bereits vollständig berücksichtigen. Da es sich bei diesen beiden Tendenzen jedoch um die wesentlichen Einflußfaktoren in Bezug auf CSM handelt, soll auf sie in der Bewertung der Arbeiten, neben allgemeinen Stärken und Schwächen, ein besonderes Augenmerk gelegt werden.

3.1 Existierende Managementarchitekturen

Die Mehrzahl der Anforderungen aus Kapitel 2 beschäftigen sich mit architekturellen Aspekten der Integration von CSM-Schnittstellen in die Managementumgebung des Dienstanbieters. Es ist daher naheliegend, an erster Stelle die existierenden und in Entwicklung befindlichen Managementarchitekturen dahingehend zu untersuchen, inwieweit sie diese architekturellen Anforderungen erfüllen. Als charakteristische Vertreter der existierenden Managementarchitekturen sollen die Internet-Managementarchitektur, die OSI-Managementarchitektur und CORBA als Managementarchitektur untersucht werden. Als Repräsentanten der in Entwicklung befindlichen

Architekturen sollen das Reference Model of Open Distributed Processing, die Telecommunication Information Networking Architecture und die Open Distributed Management Architecture vorgestellt werden. Abschließend soll auch das Common Information Model vorgestellt werden. Auch wenn es sich dabei um keine vollständige Managementarchitektur handelt, berücksichtigt es aufgrund seines Umbrella-Ansatzes wichtige, übergreifende Aspekte, die für eine CSM-Architektur relevant sind.

3.1.1 Internet Managementarchitektur

Die Internet-Managementarchitektur des IAB (Internet Activity Board) und der IETF (Internet Engineering Task Force) hat sich im Bereich des Managements von lokalen Rechnernetzen durchgesetzt (siehe zum Beispiel [HAN 99] oder [Stal 93]). Sie zeichnet sich vor allem dadurch aus, daß die Devise, die bereits vom IAB für die Kommunikationsprotokollfamilie TCP/IP herausgegeben wurde, übernommen wurde: einfache und implementierungsfreundliche Spezifikationen.

Heute immer noch weitgehend eingesetzt wird die erste Version dieser Managementarchitektur (Internet-SMIv1 [RFC 1155], SNMPv1 [RFC 1157]). Wegen verschiedener Schwächen, insbesondere bei der Authentifizierung, der sicheren Übertragung und beim Übertragen großer Datenmengen, wurde die Nachfolgeversion vorgestellt. Diese zweite Version konnte sich trotz weiterentwickelter Varianten nicht in vollem Umfang durchsetzen (RFCs 1902 bic 1908, insbesondere Internet-SMIv2 [RFC 1902], Protokolloperationen [RFC 1905] und die MIB-2 [RFC 1907]). Die Version 3 befindet sich im fortgeschrittenen Standardisierungsprozeß (RFC 2571 [RFC 2571]).

Organisationsmodell: Der Internet-Managementarchitektur liegt ein unsymmetrisches Organisationsmodell zugrunde. Es wird ein Manager und ein Agent definiert, die über das Managementprotokoll SNMP miteinander kommunizieren. In dieses Konzept werden auch Proxy-Agenten integriert, das heißt, es können auch Ressourcen (Geräte, Komponenten) überwacht und gesteuert werden, die das SNMP-Protokoll nicht unterstützen. In der Version 2 von SNMP wird weiterhin eine Kommunikation zwischen zwei Managern angeboten, wodurch auch Hierarchiebildungen ermöglicht werden.

Informationsmodell: Das Internet-Informationsmodell ist weit weniger mächtig als zum Beispiel das der im nächsten Abschnitt vorgestellten OSI-Architektur. Es werden zwar Managementobjekte definiert, diesen liegen aber keine objektorientierten Ansätze zugrunde sondern basieren auf einem *datentyporientierten Ansatz*. Bei diesen Managementobjekten kann es sich entweder um Variablen oder Tabellen handeln. Die Managementobjekte werden in Form eines Baumes (Internet-Registrierungsbaum) angeordnet. Dieser dient zur Registrierung und Namensgebung der zu überwachenden Ressourcen als auch zur Gruppierung von inhaltlich zusammengehörigen Objekten sowie zum Zugriff auf die Objekte. Tabellen und Gruppen werden im Registrierungsbaum in den Knoten, Variablen dagegen in den Blättern dargestellt. Die Definition von Managementobjekten erfolgt in einer Template-Sprache, die auf ASN.1 basiert. Die Information, die ein SNMP-Agent bereitstellt, wird als *Management*

Information Base (MIB) bezeichnet. Der einfache Ansatz des Internet-Informationsmodells beinhaltet entscheidende Nachteile: Durch die fehlenden objektorientierten Vererbungs- und Strukturierungsmöglichkeiten können schon definierte Managementobjekte nicht in einer anderen MIB wiederverwendet werden, woraus eine unüberschaubare Menge an definierten Informationen resultiert.

Kommunikationsmodell: Das Kommunikationsmodell des Internet-Managements basiert auf dem *Simple Network Management Protocol (SNMP)*. SNMP setzt auf dem verbindungslosen Transportprotokoll *User Datagram Protocol (UDP)* auf und definiert verschiedene Protokollinteraktionen zum Lesen bzw. Setzen von MIB-Variablen und zur Benachrichtigung des Managers. In der Praxis hat sich als Authentifizierungsmechanismus für den Zugriff auf Agenten der Ansatz unter Verwendung von sogenannten *Community Strings* durchgesetzt (SNMPv1, SNMPv2c) Dieser *Community String* erfüllt die Aufgabe eines Paßworts für einen MIB-Zugriff. Ein SNMP-Agent bearbeitet nur diejenigen Anforderungen, deren *Community Strings* mit den konfigurierten Strings des Agenten übereinstimmen. Durch das unverschlüsselte Übertragen der *Community Strings* gilt das Sicherheitskonzept als ungenügend. Das in den RFCs 1441 bis 1452 erweiterte Sicherheitskonzept (Authentifizierung, Verschlüsselung) setzte sich nicht durch und so wurde in den RFCs 1902 bis 1908 wieder auf den Community-basierten Ansatz zurückgegriffen. Version 2 von SNMP enthält einige Protokollverbesserungen und -vereinheitlichungen. Sie bietet unter anderem eine Weiterentwicklung des `getNextRequest` (`getBulkRequest`) und eine Integration von asynchronen Ereignismeldungen in das Informationsmodell an.

Funktionsmodell: In der Internet-Managementarchitektur existiert kein Funktionsmodell. Aufgrund der Forderung nach einfachen Agenten und damit einer kleinen Menge an Funktionalität im SNMP-Agenten, werden die komplexen Managementaufgaben zu den SNMP-Managern verlagert. Als einen ersten Ansatz für das Funktionsmodell des Internet-Managements kann die RMON-MIB (Remote Network Monitoring Management Information Base, [RFC 1757] bzw. [RFC 2021]) gesehen werden.

Bewertung

Die Beurteilung der Mächtigkeit der Teilmodelle der Internet-Managementarchitektur ergibt aufgrund der Einfachheit des gewählten Ansatzes keine vielversprechenden Konzepte für die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung: Der im Informationsmodell gewählte, datentyporientierte Ansatz auf Basis von Variablen und Tabellen ist wegen fehlender Wiederverwendungs-, Verfeinerungs- und Generalisierungsmechanismen zur Beschreibung der Managementobjekte, die zwischen Kunde und Dienstanbieter ausgetauscht werden sollen, ungeeignet. Dies liegt im wesentlichen darin begründet, daß die Informationsbeschreibung innerhalb der CSM-Architektur auf beliebige Dienste und Managementumgebungen anwendbar sein soll. Diese breite Anwendbarkeit erfordert einerseits die Definition von generischen und dienstunabhängigen Managementobjekten und andererseits die Wiederverwendung, Anpassung und Verfeinerung dieser Objekte für konkrete Dienste und existierende Szenarien. Diese Aspekte werden von der Internet-

SMI nicht unterstützt, einmal definierte Managementobjekte können nicht angepaßt oder in anderen MIBs wiederverwendet werden. Das Organisationsmodell ist insbesondere wegen fehlender Mechanismen zur Modellierung von hierarchischen Kooperationsbeziehungen und wegen des Fehlens eines Domänenkonzepts nicht adäquat, um die Position der CSM-Schnittstelle zwischen den Managementwerkzeugen des Kunden ($DM_{Mehrwertdienst}$) und des die Dienstanbieters ($DM_{Basisdienst}$) zu beschreiben. Der Einsatz von SNMP als Kommunikationsprotokoll zwischen diesen domänenübergreifenden Werkzeugen bringt ebenfalls verschiedene Defizite mit sich: Aufgrund des primitiven Tabellenzugriffs (`getNextRequest`) skaliert der Zugriff auf große Datenmengen nicht und es ist damit keine effiziente Datenübertragung zwischen den Managementsystemen von Kunde und Dienstanbieter möglich. Ab Version 2 steht allerdings mit der Protokolldateneinheit `getBulkRequest` ein effizienterer Übertragungsmechanismus bereit, der die Situation für Komponenten, die diese weiterentwickelte Version unterstützen, entschärft. Allerdings erfüllt der Community-basierte Ansatz zusammen mit der Abstützung auf dem verbindungslosen UDP als Transportprotokoll keine der geforderten Sicherheitsmechanismen wie Schutz vor Maskerade, Modifikation, Mitlesen, Vervielfältigen oder Verzögern.

Aufgrund seiner Zielsetzung, der komponentenorientierten Überwachung von TCP/IP basierten Rechnernetzen, kann die Internet-Managementarchitektur weder dazu herangezogen werden, CSM bezüglich des Dienstmanagements des Anbieters abzugrenzen noch, verstärkt durch das Fehlen eines Funktionsmodells, einen Beitrag zur Strukturierung und Identifikation der erforderlichen Funktionalität an der CSM-Schnittstelle liefern.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Internet-Managementarchitektur aufgrund des pragmatischen und bottom-up orientierten Ansatzes nicht als Grundlage zur Modellierung der CSM-Architektur, insbesondere der generischen Beschreibung des Zusammenspiels unterschiedlicher Managementarchitekturen in Bezug auf den Austausch von Managementinformationen zwischen Kunde und Dienstanbieter, geeignet ist.

3.1.2 OSI Managementarchitektur und TMN

Von der ISO und der ITU wurde eine Architektur für das Management von offenen Systemen, das heißt von Systemen, die konform zu dem OSI-Schichtenmodell sind, festgelegt (siehe zum Beispiel [HAN 99] oder [Stal 93]). Die hauptsächliche Verbreitung dieser Managementarchitektur befindet sich wegen ihrer großen Komplexität und damit schwieriger und vor allem teurer Implementierungen nicht in lokalen Rechnernetzen, sondern in Telekommunikationsnetzen. Das *OSI-Management Framework* [ISO 7498-4] ist als Addendum 4 zum ISO-OSI-Referenzmodell beschrieben und dient als Rahmenwerk, das in einer Reihe von weiteren Dokumenten verfeinert wird.

Organisationsmodell: Das Organisationsmodell unterscheidet wie die Internet-Managementarchitektur Systeme anhand der Rollen Manager und Agent. Im Unterschied zum Internet-Management kann aber ein OSI-System gleichzeitig verschiedene Rollen annehmen und es wird im OSI-Management ein umfangreiches und flexibles Domänenkonzept definiert.

Informationsmodell: Dem Informationsmodell [ISO 10165] liegt ein konsequent objektorientierter Modellierungsansatz zur Abstraktion von managementrelevanter Ressourcen zu Grunde. Die Beschreibung der Managementobjekte erfolgt auf Basis der Konzepte Vererbung, Polymorphie und Enthaltensein und zur Beschreibung dient die Template-Sprache GDMO ([ISO 10165-4]).

Kommunikationsmodell: Das Kommunikationsmodell des OSI-Managements setzt auf dem OSI-Schichtenmodell auf und unterscheidet in drei Managementkategorien, dem schichtübergreifenden, dem schichtspezifischen und dem Protokollmanagement. Das schichtenübergreifende Management stützt sich dabei auf Dienste (CMIS) und einem entsprechenden Protokoll (CMIP, [ISO 9596-1]) ab.

Funktionsmodell: Das Funktionsmodell strukturiert den Gesamtaufgabenkomplex des technischen Managements in fünf Funktionsbereiche (FCAPS) und spezifiziert eine Reihe von generischen Managementfunktionen (System Management Functions, SMF) [ISO 10164-x].

Unter dem Telecommunication Management Network (TMN) [ITU M.3010] wird eine Referenzarchitektur für ein verteiltes Management von TK-Netzen verstanden, das die bisher getrennt gemanagten Netze (X.25, SDH, Frame Relay, ...) integriert und eine standardisierte Übergabe von Managementinformationen zwischen verschiedenen Managementstationen und Netzbetreibern spezifiziert. TMN setzt auf den Konzepten der OSI-Managementarchitektur auf und erweitert sie um das TMN-Referenzmodell und die TMN-Architektur. Für nähere Informationen zu diesen Konzepten sei auf die ITU-Empfehlungen verwiesen. Dennoch sollen in Hinblick auf die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung die Definition des Dienstmanagements und die Spezifikation des Austausches von Managementinformationen zwischen Kunde und Dienstanbieter innerhalb von TMN erwähnt werden: Das Dienstmanagement wird innerhalb der TMN-Pyramide zwischen dem *Business Management Layer* und dem *Network Management Layer* positioniert und ihm die Aufgaben des Managements der Interaktionen mit Kunden und anderen Dienstanbietern, des Managements von statistischen Daten (z.B.QoS-Parametern) und des Managements von Interaktionen zwischen Diensten zugeordnet. Die Spezifikation des Austausches von Managementinformationen zwischen Kunde und Dienstanbieter wird aufgrund der Relevanz für diese Arbeit detailliert in Abschnitt 3.3.1 vorgestellt.

Bewertung

Obwohl die OSI-Managementarchitektur durch die Ausprägung aller vier Teilmodelle als allgemeine Referenzarchitektur in Bezug auf Managementarchitekturen angesehen wird, konzentriert sie sich auf das Netz- und Systemmanagement. Anwendungsmanagement-Aspekte und insbesondere Dienstmanagement-Aspekte (im Sinne der Begriffsbildung innerhalb dieser Arbeit) werden kaum bzw. gar nicht berücksichtigt. Obwohl TMN gegenüber der OSI-Managementarchitektur zwar Dienst-Managementaspekte berücksichtigt, werden diese nur wenig konkret und oberflächlich eingeführt. Ein weiterer, schwerwiegender Nachteil des OSI/TMN-Managements stellt die Tatsache dar, daß sie sich im allgegenwärtigen Internet und im IT-Umfeld

wegen ihrer Komplexität und der damit verbundenen, kostspieligen Implementierungen, nicht durchgesetzt hat.

Obwohl das OSI-Management mit einem objektorientierte Ansatz mit multipler Vererbung und Allomorphie, mit der Trennung in Registrierungs-, Vererbungs- und Enthaltenseinsbäume, mit mächtigen Selektionsmöglichkeiten bereits auf Protokollebene und schließlich mit den komplexen Service Management Functions essentielle und mächtige Konzepte bereitstellt, ist es als Basis zur Beschreibung der CSM-Architektur als integrierender Managementschirm über dem Dienstmanagement des Anbieters nicht geeignet: Durch eine Abstützung der CSM-Architektur ausschließlich auf das OSI-Management wäre die mit der Heterogenität der Managementwerkzeuge zwischen und innerhalb von Managementdomänen verbundenen Problematiken nicht ausreichend berücksichtigt (siehe Abschnitt 2.2.4) und somit keine generische, architekturübergreifende Spezifikation möglich. Viele Managementwerkzeuge, gerade im Umfeld des allgegenwärtigen Internets, basieren nicht auf der OSI-Managementarchitektur, sondern es liegen ihnen andere, meist proprietäre Architekturen zugrunde (siehe Szenarien in Abschnitt 2.1). Weiterhin werden insbesondere vom TMN-Management Dienstmanagementaspekte nicht für die dieser Arbeit zugrundeliegenden Fragestellung ausreichend berücksichtigt.

Trotzdem stellen die im OSI-Funktionsmodell definierten fünf Funktionsbereiche zusammen mit den System Management Funktions wichtige Informationsquellen zur Strukturierung und Identifikation der erforderlichen Funktionalität an der CSM-Schnittstelle dar. Auch wenn die Funktionen der OSI-Managementarchitektur hauptsächlich für das interne Management des Dienstanbieters ausgelegt sind, werden auch einzelne Aufgaben an der Schnittstelle zwischen Kunde und Dienstanbieter behandelt (z.B. Trouble Management Function [ITU X.790]). Viele interne Funktionen (z.B. Event Reporting [ISO 10164-5], Log Control [ISO 10164-6] oder Workload Monitoring [ISO 10164-11]) spielen aber auch an der CSM-Schnittstelle eine wichtige Rolle (Abschnitt 2.3.4).

3.1.3 Object Management Architecture

Die OMG stellt mit ihrer Object Management Architecture (OMA) ein Rahmenwerk für die verteilte objektorientierte Programmierung bereit, die eine ortstransparente Kooperation von Objekten in offener, heterogener Umgebung unterstützt. Den Kern von mehreren Teilarchitekturen und Spezifikationen bildet dabei die sogenannte Common Object Request Broker Architecture [OMG 98-12-01]. Die Teilmodelle der OMA sind in Abbildung 3.1 dargestellt und werden im folgenden kurz vorgestellt. Für nähere Informationen siehe beispielsweise [OMG 98-12-01, HAN 99, Kell 98].

Kommunikationsmodell: Ein Object Request Broker stellt ein Kommunikationsmedium für verteilte Objekte dar und leitet Anfragen bzw. Ergebnisse in offener, verteilter und heterogener Umgebung zwischen Objekten weiter. Die Interaktionen erfolgen ortstransparent, d.h. ein Objekt kann die Dienste eines anderen Objektes nutzen, unabhängig von den Rechnern, auf denen sich die interagierenden Objekte befinden. Die herstellerübergreifende Spezifikation dieses *Objektbus* erfolgt in der Common Object Request Broker Architecture

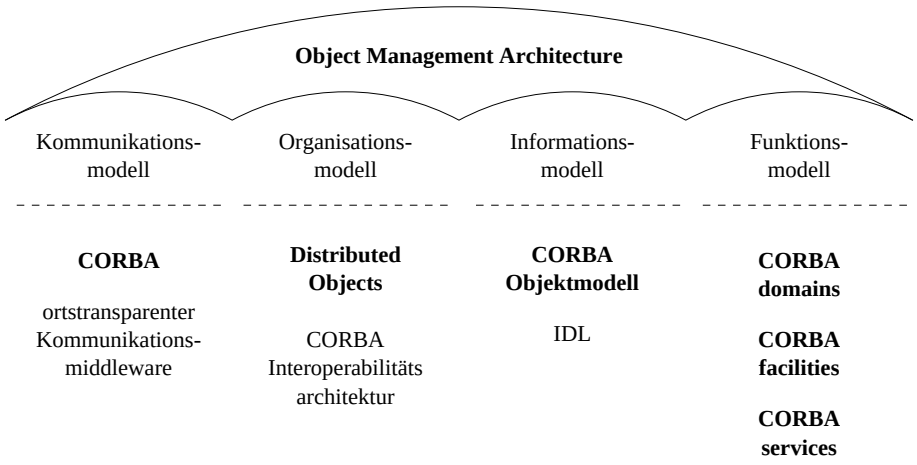

Abbildung 3.1: Teilmodelle der OMA

[OMG 98-12-01]. CORBA spezifiziert somit das Kommunikationsmodell der OMA, d.h. die Unterstützung der Interaktion von Objekten mit dem ORB und die herstellerübergreifende Kommunikation zwischen verschiedenen ORBs.

Informationsmodell: Zusätzlich spezifiziert CORBA das Informations- und Organisationsmodell. Im Informationsmodell wird neben einem übergreifenden Objektmodell eine Syntax (IDL) zur Beschreibung von Objektschnittstellen definiert.

Organisationsmodell: Das Organisationsmodell wird von der CORBA Interoperabilitätsarchitektur geprägt und legt neben einem Domänenkonzept auch als Kooperationsform eine symmetrische Beziehung gleichberechtigter Objekte fest.

Funktionsmodell: Das Funktionsmodell der OMA wird auf Basis von drei Kategorien definiert: CORBA Services liefert elementare Funktionen, um Objekte in verteilter Umgebung effektiv nutzen zu können. Hierzu zählen die Namensgebung von Objekten, deren persistente Speicherung, Benachrichtigungen über Ereignisse usw. Die CORBA Facilities stellen universell einsetzbare Dienste für prinzipiell alle Anwendungstypen aus den Bereichen User Interface, Information Management, Systems Management usw. zur Verfügung. Die Domain Interfaces stellen schließlich Dienste aus speziellen Anwendungsbereichen dar, zum Beispiel aus den Bereichen des Gesundheitswesens oder der Finanzwelt.

Bewertung

Obwohl CORBA als allgemeines Rahmenwerk für die Programmierung von verteilten Anwendungen konzipiert ist, wird mit einer verstärkten Verbreitung und Anwendung von CORBA als Managementarchitektur gerechnet. Nach [HAN 99] ist dies nicht nur durch die Existenz renommierter CORBA-basierter Werkzeuge und Plattformen begründet, sondern zusätzlich sprechen viele technische Gründe, u.a. der Plattformunabhangigkeit oder das *Inband* Management dafür. Der große Nachteil von CORBA als Managementarchitektur besteht darin, daß im Vergleich

zum OSI- bzw. Internet-Management keinerlei Managementinformationen in Form von MIBs definiert sind.

Folglich kann CORBA als Managementarchitektur in Hinblick auf die dieser Arbeit zugrundeliegenden Fragestellung in Analogie zur Internet-Managementarchitektur und zur OSI-Managementarchitektur bewertet werden: Obwohl CORBA eine objektorientierte, plattform- und programmiersprachenunabhängige Informationsmodellierung unterstützt, die ortstransparente Interaktion zwischen Objekten in heterogener Umgebung gewährleistet und mit den CORBA Services eine Vielzahl an, auch an der CSM-Schnittstelle notwendigen, generischen Funktionen bereitstellt, ist sie als Grundlage zur Beschreibung der CSM-Architektur als integrierender Managementschirm über dem Dienstmanagement des Anbieters nicht geeignet: Erstens wäre durch eine Abstützung der CSM-Architektur ausschließlich auf CORBA als Managementarchitektur die Heterogenität der Managementwerkzeuge des Dienstmanagements des Anbieters und der damit verbundenen Problematik (siehe verallgemeinertes CSM-Szenario in Abschnitt 2.2.4) nicht ausreichend berücksichtigt. Zweitens basiert CORBA auf einem anderen, einfacheren Dienstbegriff und berücksichtigt keine Dienstmanagementaspekte im Sinne der Begriffsbildung dieser Arbeit (siehe Abschnitt 2.2.2).

3.1.4 Reference Model of Open Distributed Processing

In Analogie zum OSI-Referenzmodell, das die Kommunikation von vernetzten Rechnern beschreibt, legt die ISO zusammen mit der ITU-T im *Reference Model Of Open Distributed Processing* (RM-ODP) einen Standard fest, der die Entwicklung von Anwendungskomponenten erlaubt, die in offener, heterogener und verteilter Systemumgebung interagieren können [ISO 10746-1, ISO 10746-2, ISO 10746-3, ISO 10746-4].

RM-ODP ist ein Meta-Modell, welches durch Konzepte, Regeln und die Definition von Infrastrukturobjekten eine Architektur für verteilte Anwendungen in heterogener Systemumgebung beschreibt. Das Ziel ist es, beim Entwurf eines verteilten Systems diejenigen Komponenten zu identifizieren, die an definierten Schnittstellen Dienste anbieten. Um die Komplexität beim Entwurf eines verteilten Systems zu reduzieren, führt das RM-ODP unterschiedliche Sichten (Viewpoints) auf das System ein. Diese Viewpoints sind unterschiedliche und möglichst disjunkte Projektionen auf unterschiedliche Aspekte des Systems. Jedem Viewpoint ist eine korrespondierende Viewpoint Language zugeordnet, die das Vokabular und die Grammatik festlegt, die zur Beschreibung der Informationen innerhalb eines Viewpoints verwendet werden. Die Konzepte des Viewpoints werden durch das Vokabular der Sprache definiert und die Regeln des Viewpoints werden mittels der Syntax der Sprache festgelegt. Welche Sprachen beim Entwurf einer verteilten Anwendung als Viewpoint Languages eingesetzt werden, läßt das Modell offen, solange die Syntax und Semantik einer konkreten Sprache auf die Konzepte und Regeln der entsprechenden Viewpoint Language abgebildet werden können. Das RM-ODP definiert die folgenden fünf Viewpoints:

Enterprise Viewpoint: Der *Enterprise Viewpoint* behandelt die Beschreibung der Gesamtumgebung für ein verteiltes System sowie seinen Zweck. Er beschreibt den Kontext, in wel-

chem eine verteilte Anwendung genutzt wird, näher. Außerdem werden die Anforderungen an das System, einzuhaltende Bedingungen und zu erfüllende Zielvorgaben aus Unternehmenssicht definiert.

Information Viewpoint: Der *Information Viewpoint* umfaßt die Festlegung der Struktur und der Semantik der Informationen, die zwischen den Komponenten des verteilten Systems ausgetauscht werden. Neben der Spezifikation von Informationsflüssen werden Integritätsregeln und Invarianten auf die Verarbeitung der auszutauschenden Informationen spezifiziert.

Computational Viewpoint: Im *Computational Viewpoint* wird ein System in logische, funktionale Komponenten aufgeteilt. Diese verteilten Komponenten werden als Objekte modelliert, die an Schnittstellen Dienste bereitstellen bzw. nutzen. Dieser Dienstbegriff ist nicht zu verwechseln mit dem in dieser Arbeit verwendeten Dienstbegriffs (siehe Abschnitt 2.2).

Engineering Viewpoint: Der *Engineering Viewpoint* präzisiert die erforderliche Systemunterstützung, um eine Verteilung der Objekte des Computational Viewpoint auf reale Systeme durchzuführen.

Technology Viewpoint: Der *Technology Viewpoint* beschreibt die Hard- (Rechner, Netzkomponenten, ...) und Softwarekomponenten (Betriebssystem, Kommunikationsprotokolle, ...) des Systems, auf der die entwickelte Anwendung zur Ausführung kommt.

Bewertung

Managementanwendungen sind spezielle verteilte Anwendungen zur Steuerung und Überwachung der gesamten Infrastruktur, d.h. Netzkomponenten, Endsystemen und Anwendungen. Beim RM-ODP handelt es sich um einen Meta-Standard, der ein Rahmenwerk für den Entwurf von verteilte Anwendungen darstellt, mit dem Ziel, den Einsatz spezifischer OO-Technologien zu ermöglichen. Speziell die den Managementanwendungen zugrundeliegende Managementarchitekturen (siehe oben) können als Beispiele solcher Technologien angesehen werden. Das RM-ODP stellt somit ebenfalls eine Managementarchitektur dar, die allerdings auf einem höheren Abstraktionsniveau als die bisher vorgestellten Managementarchitekturen anzusiedeln ist.

Aufgrund dieses Abstraktionsniveaus können allgemeine Anforderungen bezüglich Managementarchitekturen jedoch nicht auf das RM-ODP angewendet werden. RM-ODP beschreibt Konzepte und Regeln für den Entwurf von verteilten Anwendungen und keine konkreten Technologien. Die Anforderungen aus Abschnitt 2.3.1 wie Skalierbarkeit, effiziente Datenübertragung usw. sind auf die konkreten Technologien anwendbar, nicht aber auf deren Modell, d.h. RM-ODP.

Obwohl RM-ODP die fünf Viewpoints zur Strukturierung einsetzt, können auch die vier Teilmodelle einer Managementarchitektur auf RM-ODP abgebildet werden: Der RM-ODP Enterprise Viewpoint verfolgt u.a. mit den Konzepten `Role`, `Community`, `Activity` und `Policy` ähnliche Ansätze, wie sich auch zur Beschreibung von Organisationsstrukturen im Managementumfeld benötigt werden. Der Enterprise Viewpoint ist somit prinzipiell als Modell zur Beschreibung des organisationsübergreifenden Kontext, indem CSM den Austausch von Managementin-

formation ermöglicht, einsetzbar.
Die Informationsmodellierung wird innerhalb des RM-ODP vom Information und vom Computational Viewpoint abgedeckt. Die Konzepte des Information Viewpoints (insbesondere das invariant Schema, dynamic Schema und static Schema) sind aber sehr abstrakt gehalten und werden deshalb von Kritikern, insbesondere aus dem TINA-Umfeld, als zu unpräzise beurteilt, da sie zu großen Interpretationsspielraum zulassen [TINA IMC 95]. Für die CSM-Architektur ist jedoch eine eindeutige Informationsbeschreibung zwischen Kunde und Dienstanbieter eine essentielle Voraussetzung, um gerade einen Interpretationsspielraum zu vermeiden.
Die Kommunikation der Rollen des Enterprise Viewpoints werden im Computational Viewpoint auf Schnittstelleninteraktionen zwischen Objekten und diese Schnittstelleninteraktionen werden im Engineering Viewpoint auf konkrete Kommunikationsmechanismen (Technologien/Protokolle) zwischen realen Systemen abgebildet. Die beiden Viewpoints verfolgen daher die gleichen Ansätze, wie sie in den Anforderungen bzgl. der Beschreibung von Kommunikationsvorgängen gefordert werden.
Vordefinierte Funktionen, in Anlehnung an die System Management Functions von OSI, kann das RM-ODP bis auf die Trading Function [ISO 13235] nicht vorweisen.
Für die Anforderungen bezüglich der Teilmodelle zeigt diese Diskussion, daß die Aspekte des Organisations- und Kommunikationsmodell vom RM-ODP abgedeckt werden, die mit dem Informations- und Funktionsmodell verbundenen Konzepte jedoch die gestellten Anforderungen nicht erfüllen.

Zusammenfassend liefert das RM-ODP viele wertvolle Konzepte, die für die Beschreibung der Integration einer CSM-Schnittstelle in die Managementumgebung des Anbieters hilfreich sind. Insbesondere das Abstraktionsniveau des RM-ODP als Modell für OO-Technologien kann als beispielhafte Modellschichtung angesehen werden, um analog die CSM-Architektur auf einem höheren Abstraktionsniveau wie die obigen Managementarchitekturen einzuordnen. Für eine Beschreibung der CSM-Architektur ist es aber wegen der zu abstrakten Informationsmodellierung, des vollkommen unterschiedlichen Dienstbegriffs, der fehlenden Integration von Managementaspekten bereits in das Rahmenwerk und des fehlenden Funktionsmodells nicht geeignet.

3.1.5 Telecommunications Information Networking Architecture

Die *Telecommunication Information Networking Architecture* (TINA) ist eine Entwicklung des TINA-Consortiums, einem Zusammenschluß zahlreicher Telekommunikationsunternehmen, und stellt ein offenes Rahmenwerk für die Entwicklung von künftigen Telekommunikationsnetzen und -Diensten dar. TINA verfolgt die Zielsetzung, mittels wiederverwendbarer und interoperabler Software-Komponenten eine einfache und schnelle Integration von neuen Diensten zu gewährleisten. Zusätzlich soll von der Transportinfrastruktur abstrahiert werden, um unabhängig gegenüber Übertragungsprotokollen und Netzkomponenten zu sein. Schließlich soll die transparente Interaktion von Software-Komponenten gewährleistet werden, d.h. die komplexen Details der Verteilung dieser Komponenten innerhalb der Infrastruktur sollen verschattet werden. Weiterhin wurde TINA dazu entworfen, existierende Architekturen aus dem Bereich der Telekommunikation wie Intelligente Netze (IN) [ITU Q.1202] oder TMN (siehe Abschnitt 3.1.2) zu

integrieren. Die TINA-Architektur basiert auf Konzepten des RM-ODP (siehe Abschnitt 3.1.4) und kann aufgrund der Anpassungen als eine Spezialisierung des RM-ODP für die Telekommunikation angesehen werden. Die TINA-Gesamtarchitektur [TINA OVW 97] besteht aus den vier Teilarchitekturen Computing Architecture, Service Architecture, Network Architecture und Management Architecture.

Computing Architecture: Die *Computing Architecture* spezifiziert die Modellierungskonzepte, auf deren Basis die objektorientierten Software-Komponenten eines TINA-Systems entwickelt werden sollen. Um die Komplexität der Modellierung eines TINA-Systems in den Griff zu bekommen, wird der Entwurf von TK-Diensten auf Basis der RM-ODP Viewpoints strukturiert und gegliedert. An dieser Stelle soll speziell der Enterprise Viewpoint und der Engineering Viewpoint erwähnt werden, da diese interessante Konzepte in Bezug auf die dieser Arbeit zugrundeliegenden Fragestellung beinhalten: Das TINA Business Model [TINA BMRP 97] verfeinert dem RM-ODP Enterprise Viewpoint und beschreibt das Ziel und die Anforderungen an ein TINA-System, einzuhaltende Bedingungen und zu erfüllende Zielvorgaben aus Unternehmenssicht. Das Modell spezifiziert neben einem allgemeinen Rahmenwerk zur Beschreibung aller in einem TINA-System involvierten Akteure (`Contract, Business admin. Domain, Business Role, Business Relationship, Reference Point`) auch eine in Abbildung 3.2 dargestellte initiale Menge von `Business Roles` (Customer, Retailer, ...) und `Reference Points` (Ret, TCon, 3Pty, ...). Diese Telekommunikations-spezifischen Rollen und ihre

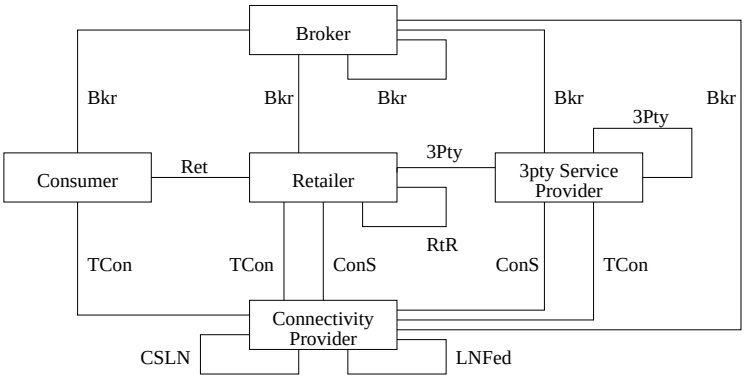

Abbildung 3.2: Initiale TINA Business Relationships Typen

Beziehungen können als eine Anwendung, Erweiterung und Spezialisierung der Konzepte des RM-ODP Enterprise Viewpoint für die Telekommunikation angesehen werden.
Die Konzepte des RM-ODP Engineering Viewpoint werden von der Distributed Processing Environment (DPE) Architecture im Dokument Engineering Modelling Concepts [TINA EMC 94] aufgegriffen. Die DPE Architecture stellt Konzepte, Mechanismen, Operationen und Modelle für eine abstrakte Kommunikationsmiddleware (DPE) dar, die die transparente Interaktion von Softwarekomponenten über Domänengrenzen hinweg ermöglicht. CORBA (siebe Abschnitt 3.1.3) kann als eine mögliche Implementierung der DPE angesehen werden.

Service Architecture: Die *Service Architecture* [TINA SA 97] führt Konzepte und Regeln ein, die für den Entwurf, die Einführung, den Betrieb und das Management von Telekommunikations-Softwarekomponenten relevant sind. Das wesentliche Konzept der Service Architecture ist ein Session Concept (insbesondere die Unterscheidung in `Access` und `Usage` Session) und die Integration von Managementaspekten in die Architektur (Service Management). Das Service Management wird anhand von vier Dimensionen strukturiert: Die *Partitioning Axis* definiert drei Managementschichten, die Service Layer, Resource Layer und DPE Layer. Die funktionale Dimension unterscheidet die Managementfunktionen auf Basis der innerhalb der OSI-Managementarchitektur eingeführten FCAPS (siehe Abschnitt 3.1.2). Die *Computational Axis* beschäftigt sich im wesentlichen mit dem Management der DPE. Die vierte Dimension beschäftigt sich schließlich mit Lifecycle Aspekten von Telekommunikationsdiensten. Neben dieser Strukturierung werden noch Konzepte zum *Management Context Negotiation* (Austausch von Managementinformationen über die Access and Usage Session zwischen Managementdomänen), *Service Transaction* (Gewährleistung/Sicherstellung von Qualitäts- bzw. Dienstgüte-Anforderungen an einen Dienst über Managementdomänen hinweg) und dem *Lifecycle Support*.

Network Resource Architecture: Die *Network Resource Architecture* [TINA NRA 97] stellt generische und wiederverwendbare Konzepte zur Beschreibung und Steuerung von Netzinfrastrukturen und deren Elementen bereit. Innerhalb der Architektur ist das Network Resource Information Model [TINA NRIM 97] enthalten, eine abstrakte, d.h. technologie- und protokollunabhängige Beschreibung von Netzkomponenten und Verbindungen zwischen diesen. Insbesondere die Modellierung und das Management von Ende-zu-Ende Verbindungen ist ein wichtiger Bestandteil dieser Dokumente.

Management Architecture: Die *Management Architecture* [TINA MA 94] stellt generische Managementkonzepte für die anderen drei Architekturen bereit. Entsprechend werden die Konzepte dieser Architektur anhand der anderen drei Architekturen strukturiert. Die Management Architecture setzt dazu im wesentlichen auf der OSI-Managementarchitektur und TMN (siehe Abschnitt 3.1.2) auf.

Bewertung

TINA stellt insbesondere wegen der umfassenden und gesamtheitlichen Betrachtungen bezüglich der Modellierung des Entwurfs, der Bereitstellung, des Betriebs und des Managements von Telekommunikationsdiensten eine wichtige Managementarchitektur dar. Aufgrund dieser umfassenden und gesamtheitlichen Betrachtungen werfen Kritiker dem TINA-C allerdings vor, lediglich sehr allgemein gehaltene Festlegungen zu machen, so daß Wahlfreiheit und Interpretationsspielraum für die Anwender dieser Architektur ausgesprochen hoch sind [Kell 98]. Ein für diese Arbeit wichtiger Aspekt von TINA ist, daß sämtliche Teilarchitekturen auch Managementaspekte integrieren. Die dazu eingeführten Konzepte sind allerdings entweder nur rudimentär ausgeprägt, als *for further study* deklariert (insbesondere innerhalb der Service Architecture)

oder aber es wurde auf bereits existierende Konzepte des OSI-Managements, von TMN oder aus IN zurückgegriffen.

Obwohl TINA als Anwendung des RM-ODP für die Telekommunikation angesehen werden kann, ist es dennoch auf einen höheren Abstraktionsniveau als die oben vorgestellten Managementarchitekturen. Daraus resultiert, in Analogie zum RM-ODP, daß die allgemeinen Anforderungen bezüglich Managementarchitekturen nicht auf TINA angewendet werden können. TINA beschreibt Konzepte und Regeln für die Modellierung von Telekommunikationsdiensten und keine konkreten Technologien.

Obwohl TINA, ebenfalls wie RM-ODP, die fünf Viewpoints zur Strukturierung einsetzt, soll im folgenden TINA anhand der vier Teilmodelle einer Managementarchitektur in Bezug auf CSM bewertet werden: Das allgemeine Rahmenwerk zur Beschreibung aller in einem TINA-System involvierten Akteure im Business Model ist so abstrakt, daß damit die CSM-spezifischen Organisationsaspekte ebenfalls modelliert werden können. CSM kann dabei als Teil eines jeden `Reference Points` angesehen werden. Die initialen `Business Roles` sind aus einem sehr Telekommunikations-lastigen Blickwinkel heraus entstanden (z.B. `Connectivity Provider` oder `3pty Service Provider`) und daher für die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung nicht relevant. Die Informationsmodellierung basiert auf quasi-GDMO-GRM, einer Erweiterung des innerhalb der OSI-Managementarchitektur eingeführten GDMO, und mittels OMT graphisch visualisiert. Insbesondere die Beschreibung der Managementobjekte auf Basis von OMT ermöglicht eine Abbildbarkeit der Objekte auf eine große Anzahl von Sprachen anderer Informationsmodelle. Mit der DPE steht eine abstrakte Kommunikationsmiddleware zur Verfügung und erfüllt damit das geforderte Abstraktionsniveau zur Beschreibung der Kommunikationsvorgänge innerhalb der CSM-Architektur. Für die Strukturierung von Managementfunktionalität kann TINA jedoch keine neuen Erkenntnisse liefern, da es selbst nur auf den Managementfunktionen anderer Architekturen aufsetzt. Somit kann für die Anforderungen bezüglich der Teilmodelle festgestellt werden, daß TINA bis auf die Strukturierung von Managementfunktionalität alle anderen Anforderungen erfüllt.

Für die Erfüllung der Anforderungen bezüglich der Abgrenzung von CSM und dem Dienstmanagement des Anbieters (Abschnitt 2.3.3) kann TINA nur die Kriterien der Anwendbarkeit für beliebige Dienste und die Unterstützung aller Phasen des Dienstlebenszyklus abdecken. Alle anderen Kriterien werden von TINA aufgrund des nur rudimentär ausgeprägten Dienstmanagements nicht behandelt.

Zusammenfassend kann TINA als gesamtheitlicher Modellierungsansatz für Telekommunikationsdienste angesehen werden, in dem auch die CSM-Problematik integrierbar ist. Jedoch aufgrund seiner allgemeinen Festlegungen und des Fehlens von detaillierten Spezifikationen, insbesondere im Bereich des Service Managements, ist TINA als Grundlage zur Beschreibung der CSM-Architektur nicht ausreichend geeignet.

3.1.6 Open Distributed Management Architecture

Die ITU Empfehlung X.703 [ITU X.703] beschreibt die Open Distributed Management Architecture (ODMA) für die Entwicklung von verteilten Managementanwendungen für das System- und Anwendungsmanagement. ODMA verfolgt das Ziel, von existierenden Managementarchitekturen zu abstrahieren, um allgemeine Begriffe und deren Semantik festzulegen und Werkzeuge zur Beschreibung von offenen, verteilten Managementanwendungen zu identifizieren. Dieses Abstraktionsniveau wird auf Basis des RM-ODP erreicht. ODMA wird mit Hilfe der fünf ODP Viewpoints beschrieben und kann einerseits als eine Anwendung des RM-ODP für das Management von verteilten Anwendungen angesehen werden und andererseits als ein Modell existierender Managementarchitekturen betrachtet werden. Die Modellbeziehung wird bisher für die OSI-Managementarchitektur (siehe Abschnitt 3.1.2) und für CORBA als Managementarchitektur (siehe Abschnitt 3.1.3) ausgeprägt bzw. unterstützt (siehe auch Abbildung 3.3). Die

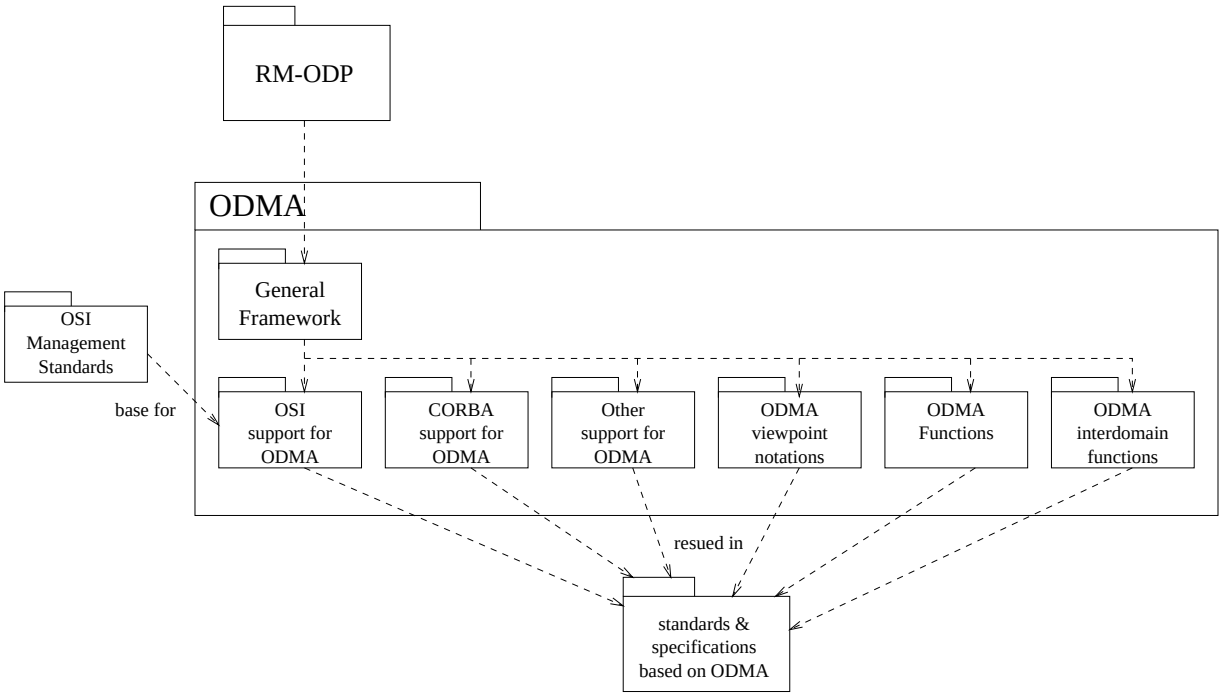

Abbildung 3.3: ODMA Document Raodmap (nach [ITU X.703])

von ODMA bereitgestellten Konzepte basieren im wesentlichen auf den Konzepten der OSI-Managementarchitektur, angepaßt auf offene verteilte Systeme [Kell 98]. Für tiefergehende Details sei direkt auf den Standard verwiesen.

Bewertung

Die ODMA bietet konzeptionell gegenüber den etablierten Managementarchitekturen wenig neue Managementkonzepte. Durch die funktionale Abstützung auf dem OSI-Management einerseits und dem Schwerpunkt auf dem Anwendungsmanagement andererseits berücksichtigt

die ODMA keine Dienstmanagementaspekte. Da gegenwärtig keinerlei Implementierungen oder Produkte existieren [Kell 98], erfüllt ODMA keine der Anforderungen bezüglich der Managementarchitekturen (Abschnitt 2.3.1), des Dienstmanagements (Abschnitt 2.3.3) und bezüglich der Funktionalität an der CSM-Schnittstelle (Abschnitt 2.3.4). Die gewählte Modellschichtung und damit das Abstraktionsniveau von ODMA stellt jedoch eine für die CSM-Architektur interessante Analogie dar: Das gewählte Abstraktionsniveau verschattet spezifische Eigenschaften von existierenden Managementarchitekturen und erlaubt ein übergreifendes Management. Diese Modellschichtung kann auf die CSM-Architektur übertragen werden, um die Funktionalität an einer CSM-Schnittstelle unabhängig von existierenden Managementanwendungen und deren zugrundeliegenden Managementarchitekturen zu beschreiben.

Zusammenfassen kann für die ODMA festgestellt werden, daß dieser Ansatz als Grundlage für die Beschreibung der CSM-Architektur wegen fehlenden, funktionalen Mehrwerts gegenüber etablierten Architekturen nicht geeignet ist. Die Modellschichtung liefert aber konzeptionelle Hinweise für das Abstraktionsniveau der CSM-Architektur zur Erfüllung der Anforderungen an die Teilmodelle (Abschnitt 2.3.2).

3.1.7 Common Information Model

Das Common Information Model (CIM) [CIM Spec] stellt keine gesamte Managementarchitektur dar, sondern beschreibt, wie der Name schon andeutet, ausschließlich ein Informationsmodell. Es wurde als Teil der *HyperMedia Management* Architektur der *Web-based Enterprise Management* Initiative entwickelt, jedoch frühzeitig aus der Architektur herausgelöst und an die DMTF übertragen. Wegen seiner Zielsetzung, ein übergreifendes Umbrella Informationsmodell zu schaffen, das eine Einbindung existierender Modelle unter möglichst minimalen Abbildungsverlusten gestattet, erfüllt es exakt die Anforderungen an die Informationsmodellierung innerhalb der CSM-Architektur (Abschnitt 2.3.2). Aus diesem Grund soll CIM innerhalb der Diskussion der existierenden Managementarchitekturen vorgestellt werden.

Aufgrund der Anforderung, ein Umbrella Informationsmodell zu entwickeln, basiert CIM auf einem objektorientierten, programmiersprachenunabhängigen Ansatz. Es besteht aus drei Teilen, einem Metamodell, einer Syntax zur Beschreibung von Managementobjekten und top-level Managementobjektklassen.

Das Metamodell wird mit Hilfe von UML definiert und enthält im wesentlichen Elemente zur Beschreibung von Klassen, Methoden, Assoziationen, Referenzen usw. Das *Managed Object Format* (MOF) legt eine Spezifikationssprache für die Definition von Managementobjektklassen fest. MOF ist vergleichbar mit den schon genannten Template-Sprachen GDMO oder Internet-SMI.

Schließlich spezifiziert CIM auf Basis des Metamodells unter Verwendung von MOF top-level Managementobjektklassen. Diese Klassen werden anhand von drei Schichten strukturiert: Das *Core Model* [CIM CM WP, CIM Core] stellt die Basis für die Vererbungshierarchie dar und enthält generische Klassen und Assoziationen, die allen Managementfunktionsbereichen zugeordnet werden können. Beispiele sind `ManagedSystemElement`, `System` oder `Service`.

Das *Common Model* spezialisiert das *Core Model* um technologieunabhängige Klassen, die als Grundlage für viele Managementanwendungen dienen können. Beispiele sind die Bereiche Anwendung [CIM Appl, CIM AM WP], Endsysteme und Geräte [CIM System, CIM Device], Netze [CIM Network] usw. Erweiterungsschemas (*Extention Schema*) verfeinern schließlich die obigen Modelle für spezifische Technologien, z.B. Windows95, Windows NT.

Bewertung

Die Intention von CIM, als Umbrella Informationsmodell top-level Managementobjektklassen zu definieren, stellt eine Grundvoraussetzung für ein integriertes Management dar und daher insbesondere auch für die CSM-Architektur, die eine einheitliche Sichtweise auf die unterschiedlichen Informationsbeschreibungen der Werkzeuge des Anbieters ermöglichen soll (siehe verallgemeinertes CSM-Szenario in Abschnitt 2.2.4). CIM liefert keinen vollständigen Lösungsgrundlage für die CSM-Architektur, kann aber wichtige Konzepte für die Erfüllung der erforderlichen, abstrakten Beschreibung von Managementinformationen innerhalb der CSM-Architektur (Abschnitt 2.3.2) bereitstellen.

3.1.8 Zusammenfassung

Die Diskussion der existierenden Managementarchitekturen hat gezeigt, daß keine Architektur für sich allein als Grundlage zur Beschreibung der CSM-Architektur geeignet ist. Die gegenwärtig eingesetzten Architekturen (Internet, OSI und OMA) sind auf einem zu niedrigem Abstraktionsniveau, wogegen TINA, RM-ODP und ODMA sich zwar auf einem höheren Abstraktionsniveau befinden, aber durchwegs Defizite bei der Spezifikation von Managementfunktionen aufweisen. Allen diesen Ansätzen ist gemeinsam, daß sie, falls sie überhaupt einen Dienstbegriff einführen, von einer einfacheren Semantik, wie sie in Abschnitt 2.2.2 eingeführt wurde, ausgehen. Somit weisen alle Ansätze in Bezug auf die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung das Defizit auf, daß Aspekte des Dienstmanagements (entsprechen der Definition in Abschnitt 2.2.2) und des Customer Service Managements (Abschnitt 2.2.3) nicht ausreichend betrachtet werden.

3.2 Dienstmanagement

Die Ansätze zur Modellierung von Aspekten des Dienstmanagements, ITIL und TOM/CIF, hingegen legen keine Kriterien in Bezug auf die allgemeinen Anforderungen von Managementarchitekturen fest, sondern konzentrieren sich auf die Strukturierung des Gesamtaufgabenkomplex *Dienstmanagement* anhand von Prozessen und Funktionen. Sie sollen daher im folgenden dahingehend untersucht werden, inwieweit sie das oben identifizierte Defizit der Managementarchitekturen, d.h. der mangelnden Berücksichtigung von Dienstmanagement-Aspekten, ausgleichen

können und somit Kriterien zur Abgrenzung des Dienstmanagements zu CSM und zur Strukturierung der Funktionalität an der CSM-Schnittstelle bereitstellen.

3.2.1 IT Infrastructure Library

Die Central Computer and Telecommunication Agency (CCTA) versucht mit ihrer IT Infrastructure Library (ITIL) [ITIL 94, ITIL] eine prozeßorientierte Strukturierung von Betreiberorganisationen von IT- und TK-Diensten. Die ITIL greift dabei die Funktionsbereiche des OSI-Managements auf und bindet sie in eine Sammlung von organisatorischen und technischen Vorgaben zum Betrieb einer komplexen IT-Infrastruktur ein. Die ITIL wird dabei in sogenannten Sets strukturiert, die sich ihrerseits aus einzelnen Modulen zusammensetzen (siehe Abbildung 3.4). Für eine detailliertere Beschreibung der einzelnen Sets und ihrer Module sei auf [ITIL] oder [HAN 99] verwiesen.

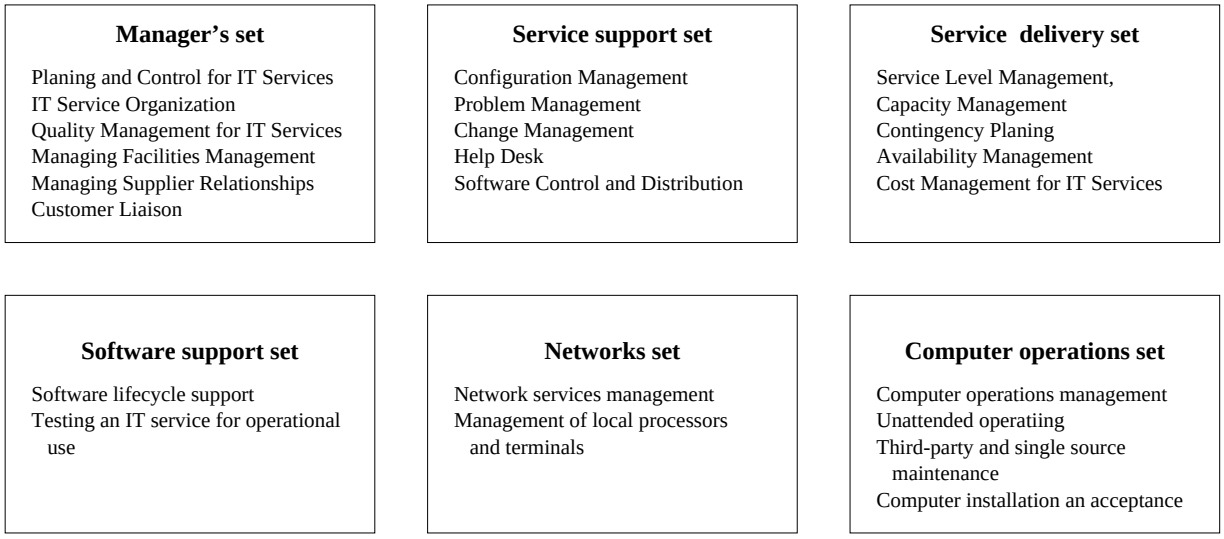

Abbildung 3.4: ITIL-Sets zum Betrieb von vernetzten Systemen (nach [HAN 99])

Im folgenden soll das Modul IT Service Organization [ITIL ITSO 93] vorgestellt werden, da es eine Einordnung der Module, die sich mit dem Management der IT-Infrastruktur und somit auch mit Dienstmanagementaspekten beschäftigen, enthält. Es beinhaltet die Strukturierung einer Organisation in Bezug auf die Bereitstellung und das Management von IT-Diensten mit definierten, kundenbezogenen Qualitätsmerkmalen. Die Basis für die Strukturierung der IT Service Organization bilden die in den Modulen der verschiedenen Sets (siehe Abbildung 3.4) definierten bzw. beschriebenen Service Management Functions (siehe Abbildung 3.5). Die Anordnung der Funktionen soll dabei ihre Stellung in Bezug auf externe Funktionen (eine enge Kooperation mit den Kunden ist zur Ausführung notwendig) einerseits und interne Funktionen (nur das Management der Infrastruktur selbst betreffend, nicht die darauf aufsetzenden Dienste) andererseits betonen.

Mit dem Modul IT Service Organization werden neben einem Überblick über die abgebildeten Service Management Functions auch Beispielrollen beschrieben, die diese Funktionen ausfüh-

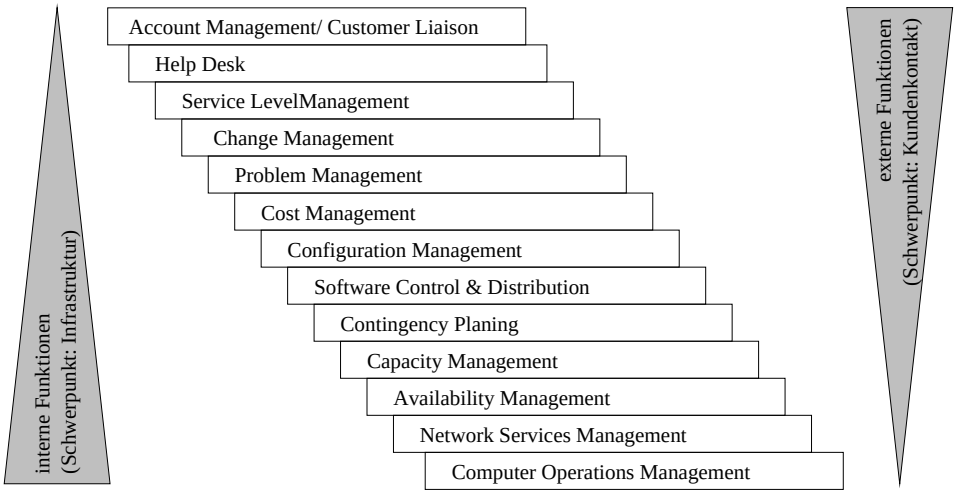

Abbildung 3.5: Einordnung der Funktionen in Bezug auf den Kundenkontakt und die Dienstimplementierung

ren/durchführen. Weiterhin werden die Konzepte des Moduls angewandt, um die Organisationsstrukturen von Dienstanbietern für beispielhafte Szenarien zu beschreiben. Dazu werden die Service Management Functions entsprechend den Zielsetzungen der Szenarien ausgewählt und zu Organisationseinheiten gruppiert.

Bewertung

In [HAN 99] wird die IT Infrastructure Library als erster systematischer Ansatz gewürdigt, der sich der Problematik der IT-Systeme bewußt von Seiten des Betreibers annähert. Es wird aber gleichzeitig bemängelt, daß dem Ansatz ein durchgängiges und nachvollziehbares Gesamtmodell fehlt.

Dies wird auch beispielhaft an dem Modul IT Service Organization deutlich. Die identifizierten Service Management Functions werden eingeführt, ohne aufzuzeigen, nach welcher Vorgehensweise oder Methodik sie identifiziert wurden. Aufgrund der kurzen Beschreibungen dieser Funktionen ist nicht klar, inwieweit es sich um umfassende, vollständige und universell einsetzbare Funktionen handelt. Somit bleibt auch die Frage unbeantwortet, inwieweit die aus diesen Funktionen resultierenden Rollen zur Modellierung beliebiger Szenarien universell einsetzbar sind.

Zusammenfassend kann die ITIL als wichtiger Beitrag im Umfeld des Dienstmanagements gewertet werden, die jedoch als Defizite das fehlende Gesamtmodell und den mangelnden Nachweis einer systematischen und umfassenden Vorgehensweise bei der Identifikation der Service Management Function bzw. Modulen aufweist. Diese beiden Kritikpunkte lassen die IT Infrastructure Library als ausreichende Grundlage für die Modellierung der CSM-Architektur als nicht geeignet erscheinen.

3.2.2 TeleManagement Forum

Die Arbeiten des TeleManagement Forums setzen im wesentlichen auf den Managementansätzen von TMN (siehe Abschnitt 3.1.2) auf und erweitern diese um die drei folgenden Aspekte: Aus dem *Business driven Approach* resultiert, daß IT-Dienstanbieter und Carrier ihre Geschäftsprozesse automatisieren müssen, d.h. es müssen End-to-End Informationsflüsse über Domänengrenzen hinweg etabliert werden. Unter *Technology Independent Agreements* wird verstanden, daß die Informationsflüsse unabhängig von konkret eingesetzten Technologien oder Produkten beschrieben werden sollen. Ein Grundgedanke des TMF ist es schließlich, daß nicht nur Konzepte erstellt werden, sondern die Konzepte auch umgesetzt werden (*Products, not just Paper*). Um diese drei Aspekte umzusetzen, werden die Arbeiten des TMF folgendermaßen strukturiert (siehe Abbildung 3.6): Die *Telecom Operation Map* (TOM) stellt ein prozeßorientiertes Rahmenwerk

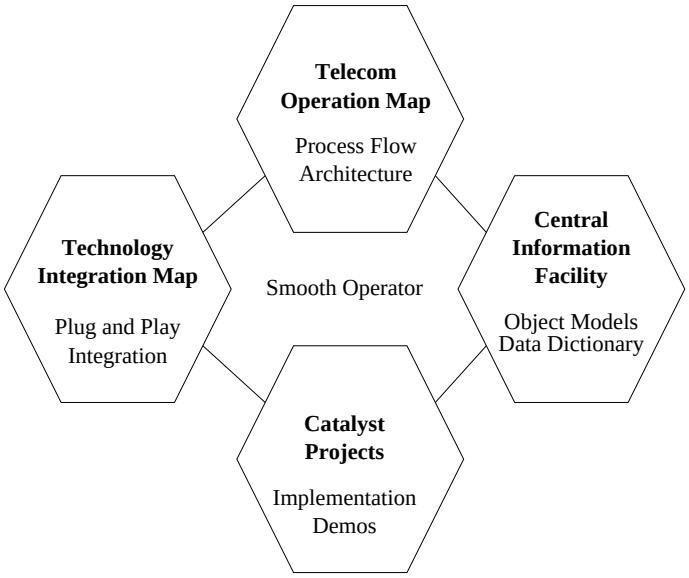

Abbildung 3.6: TeleManagement Forum Approach Components (nach [TMF TOM 99])

dar, das einen Dienstanbieter dabei unterstützt, seine Managementprozesse zu automatisieren. Die *Technology Integration Map* gibt Richtlinien vor, welche Technologien für die Realisierung der Konzepte und für ein integriertes Zusammenspiel geeignet sind. Die *Central Information Facility* (CIF) stellt das zentrale Repository der TMF dar, in dem sämtliche Informationsbeschreibungen und Objektmodelle enthalten sind. Innerhalb der *Catalyst Projects* soll die Tragfähigkeit der erarbeiteten Konzepte nachgewiesen werden.

Für die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung sind insbesondere die TOM und die CIF interessant. Sie werden daher im folgenden detaillierter vorgestellt:

Telecom Operation Map

Die *Telecom Operation Map* [TMF TOM 99] setzt sich im wesentlichen aus zwei Bestandteilen zusammen, dem *TMF Business Relationship Reference Model* und dem *TMF Telecom Operati-*

ons Process Model.

Das TMF Business Relationship Reference Model beschreibt den organisatorischen Kontext im TMF Umfeld und führt dazu u.a. die Rollen `Customer`, `Service Provider`, `Suppliers` und `other Providers/Operators` und deren Beziehungen untereinander ein.

Das TMF Telecom Operations Process Model untersucht und verfeinert die obige Rolle des `Service Providers`. Dazu werden verschiedene interne Prozesse des Service Providers identifiziert und strukturiert. Die Strukturierung erfolgt zweidimensional, einerseits anhand der von TMN vorgegebenen Managementschichtung und andererseits anhand der Dimensionen `Service Fulfillment`, `Service Assurance` und `Billing` (siehe Abbildung 3.7). Service Fulfilling umfaßt die mit der Bestellung und Bereitstellung eines Dienstes verbundenen Prozesse. Service Assurance beschreibt die mit dem Betrieb des Dienstes assoziierten Prozesse und Billing faßt schließlich die Abrechnung des Dienstes zusammen. Die `Customer`

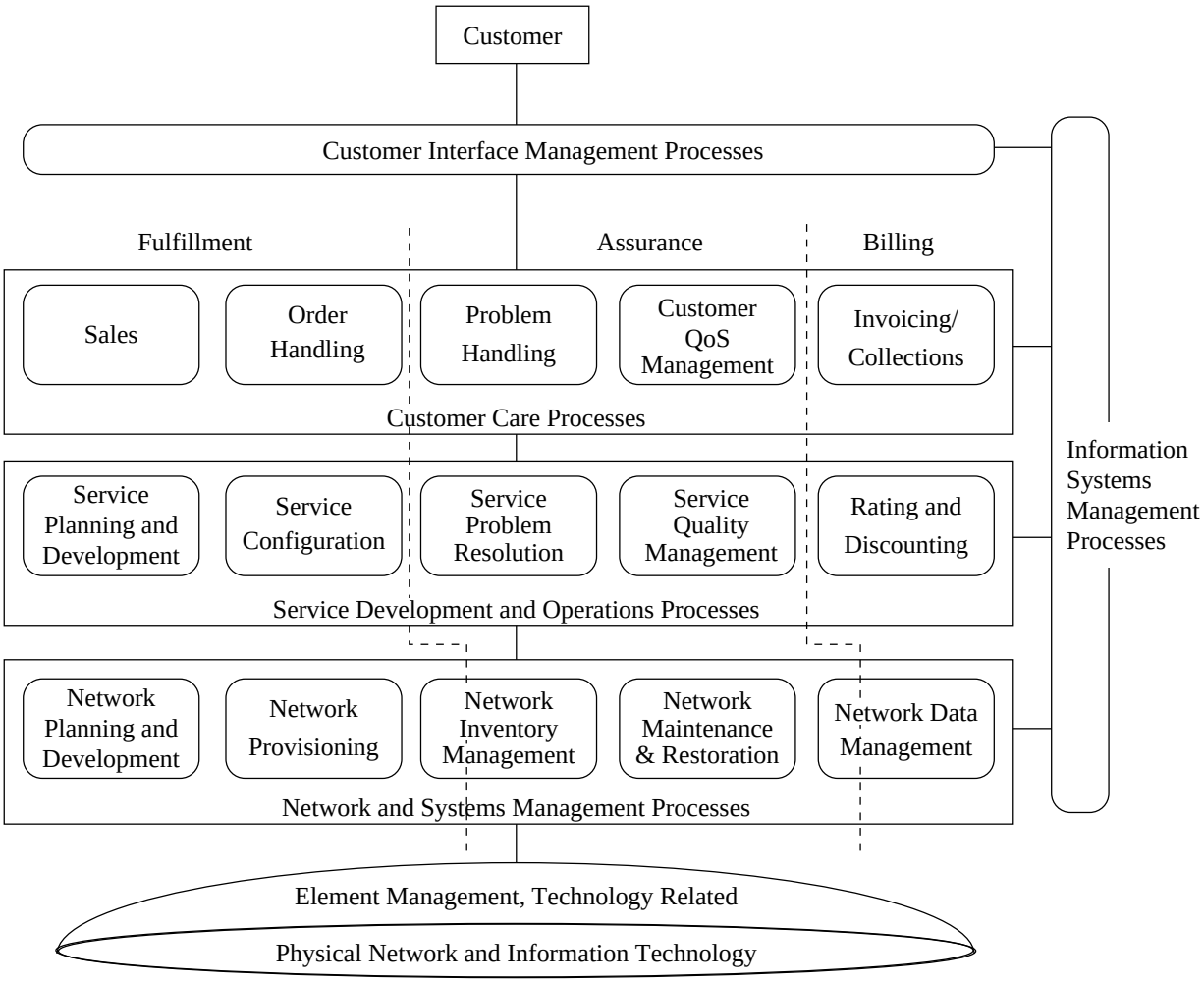

Abbildung 3.7: TMF Telecom Operation Process Model (nach [TMF TOM 99])

`Interface Management Processes` beschreiben direkte Interaktionen des Dienstanbieters mit seinen Kunden. Es wird lediglich spezifiziert, daß diese Prozesse entweder den Prozessen des Customer Care zugeordnet werden oder mittels eigenständiger Prozesse durchgeführt werden. Die `Customer Care Processes` umfassen Prozesse zur Bestellung, zur Bereitstellung, zum Betrieb und zur Abrechnung eines Dienstes. Die `Service Development and Operation Processes` beschreiben typische interne Aufgaben eines Dienstanbieters, die keinen Kundenkontakt benötigen. Die mit den `Network and Systems Management Processes` verbundenen Aufgaben umfassen das klassische Netz- und Systemmanagement und entsprechen den Aufgaben des TMN Network Layers. Im Dokument [TMF TOM DET 99] werden die Network and Systems Management Processes weiter verfeinert und auf Basis von Funktionen und abstrakten Datenbeständen detailliert spezifiziert. Die mit den `Information Systems Management Processes` verbundenen Aufgaben werden ebenfalls wie die Prozesse des Customer Interface Management nicht weitergehend behandelt. Für jeden identifizierten Prozeß beschreibt die TOM mittels Eingabe/Ausgabe Diagrammen die damit verbundenen Aufgaben.

Central Information Facility

Hinter der *Central Information Facility* (CIF) verbirgt sich eine lose Sammlung von einzelnen Dokumenten zur Beschreibung von Informations- bzw. Objektmodellen. Die im folgenden vorgestellten Dokumente können in sogenannte *Business Agreements* und *Information Agreements* unterschieden werden. Business Agreements beschreiben Prozesse auf Basis des Business Reference Models, wogegen Information Agreements diese Business Agreements um technische Spezifikationen wie Schnittstellen und Objektmodelle verfeinern. Weiterhin können die Dokumente dahingehend unterschieden werden, an welcher Position sie im Business Reference Model anzutreffen sind, d.h. an der Schnittstelle zwischen Customer und Service Provider, an der Schnittstelle zwischen zwei Service Providern oder ausschließlich innerhalb eines Service Providers. Im folgenden werden einige für diese Arbeit interessante Dokumente vorgestellt:

Customer To Service Provider Trouble Administration Business Agreement [NMF 501]
Dieses Dokument beschäftigt sich mit dem Austausch von Managementinformationen über Fehler, Störungen oder Problemen bezüglich der Dienstnutzung an der Schnittstelle zwischen Kunde und Dienstanbieter. Es werden Szenarien des Fehlermanagements vorgestellt, um die dazu notwendigen Interaktionen zwischen Kunde und Dienstanbieter zu identifizieren. Diese Interaktionen beinhalten beispielsweise die Möglichkeit der Kunden, beim Dienstanbieter Störungsmeldungen abzusetzen oder vom Dienstanbieter über Probleme oder Wartungszeiten informiert zu werden. Neben Anforderungen an die technische Implementierung einer solchen Schnittstelle werden auch Anforderungen an die Funktionalität gestellt.

Service Provider To Customer Performance Reporting Business Agreement [NMF 503]
Dieses Dokument beschäftigt sich mit dem Austausch von Informationen über die Einhaltung der SLA zwischen Kunde und Dienstanbieter auf Basis von Reports. Es werden

verschiedene Möglichkeiten zum Austausch der Reports eingeführt, ohne jedoch auf die Inhalte der Reports genauer einzugehen.

SMART Ordering SP to SP Interface Business Agreement [NMF 504] Innerhalb diese Dokuments werden mit den drei Phasen `Pre-Ordering`, `Ordering` und `Tracking` der Informationsfluß im Zuge der Bestellung eines Dienstes durch einen Kunden zwischen zwei Dienstanbietern beschrieben. Dabei werden die internen Aufgaben der involvierten Dienstanbieter und ihr Interaktionen exemplarisch beschrieben, ohne jedoch auf die Inhalte des Auftrags einzugehen.

Customer To Service Provider Trouble Administration Information Agreement [NMF 601] Die in [NMF 501] spezifizierten Anforderungen an eine Schnittstelle zwischen Kunde und Dienstanbieter für das Fehlermanagement wird in diesem Dokument auf technischer Ebene verfeinert. Dazu werden zuerst die Szenarien aus Szenarien von NMF501 auf Basis von OMT Use-Cases formal spezifiziert. Anschließend wird ein allgemeines Format einer Problembeschreibung eingeführt. Diese Format dient als zentrale Datenstruktur für den Austausch von Meldungen an dieser Schnittstelle. Basierend auf diesem Format werden anschließend die Interaktionen mittels OMT Collaboration Diagramms spezifiziert. Zuletzt erfolgt die Definition von Schnittstellen, die vom Kunde bzw. vom Dienstanbieter zu implementieren sind.

Bewertung

Die von der TMF erarbeiteten Konzepte stellen wichtige Ansätze im noch weitgehend unbearbeiteten Bereich des Dienstmanagements zur Verfügung. Der Hauptkritikpunkt ist allerdings, daß ihnen kein gemeinsames Rahmenwerk zugrundeliegt. Ebenfalls werden in vielen Dokumenten die Anforderungen nur oberflächlich eingeführt und die resultierenden Ansätze aus einer nicht nachvollziehbaren Methodik gewonnen. Damit können die Arbeiten des TMF nicht als top-down orientierter, umfassender und systematischer Lösungsansatz für das Dienstmanagement anerkannt werden. Im Detail ergeben sich folgende Kritikpunkte:

Für die Identifikation der Prozesse innerhalb des Telecom Operations Process Model ist kein systematisches Vorgehen erkennbar. Es wird keine Methodik angegeben, um aufzuzeigen, daß diese Prozesse für das Management der Dienste ausreichend, vollständig und geeignet sind. Es wird der Eindruck erweckt, daß diese Prozesse aus den Erfahrungen des Betriebs von großen Netzen resultieren und damit im Zuge eines bottom-up Ansatzes hervorgegangen sind. Die Einteilung der Prozesse auf Basis der drei Klassen `Fulfillment`, `Assurance` und `Billing` wird nicht begründet, läßt aber vermuten, daß Kriterien eines Lebenszyklus verwendet wurden. Ein Lebenszyklus wird aber nicht explizit vorgestellt. Viele Prozesse werden nur unzureichend spezifiziert und dies hinterläßt beim Leser, entgegen der ursprünglichen Zielsetzung, einen erhöhten Interpretationsspielraum.

Ein weitere, wesentliche Kritik am dem Telecom Operations Process Model ist, daß der Kunde eines Dienstes immer als Endkunde beschrieben wird. Dies ist in heutigen IT-Landschaften mit beliebig komplexen Diensthierarchien nicht adäquat.

Die vorgestellten Dokumente der CIF beschreiben wichtige und hilfreiche Konzepte, es fehlt jedoch eine eindeutige Integration dieser in die Prozesse des Telecom Operations Process Model. Wie schon bei den Prozessen der TOM kritisiert, fehlt den Dokumenten der CIF oftmals ein methodisches Vorgehen, das die Identifikation der Konzepte (Klassen, Attribute, Methoden oder Schnittstellen) nachvollziehbar gestaltet.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Arbeiten des TMF als Grundlage für die Beschreibung der CSM-Architektur nicht geeignet sind. Dies ist im wesentlichen aufgrund des Fehlens eines durchgängigen Gesamtkonzepts begründet und wird noch durch die Tatsache verstärkt, daß ausschließlich Telekommunikationsdienste berücksichtigt werden und noch offensichtliche Lücken bei der Spezifikation der existierenden Dokumente, insbesondere der identifizierten Prozesse, vorherrschen.

3.3 Customer Service Management

Innerhalb der Begriffsbildung (Abschnitt 2.2.3) wird unter dem Begriff CSM die Weitergabe von dienst- und kundenorientierten Managementinformationen durch den Dienstanbieter an seine Kunden über ihre abonnierten Dienste eingeführt. Im Zuge der gesamten Anforderungsanalyse (Kapitel 2) wird aber auch deutlich, daß es sich dabei um eine neue Forschungsfragestellung handelt. Dies resultiert im wesentlichen daraus, daß die CSM-Problematik vor allem im Zuge des Paradigmenwechsels vom Netz- und Systemmanagement zum Dienstmanagement entstanden ist, aber die mit dem Paradigmenwechsel verbundenen Anforderungen, Konzepte und Mechanismen noch nicht annähernd vollständig bearbeitet oder gar gelöst sind. Hieraus resultiert, daß zur CSM-Problematik bisher kaum Veröffentlichungen existieren. Auf zwei spezielle Arbeiten soll in diesem Abschnitt genauer eingegangen werden, zum einen auf eine sehr ähnlich klingende Arbeit mit dem Titel *A Customer Service Management Architecture for the Internet* (siehe Abschnitt 3.3.2) und eine Arbeit, die sich mit CSM als Basis des interorganisationalen Dienstmanagements beschäftigt (siehe Abschnitt 3.3.3). Es existieren jedoch eine Reihe von Arbeiten und Technologien im Umfeld des *Customer Network Managements* (CNM). CNM beschreibt die Weitergabe von Managementinformationen innerhalb des Netzmanagements, d.h. ein Netzprovider versorgt seine Kunden ausschließlich mit Daten über die Infrastruktur, es werden jedoch keine Informationen über Dienstvereinbarungen oder Dienstgüten bereitgestellt. CNM kann somit als ein Teilgebiet von CSM angesehen werden, welches jedoch, wie einleitend motiviert, in heutigen organisationsübergreifenden IT-Umgebungen mit vertraglich vereinbarten Dienstgüten und Vertragsstrafen als nicht mehr ausreichend bewertet werden kann. Aufgrund der ähnlichen, wenn auch deutlich eingeschränkten Aspekte zwischen CSM und CNM sollen im folgenden einige Ansätze zu CNM in Hinblick auf die dieser Arbeit zugrundeliegenden Fragestellung untersucht werden. Einerseits existieren eine Reihe von Spezifikationen von technologie-spezifischen CNM-Schnittstellen (z.B. ATM M3 [ATM-F 96], Frame Relay CNM [Bell 94] oder SMDS CNM [Bell 91]). Die an diesen Schnittstellen bereitgestellten Informationen werden aus technologie-

spezifischen MIBs gewonnen und umfassen die Bereiche des Konfigurations- und Performancemanagements. Aufgrund ihrer Zielsetzung unterstützen diese Spezifikationen (ebenfalls wie existierende CNM-Schnittstellen, z.B. Abilene NOC [ABILENE]) keine Modellbildungen oder Abstraktionen und können somit nicht mit der dieser Arbeit zugrundeliegenden Fragestellung verglichen werden. Andererseits existiert von der ITU eine Sammlung von Empfehlungen, die sich mit architekturellen Aspekten der Integration von CNM in das Telecommunication Management Network (siehe Abschnitt 3.1.2) beschäftigen. Im nächsten Abschnitt werden diese Empfehlungen daher dahingehend zu untersuchen sein, inwieweit sie einen Beitrag für die dieser Arbeit zugrundeliegenden Fragestellung liefern.

3.3.1 Customer Network Management nach ITU

Die ITU-T Empfehlung X.160 *Architecture for Customer Network Management Service for Public Data Networks* [ITU X.160] definiert im Umfeld der *Public Data Networks* den Austausch von Managementinformationen zwischen Kunde und Dienstanbieter. CNM wird als Dienst eingeführt, mit dessen Hilfe Kunden Managementinformationen bezüglich ihres Netzdienstes abrufen und eventuell auch verändern können. Zur Beschreibung von CNM wird ein Rahmenwerk eingeführt, das auf Basis der Konzepte von TMN (siehe Abschnitt 3.1.2) in eine funktionale und physische Architektur unterscheidet. Die funktionale Architektur ist in Abbildung 3.8 dargestellt und beschreibt mit Hilfe von Funktionsblöcken und Referenzpunkten die (funktionalen) Beziehungen zwischen dem Kundenmanagement, den CNM-Funktionen und den Netzmanagementfunktionen. Die physische Architektur beschreibt auf Basis von zwei Schnittstellen die möglichen Ausprägungen des CNM Referenzpunktes zwischen dem Kundenmanagement und dem CNM Funktionsblock. `CNMc` stellt ein generell anwendbare Schnittstelle dar, insbesondere aber wenn an die Schnittstelle interaktive Anforderungen zwischen Kunde und Dienstanbieter gestellt werden. `CNMc` basiert auf CMIP. `CNMe` wird angewendet, wenn keine interaktiven Anforderungen zu erfüllen oder wenn vertragliche Interaktionen an der CNM-Schnittstelle notwendig sind. `CNMe` basiert auf EDI (CCITT F.435).

Die ITU-T Empfehlung X.161 *Definition of Customer Network Management Services for Public Data Networks* [ITU X.161] definiert Managementdienste und unterstützende Dienste für CNM, d.h. diese Dienste werden am CNM Referenzpunkt (siehe X.160) vom Dienstanbieter seinen Kunden bereitgestellt. Diese Dienste werden auf Basis der FCAPS der OSI-Managementarchitektur (Abschnitt 3.1.2) strukturiert. Die Dienste dieser Empfehlung sind technologieunabhängig und werden in X.162 [ITU X.162] auf Basis der `CNMc` Schnittstelle für die Protokoll X.25 und in [ITU X.163] auf Basis der `CNMe` Schnittstelle ebenfalls für das X.25 Protokoll angewendet.

Bewertung

Die in diesen Empfehlungen vorgestellte Architektur zur Beschreibung von CNM verfolgt sehr ähnliche Zielsetzungen wie die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung. Aufgrund mehre-

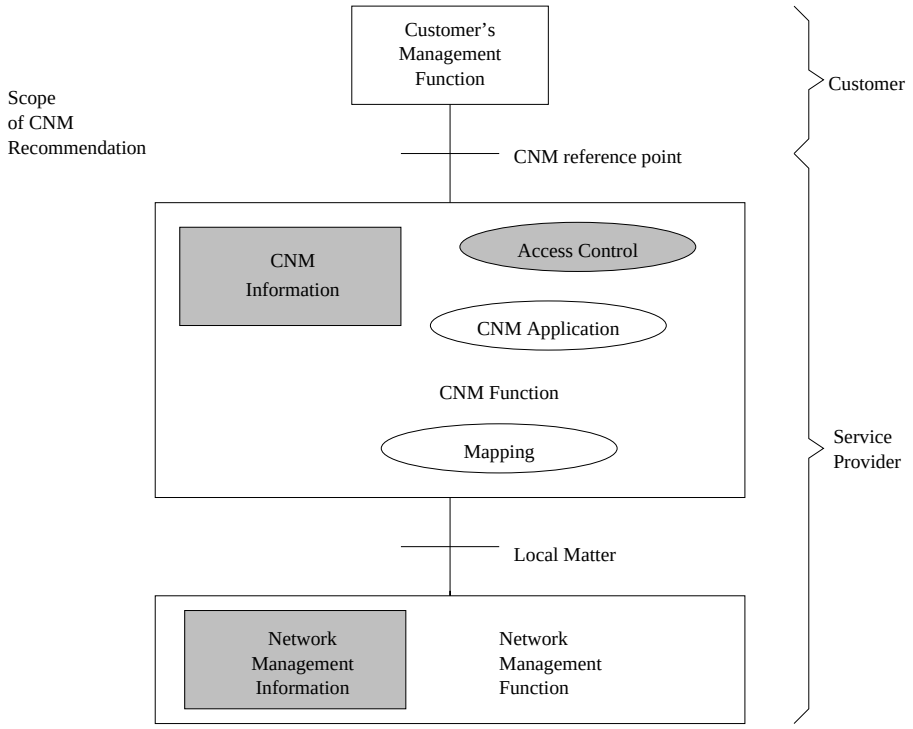

Abbildung 3.8: Functional Architecture of CNM (nach [ITU X.160])

rer Defizite können sie jedoch nicht als Grundlage für die Beschreibung einer CSM-Architektur herangezogen werden:

Erstens wird innerhalb von TMN ein anderer Dienstbegriff verwendet als innerhalb dieser Arbeit. So werden von ITU CNM auch nicht die in der Anforderungsanalyse identifizierten, wesentliche Aspekte eines Dienstes, wie Dienstbeschreibung, Dienstvereinbarungen, Dienstgüte usw. berücksichtigt. Damit unterstützen die CNM Dienste in X.161 auch nicht die wesentliche Aufgabe von CSM, die Überwachung der Einhaltung der in den Dienstvereinbarungen vertraglich zugesicherten Dienstgüte und entsprechender Eskalationsmechanismen im Falle der Verletzung.

Zweitens werden die eingeführten Dienste oftmals lediglich identifiziert und eine detaillierte Spezifikation als *for further study* deklariert. Es fehlt somit eine konkrete Beschreibung, wie sie auf die Funktionen des Network Layers abgebildet werden können. Das in Abbildung 3.8 dargestellt `Mapping` ist eine wesentliche Aufgabe bei der Implementierung einer CNM/CSM-Schnittstelle, wird aber nicht in diesen Empfehlungen behandelt.

Zusammenfassend kann die in diesen ITU Empfehlungen spezifizierte Architektur als interessanter Ansatz angesehen werden, die jedoch in Hinblick auf die Anforderungsanalyse aus Abschnitt 2 durch den geringen Detaillierungsgrad der CNM-Dienste, den unterschiedlichen Dienstbegriff, die Fokussierung auf Netzdienste und die fehlende Abbildung auf den Network Layer charakterisiert ist.

3.3.2 A Customer Service Management Architecture for the Internet

In [SPBG 00] wird unter dem Titel *A Customer Service Management Architecture for the Internet* eine Architektur vorgestellt, die aufgrund der Komplexität des Dienstmanagements und der steigenden Anzahl an Kunden, Aufgaben des Dienstmanagements an den Kunden ausgelagert werden sollen. Als dafür geeignete Aufgaben werden das Management der Service Level Agreements (SLAs) und der Service Level Specifications (SLSs) identifiziert. Die SLSs sind dabei der Teil der SLAs, der sich mit dynamischen Aspekten beschäftigt und dabei handelt es sich um die aktuellen Parameter, die der Kunde selbst konfigurieren kann. Dazu wird eine Architektur eingeführt, deren zentraler Bestandteil das in Abbildung 3.9 dargestellte `Customer Service Management Module` ist. Dieses Modul verwaltet die Konfiguration einer Managementdo-

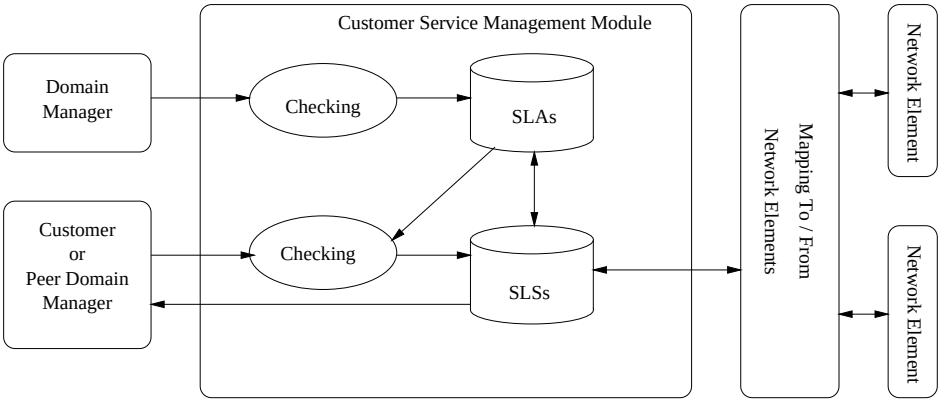

Abbildung 3.9: Customer Service Management Module (nach [SPBG 00])

mäne auf Basis der SLAs und SLSs. Der Domain Manager kann SLAs erzeugen, verändern und löschen, Kunden können ausschließlich ihre SLSs anpassen. Die `Checking` Bausteine gewährleisten, daß nur sinnvolle Eingaben bearbeitet werden, insbesondere werden Veränderungen an den SLS auf die Einhaltung der in den SLAs festgelegten Grenzen hin überprüft. Die `Mapping Function` gewährleistet die Abbildung der SLSs auf technische Parameter der Infrastruktur.

Bewertung

Ein wesentliches Defizit dieses Ansatzes ist der fehlende Detaillierungsgrad, die Vermischung von Managementebenen und ein für die selbst gesteckten Ziele notwendiges Abstraktionsniveau:

Die eingeführten Bausteine der Architektur werden nur oberflächlich eingeführt. Es ist keine Methodik erkennbar, auf deren Basis die Module der Architektur hergeleitet worden sind und inwieweit die vorhandenen Module für beliebige Managementumgebungen einsetzbar sind. Weiterhin fehlt eine granulare Spezifikation, welche Informationen das SLA bzw. das SLS umfaßt.

Die `Mapping Function` beschäftigt sich mit der Abbildung der SLAs bzw. SLS auf die Komponentenparameter der Infrastruktur. Diese Abbildung ist allgemein Teil des Dienstmanagement und nicht Teil des Customer Service Managements. Wäre diese Abbildung ausschließlich

Teil des CSM, dann wären auch beispielsweise die existierenden SLA-Tools CSM zugeordnet. Diese SLA-Tools dienen aber auch dem internen Dienstmanagement des Anbieters zur Optimierung der Ressourcen und zur Planung der gesamten Infrastruktur. Auch das interne Fehlermanagement ist von diesen Abbildungsfunktionen abhängig, um feststellen zu können, welche Dienste durch den Ausfall einer Komponente betroffen sind und inwieweit evtl. Dienstvereinbarungen verletzt worden sind. Beide Aspekte stellen keine spezifischen Aufgaben von CSM dar, sondern sind dem Dienstmanagement zugeordnet.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß *A Customer Service Management Architecture for the Internet* [SPBG 00] prinzipiell die gleiche Fragestellung behandelt, die auch dieser Arbeit zugrundeliegt. Es mangelt ihr jedoch einer systematischen Vorgehensweise und insbesondere einer detaillierten Spezifikation der involvierten Akteure, insbesondere aus Sicht des Dienstmanagements des Anbieters, der detaillierten Identifikation der Informationen und ihrer Flüsse innerhalb des Dienstmanagements des Anbieters und einer Ausprägung von Schnittstellen zu den Werkzeugen des Anbieters, die als Informationsquellen genutzt werden sollen. Aufgrund dieser Defizite, insbesondere wegen einer fehlenden systematischen Modellbildung, erfüllt dieser Ansatz nicht die gestellten Anforderungen.

3.3.3 Customer Service Management als Basis für interorganisationales Dienstmanagement

Unter dem Titel *Customer Service Management als Basis für interorganisationales Dienstmanagement* motiviert [Nerb 01], daß die Realisierung von heutigen IT-Diensten aufgrund der inhärenten Komplexität durch unterschiedliche Dienstanbieter erfolgt. Diese verteilte Diensterbringung führt aus der Sichtweise des technischen Managements zu Organisationsketten, wobei im Interesse der gemeinsamen Diensterbringung durch alle Organisationen eine intensive Kommunikation, Koordination und Kooperation über die Organisations- und Domänengrenzen hinweg erforderlich ist.

Das Ziel dieser Arbeit ist es daher, Konzepte zu entwickeln, die die Analyse von komplexen Organisationsbeziehungen ermöglichen und die erforderlichen managementrelevanten Interaktionen und Informationen an der Schnittstelle zwischen Kunde und Dienstanbieter systematisch zu identifizieren. Das Ergebnis ist ein Anforderungskatalog an eine abstrakte Managementschnittstelle zwischen Kunde und Dienstanbieter.

Die abstrakte Managementschnittstelle wird auf Basis von drei Modellen charakterisiert und der resultierende Lösungsansatz als *Customer Service Management* bezeichnet: Das Organisationsmodell erlaubt, beliebige Szenarien des interorganisationalen Dienstmanagements zu analysieren und dabei die involvierten Dienste und Organisationen zu identifizieren. Auf Basis der Beschreibungsmittel `Rolle` (es werden zwei Rollen, Kunden und Dienstanbieter, unterschieden), `Organisation` und `Dienst` erfolgt eine Dekomposition und Strukturierung der Szenarien. Das Interaktionsmodell beschreibt die notwendigen managementrelevanten Interaktionen zwischen Kunde und Dienstanbieter. Dazu werden Interaktionsklassen für das Inquiry Management, das Order Management, das Configuration Management, das Problem Management, das

Quality Management, das Accounting Management und das Change Management identifiziert. Diese Klassen werden mittels Interaktionsmodellen auf Basis des Dienstlebenszyklus weiter verfeinert. Das Informationsmodell schließlich spezifiziert, welche Datenstrukturen zwischen Kunde und Anbieter im Zuge der identifizierten Interaktionen ausgetauscht werden müssen. Diese Datenstrukturen werden mittels Packages strukturiert und objektorientiert modelliert.

Mit dem entwickelten Lösungsansatz stehen eine Reihe von Konzepten zur Verfügung, mit denen die Anforderungen an eine CSM-Schnittstelle formuliert werden können. Anhand der bereitgestellten Methodik können Organisationen für Dienste die notwendige Funktionalität an der CSM-Schnittstelle ermitteln. Der Schwerpunkt dieser Methodik ist die Aufstellung eines allgemeinen und generischen Anforderungskatalogs an die Funktionalität von CSM-Schnittstellen für beliebige Dienste.

Bewertung

Diese Arbeit stellt einen systematischen und top-down orientierten Anforderungskatalog an die Funktionalität an einer CSM-Schnittstelle zwischen Kunde und Dienstanbieter bereit, verfolgt jedoch nicht die Zielsetzung, Vorgaben bezüglich prozeßorientierter oder systemtechnischer Umsetzung oder Implementierung zu geben. Wie in der einleitenden Abgrenzung schon erwähnt, stellt damit diese Arbeit wichtige Aspekte für die Identifikation und Strukturierung der Funktionalität an der CSM-Schnittstelle zur Verfügung (Abschnitt 2.3.4), kann jedoch aufgrund ihrer Zielsetzung keine Hinweise auf die Integration einer CSM-Schnittstelle in die Managementumgebung des Dienstanbieters geben, d.h. sie läßt offen, wie ein Dienstanbieter die identifizierten Interaktionen auf die Funktionalität seiner Dienstmanagementwerkzeuge abbilden kann bzw. aus welchen Werkzeugen die Informationen gewonnen werden können. Damit stellt sie insbesondere für Kunden eines Dienstes ein wichtiges Hilfsmittel bereit, um für einen abonnierten Dienst, ohne Kenntnis über das Managementumfeld des Anbieters, Anforderungen an eine korrespondierende CSM-Schnittstelle zu stellen und die Realisierung dieser Anforderungen gegenüber dem Dienstanbieter einzufordern.

3.4 Zusammenfassung: Möglichkeiten und Defizite existierender Ansätze

In diesem Kapitel wurden unterschiedlichste Ansätze dahingehend untersucht, inwieweit sie sich eignen, als Lösungsansatz für die dieser Arbeit zugrundeliegende Fragestellung herangezogen zu werden. In Abbildung 3.10 werden die Möglichkeiten und Defizite aller diskutierten Ansätze in Bezug auf die in Kapitel 2 identifizierten Anforderungen nochmals zusammengefaßt.

In Abschnitt 3.1 wurden die existierenden Managementarchitekturen dahingehend bewertet, inwieweit sie als Basis für die CSM-Architektur geeignet sind. Die Analysen zeigen, daß keine der vorgestellten Architekturen dafür geeignet ist. Dies gilt selbst für die OSI-

	Anforderungen an die CSM-Architektur \ existierende Ansätze	Internet Management	OSI/TMN	CORBA	RM-ODP	TINA	ODMA	CIM	ITIL	TOM	ITU CNM	CSM-A. f. t. Internet	interorg. DM
2.3.1	zuverlässiger Datentransfer	--	+	+							+		
	Skalierbarkeit	--/o	+	+							+		
	Effiziente Übertragung	--/o	+	+							+		
	Sicherheitsmechanismen	--	+	+/-							+		
	Reifegrad	+	+	+	o	-	-	+	o	o	+	-	
2.3.2	Informationsbeschreibung	--	+	+	o	++	++	++	-	-	++		++
	Organisationsaspekte	-	-	-	++	++	o		o	o	-		-
	Kommunikationsvorgänge	--	-	-	++	++	o		o	-	-		-
	Funktionalität		+	--	--	o	o		o	o	+		++
2.3.3	beliebige Dienste			-	-	+	-		+	-	+	-	++
	Lebenszyklus			-	-	+	-			-	+		++
	Teil des Dienstmanagements				-	o	-		+	+	o	-	
	Managementschirm				o	o	o			o	o	-	
	Abhängigkeiten				-	-	-		o	-	-	-	
	Integrationsaspekte				-	-	-		o	-	-	-	
	Mandantenfähigkeit				-	-	-				o		++
2.3.4	Fehlermanagement		+			+	+		+	++	+	--	++
	Konfigurationsmanagement		+			+	+		+	+	+	+	++
	Abrechnungsmanagement		+			+	+		+	o	-	--	++
	Leistungsmanagement		+			+	+		+		+	+	++
	Sicherheitsmanagement		+			+	+				-	--	++

Legende:
- ++ Anforderung erfüllt
- + Anforderung weitgehend erfüllt
- o Anforderung teilweise erfüllt
- - Anforderung weitgehend nicht erfüllt
- -- Anforderung nicht erfüllt

Abbildung 3.10: Möglichkeiten und Defizite existierender Ansätze

Managementarchitektur (siehe Abschnitt 3.1.2), in der die vier Teilmodelle konzeptionell insgesamt am weitesten ausgeprägt sind. Das Hauptargument für die existierenden Managementarchitekturen dabei ist, daß die Unterstützung eines heterogenen Umfeldes in den Managementumgebungen von Kunde und Dienstanbieter eine Abstützung auf ausschließlich eine Managementarchitektur nicht sinnvoll erscheinen läßt. Das wesentliche Defizit der in Entwicklung befindlichen Managementarchitekturen ist, daß die Dienstmanagement-Aspekte noch nicht in für die Zielsetzung dieser Arbeit erforderlichem Maße berücksichtigt werden.

Die in Abschnitt 3.2 vorgestellten Ansätze zur Modellierung von Aspekten des Dienstmanage-

ments zeigen vor allem dadurch Schwächen, daß ihnen keine erkennbare top-down Konzeption zugrundeliegt, sondern diese Ansätze eher aus dem praktischen Betrieb großer TK-Umgebungen resultieren. Insbesondere die Informationsmodellierung und die Anzahl der vordefinierten Managementobjekte sind weitere Schwachpunkte. Die in diesen Ansätzen eingeführten Prozeßmodellierungen und Funktionsbausteine, insbesondere die vorgestellten Dokumente der CIF, stellen jedoch grundlegende Konzepte und Lösungsansätze für Teilprobleme der CSM-Architektur dar.

Die Ansätze im Umfeld des CSM bzw. CNM (Abschnitt 3.3) liefern keinen direkten Beitrag zur Integration von CSM-Schnittstellen in die Managementumgebung des Dienstanbieters, sie können aber dazu herangezogen werden, die notwendigen Funktionen und Interaktionen an der CSM-Schnittstelle und ihre Mächtigkeit genauer zu spezifizieren.

Orthogonal zu dieser Beurteilung der Arbeiten sollen im folgenden die Erfüllung der einzelnen Anforderungsklassen durch die vorgestellten Ansätze diskutiert werden:

Allgemeine Anforderungen bezüglich Managementarchitekturen (Abschnitt 2.3.1): Aussagen über die Erfüllung der allgemeinen Anforderungen an Managementarchitekturen können nur über die existierenden Managementarchitekturen, d.h. Internet-Managementarchitektur, OSI-Managementarchitektur und CORBA als Managementarchitektur, und über die ITU CNM Empfehlungen gemacht werden. Denn alle anderen vorgestellten Arbeiten abstrahieren von den konkreten Kommunikationsmechanismen zum Austausch von Managementinformationen. Der Reifegrad der in Entwicklung befindlichen Managementarchitekturen kann aufgrund von noch teilweise fehlenden Implementierungen oder Tragfähigkeitsnachweisen als teilweise bzw. weitgehend noch nicht erfüllt bewertet werden.

Anforderungen bezüglich der Teilmodelle (Abschnitt 2.3.2): Hinsichtlich der Anforderungen bezüglich der Teilmodelle kann festgestellt werden, daß ausschließlich TINA, RM-ODP und ODMA auf einem Abstraktionsniveau etabliert sind, das eine für die CSM-Architektur notwendige Beschreibung einer heterogenen Managementumgebung gestatten. Gleichzeitig zeichnen sie sich jedoch aufgrund von Defiziten bei der Definition von generischen Managementfunktionen aus.

Anforderungen bezüglich des Dienstmanagements (Abschnitt 2.3.3): Die Anforderungen bezüglich der Abgrenzung von CSM und dem Dienstmanagement zeigt deutlich, daß noch keine der vorgestellten Arbeiten den Paradigmenwechsel vom Netz- und Systemmanagement zum Dienstmanagement in Hinblick auf die Unterstützung beliebiger Dienste, der Berücksichtigung aller Phasen des Lebenszyklus und auf die Beschreibung des Aufbaus und der Strukturierung des Dienstmanagements berücksichtigt. Dieser Aufbau bzw. die Strukturierung ist jedoch notwendig, um CSM als Managementschirm über dem Dienstmanagement zu etablieren, die Abhängigkeiten zwischen CSM und dem Dienstmanagement zu identifizieren und die Integration von CSM-Schnittstellen in die Dienstmanagementumgebung zu modellieren.

Erforderliche Funktionalität an der CSM-Schnittstelle (Abschnitt 2.3.4): Hinsichtlich der Identifikation und Strukturierung der Funktionalität an der CSM-Schnittstelle können nur

die OSI-Managementarchitektur, die CIF des TeleManagement Forums und die Arbeit bezüglich CSM als Basis für interorganisationales Dienstmanagement einen Beitrag liefern. TINA, ODMA und ITIL erhalten zwar gute Bewertungen, jedoch setzten sie auf den OSI System Management Functions auf, ohne aber diese um wesentlich neue Konzepte in Hinblick auf die Identifikation und Strukturierung der Funktionalität an der CSM-Schnittstelle zu erweitern.

Zusammenfassend kann aus der Diskussion in diesem Kapitel abgeleitet werden, daß keiner der vorgestellten Ansätze hinreichend geeignet ist, als Lösung für die dieser Arbeit zugrundeliegenden Fragestellung herangezogen zu werden. Daher ist ein methodischer, systematischer und top-down-orientierter Ansatz zur Konzeption und Anwendung einer CSM-Architektur dringend erforderlich. Er soll in den nächsten Kapiteln erarbeitet werden.

Kapitel 4

Customer Service Management Architektur

4.1 Konzeptionsidee

Die CSM-Architektur verfolgt in Analogie zu Managementarchitekturen die Zielsetzung, grundlegende Voraussetzungen und Festlegungen in Bezug auf Customer Service Management zu spezifizieren. Wie die beiden Szenarien in Kapitel 2 gezeigt haben, liegt die Hauptproblematik darin, daß sämtliche involvierten Managementwerkzeuge auf unterschiedlichen Beschreibungen ihrer Informationen basieren und die Zugriffsmöglichkeiten auf diese Daten vielfältig ausgeprägt sind. Diese Problematik kann als *Heterogenität der Teilmodelle* in Bezug auf die den Werkzeugen zugrundeliegenden Managementarchitekturen bezeichnet werden und ihre Lösung stellt eine Hauptanforderung an die CSM-Architektur dar.

Die in dieser Arbeit vorgestellte Idee zur Lösung dieser Problematik ist es, auf Basis einer geeigneten Metamodellierung die CSM-Architektur auf einer Abstraktionsebene zu beschreiben, die eine einfache Abbildung der eingeführten CSM-spezifischen Konzepte auf existierende Managementarchitekturen gestattet. Damit wird die Koppelung von Managementwerkzeugen zur Realisierung von CSM-Schnittstellen trotz eines heterogenen Managementumfelds ermöglicht.

Um zu klären, was sich genau hinter dieser Idee verbirgt und welche Auswirkungen in Bezug auf das Design der CSM-Architektur daraus resultieren, folgt zuerst eine kurze Vorstellung des Konzepts der Metamodellierung. Anschließend werden verschiedene Management-Modellebenen eingeführt und die CSM-Architektur als das Modell für eine dieser Schichten definiert. Schließlich wird die Vorgehensweise bei der Konzeption der CSM-Architektur erläutert.

4.1.1 Metamodellierung

Die Problematik des integrierten Informationsaustauschs zwischen heterogenen Systemen ist nicht nur die zentrale Fragestellung dieser Arbeit, sondern tritt auch im Umfeld der Softwareentwicklung allgemein auf. [Iyen 99] beschäftigt sich eingehend mit diesem Problemumfeld und schlägt eine automatisierte, Metamodell-basierte Transformation zwischen Informationsinseln

als Lösungsansatz vor. Metamodelle dienen dabei dazu, ein gemeinsames Verständnis zwischen allen involvierten Personen (Entwickler, Anwender, ...) zu schaffen und ein gemeinsames Vokabular zur Beschreibung der zu lösenden Problematik zu definieren. Unter einem Metamodell wird dabei das *Modell eines Modells* verstanden, d.h. es beschreibt und definiert die Syntax und die Semantik der vom Modell verwendeten Beschreibungsmittel. Die Besonderheit ist dabei, daß durch die Beschreibung des Gesamtsystems auf verschiedenen Abstraktionsebenen der Versuch gemacht wird, die gesamte Komplexität in den Griff zu bekommen.

Im Umfeld der objektorientierten Softwareentwicklung hat sich nach [Iyen 99] die innerhalb der Meta Object Facility (MOF) [OMG 99-09-04] definierte Vier-Schichten-Architektur in Bezug auf die Metamodellierung etabliert (siehe Abbildung 4.1):

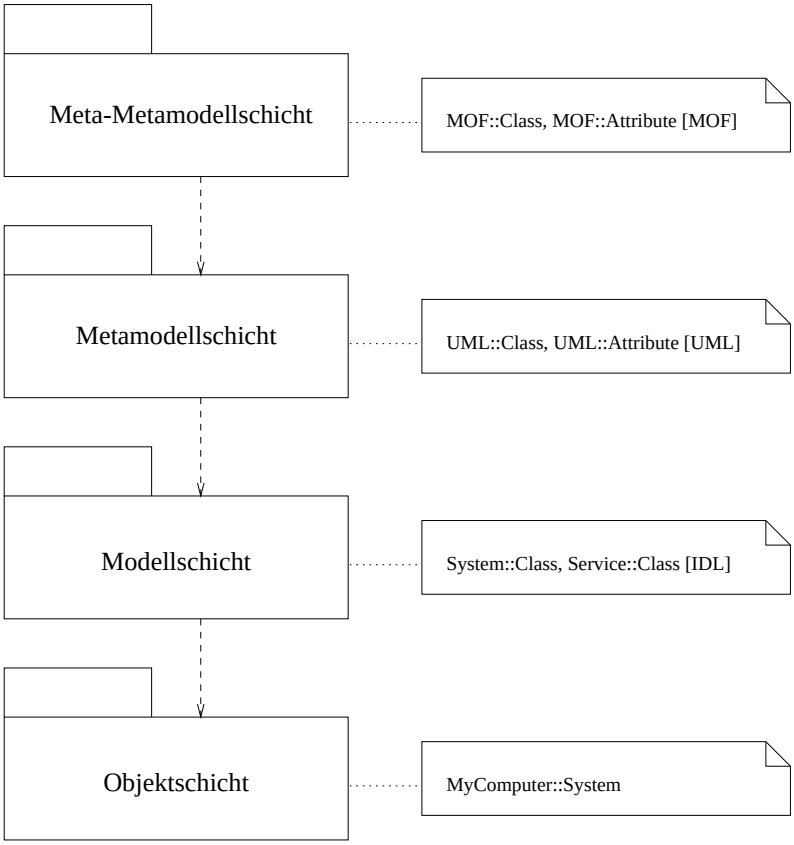

Abbildung 4.1: Metamodellierung: Vier-Schichten-Architektur

Auf unterster Ebene werden ausschließlich Objekte betrachtet (z.B. das Objekt `MyComputer`). Bei diesen Objekten handelt es sich um Instanzen von Klassen (z.B. ist `MyComputer` eine Instanz der Klasse `System`), die in der Modellebene spezifiziert werden. Die nächst höhere Abstraktionsschicht (Metamodell) beschreibt die Konzepte der Modellschicht, d.h. was unter einer Klasse, Attribut, Methode, usw. verstanden wird (z.B. daß es sich um eine Klasse nach der UML Definition handelt `UML::Class`). Schließlich stellt die Meta-Metamodellschicht eine Abstraktion der Metamodellschicht dar und beschreibt deren Modellierungskonzepte (z.B.

kann UML mit den Konzepten der Meta Object Facility beschrieben werden (`MOF::Class`).

Diese Vier-Schichten-Architektur soll verdeutlichen, daß die Begriffe und Konzepte einer Modellschicht (z.B. MyComputer) von der darüberliegenden Metamodellschicht (`UML::Class`) eindeutig definiert und festgelegt werden und daraus Schichten von Abstraktionsebenen resultieren. Dieses Abstraktionsprinzip (nicht die konkrete 4-Schichten Architektur, diese wurde nur zur Veranschaulichung eingeführt) soll im folgenden dazu dienen, die CSM-Architektur zu entwickeln.

4.1.2 Modellschichtungen bezüglich CSM

Wie schon an mehreren Stellen erläutert, dienen die Managementwerkzeuge des Dienstanbieters als zentrale Informationsquellen bezüglich CSM. Die Managementwerkzeuge des Kunden können andererseits als Senke dieser Informationsflüsse angesehen werden. Die Problematik dabei ist es, wie aus beiden Szenarien ersichtlich, daß alle involvierten Managementwerkzeuge auf unterschiedlichen Managementarchitekturen basieren können. Die CSM-Architektur soll die Heterogenität der Managementwerkzeuge verschatten und einen integrierten, bidirektionalen Informations- und Funktionsaustausch modellieren.

Aus dieser Beobachtung heraus ist es die zentrale Idee bei der Konzeption, die CSM-Architektur auf einer Abstraktionsebene anzusiedeln, die über der Modellebene der existierenden Managementarchitekturen liegt. Die CSM-Architektur soll als Metamodell der existierenden Managementarchitekturen in Bezug auf CSM dienen. Sie soll kein allgemeines Dienstmanagement-Metamodell oder keine Umbrella-Managementarchitektur darstellen, sondern nur diejenigen Informationen und Funktionen beschreiben, die notwendig sind, um dem Kunden eine logische, kundenorientierte und dienstspezifische Sichtweise auf des Management des Anbieters bereitzustellen.

Eine Möglichkeit zur Realisierung dieser Idee könnte, in Analogie zu ODMA (siehe Abschnitt 3.1.6 [ITU X.703]) oder TINA (siehe Abschnitt 3.1.5), die Modellierung von CSM-Schnittstellen als verteilte, heterogene Systeme auf Basis des ODP-Referenzmodells (siehe Abschnitt 3.1.4) sein (siehe Abbildung 4.2). RM-ODP wird innerhalb dieser Arbeit zwar als Managementarchitektur vorgestellt, es handelt sich dabei aber eigentlich um einen Meta-Meta-Standard für die allgemeine verteilte Verarbeitung aus dem Umfeld der Softwareentwicklung. Es verfolgt das Ziel, den Einsatz von spezifischen OO-Technologien zu ermöglichen. Als Beispiele derartiger Technologien können aus dem Managementumfeld die oben aufgeführten Managementarchitekturen angesehen werden. TINA kann als Spezialisierung des RM-ODP im Bereich der Telekommunikation angesehen werden, die beispielsweise innerhalb der *Service Architecture* Telekommunikationsdienste auf Basis der fünf Viewpoints modelliert. ODMA setzt auf dem RM-ODP auf, um einen Standard für eine Architektur zur Spezifikation und dem Design von verteilten Managementanwendungen aus dem Bereich des System- und Anwendungsmanagements zu beschreiben.

In Abbildung 4.2 ist dargestellt, wie die CSM-Architektur in eine dazu analoge Modellschichtung einzuordnen ist: RM-ODP dient als Meta-Metamodell zur Beschreibung der CSM-

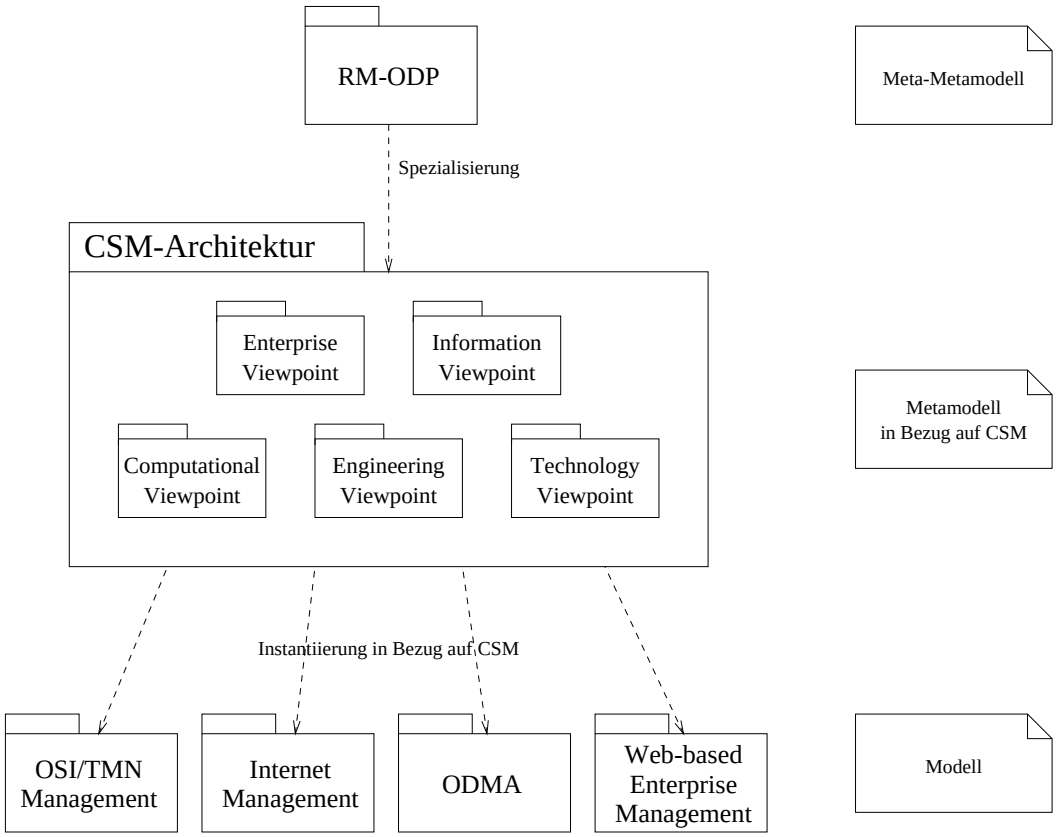

Abbildung 4.2: RM-ODP basierter Konzeptionsansatz

Architektur. Die CSM-Architektur wird auf Basis der fünf Viewpoints spezifiziert und dient wiederum als Modell für existierende Managementarchitekturen in Bezug auf CSM.

Die Hauptproblematik bei diesem Konzeptionsansatz ist es jedoch, daß einerseits die ODP-basierte CSM-Architektur anhand der fünf Viewpoints spezifiziert ist, andererseits aber die existierenden Managementarchitekturen typischerweise mittels der vier Teilmodelle beschrieben werden. Eine eindeutige Abbildung zwischen den Viewpoints und den Teilmodellen ist jedoch nicht gegeben. Die Viewpoints bilden orthogonale Sichtweisen auf unterschiedliche Aspekte eines verteilten Systems. Die Teilmodelle von Managementarchitekturen werden dazu herangezogen, eine Managementarchitektur für ein integriertes Management in heterogener Umgebung zu beschreiben. Im Gegensatz zu dem managementspezifischen Ansatz der Teilmodelle befassen sich die Viewpoints mit allgemeinen Eigenschaften von verteilten Systemen. Die Schlußfolgerung, daß die Viewpoints als Abstraktion der Teilmodelle herangezogen werden können, ist allerdings nicht möglich. Dies liegt darin begründet, daß einerseits die vier Teilmodelle lange vor den Viewpoints eingeführt wurden und andererseits RM-ODP nicht mit der Zielsetzung spezifiziert wurde, Managementaspekte und -kriterien zu integrieren. Speziell der letzte Punkt wird in [HeAb 94] als ähnlicher Fehler kritisiert, wie er auch schon im Zusammenhang mit der Entwicklung von Kommunikationsprotokollen gemacht wurde, d.h, der Berücksichtigung von Managementaspekten wird nicht die notwendige Bedeutung beigemessen.

Eine RM-ODP-basierte Konzeption der CSM-Architektur ist daher ein möglicher, aber sehr abstrakter Lösungsansatz. Um allerdings einen engen Bezug zu existierenden Managementarchitekturen zu gewährleisten, soll die CSM-Architektur in dieser Arbeit **nicht** auf Basis der Viewpoints des RM-ODP entworfen, sondern mittels der vier Teilmodelle von Managementarchitekturen spezifiziert werden.

Die vier Teilmodelle werden allgemein auch dazu herangezogen, um existierende Managementarchitekturen einzuordnen und damit vergleichbar zu machen. Durch die Beschreibung der CSM-Architektur mittels der vier Teilmodelle bleibt ein direkter Bezug zu existierenden Managementarchitekturen erhalten und es wird die Abbildung der im Zuge der Beschreibung der CSM-Architektur eingeführten Begriffe und Konzepte auf existierende Managementarchitekturen ermöglicht (siehe Abbildung 4.3). Für die Beschreibung der Teilmodelle ist ein Abstraktionsniveau zu wählen, das gewährleistet, daß die CSM-Architektur ein Modell für existierende Managementarchitekturen in Bezug auf CSM darstellt bzw. beschreibt.

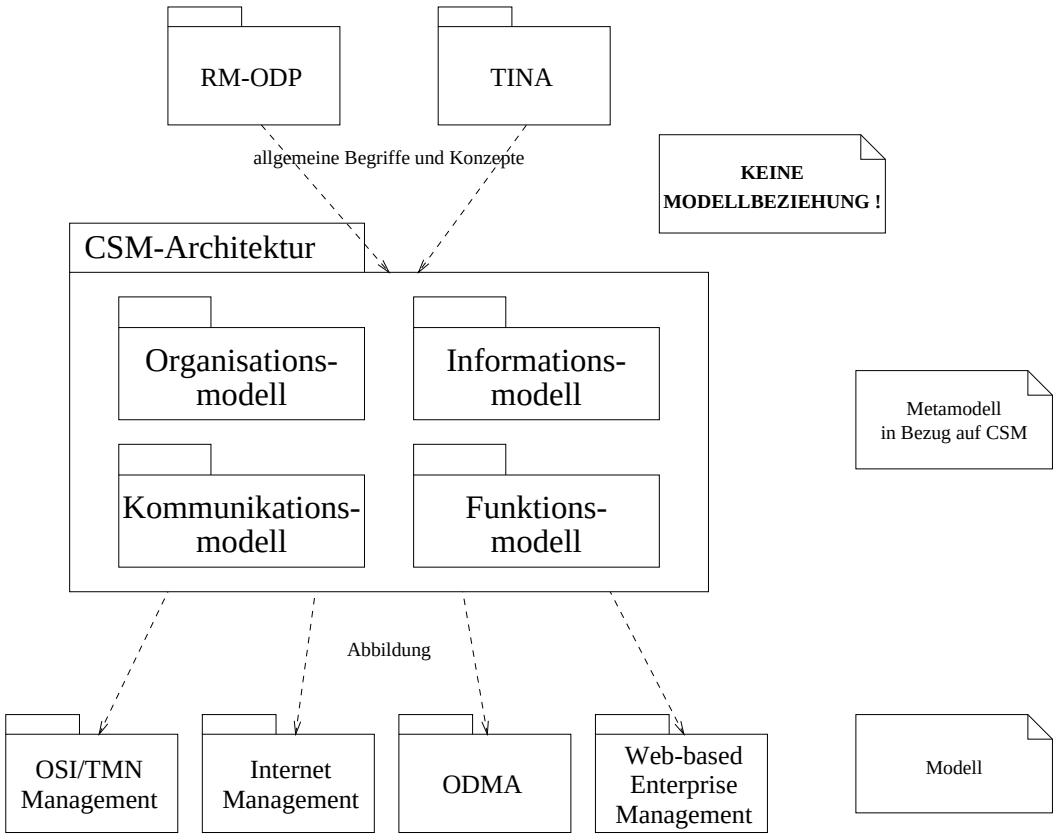

Abbildung 4.3: Konzeption der CSM-Architektur

Zur Beschreibung der Teilmodelle soll soweit wie möglich auf geeignete (verfügbare und existierende) Konzepte sowohl von existierenden Managementarchitekturen als auch von Modellen zum Design von verteilten Anwendungen zurückgegriffen werden. Damit soll sichergestellt werden, daß keine neue Managementarchitektur entworfen wird, sondern ausschließlich ein integrierter, bidirektionaler Informations- und Funktionsaustausch zwischen verschiedenen Manage-

mentarchitekturen ermöglicht wird. Eine Abstützung der CSM-Architektur auf die Rahmenwerke RM-ODP und TINA stellt weiterhin sicher, daß allgemein anerkannte Begriffe und Konzepte wiederverwendet und nicht neu eingeführt werden müssen. Es sei explizit aber darauf hingewiesen, daß RM-ODP in dem gewählten Lösungsansatz nicht als Modell der CSM-Architektur angesehen werden kann, sondern lediglich als Quelle für Begriffe, Konzepte und Regeln dient.

Die in Abbildung 4.3 dargestellt Modellschichtung zeigt das Abstraktionsniveau der CSM-Architektur. Diese Modellschichtung kann und soll nicht mit der Vier-Schichten-Architektur aus Abbildung 4.1 verglichen werden, da zwei vollkommen verschiedene Sichtweisen modelliert werden: Die Vier-Schichten-Architektur modelliert allgemein Beschreibungssprachen im Bereich der Softwareentwicklung. In Abbildung 4.3 sind Architekturen zur Beschreibung von Aspekten des integrierten Managements abgebildet. Der Zusammenhang beider Modellhierarchien ist, daß die Managementarchitekturen die Beschreibungssprachen aus Abbildung 4.1 zur Informationsmodellierung nutzen können, entsprechend ihres jeweiligen Abstraktionsniveaus. Beispielsweise wird in [AaMi99] UML als Enterprise Language des RM-ODP vorgeschlagen. IDL wird sowohl von RM-ODP als auch von TINA[1] als Computational Language verwendet.

Zur Beschreibung aller Teilmodelle, aber auch zur Beschreibung der gesamten CSM-Architektur, sollen die verschiedenen Diagramme von UML genutzt werden. Die Verwendung allgemeiner, nicht managementspezifischer Softwareentwicklungsmethoden (wie z.B. UML) für das Management erlaubt die Nutzung einer breiten Palette existierender Tools. Diese Tools unterstützen die Abbildung der graphischen Notation in verschiedene Zielsprachen. Speziell der Prozeß der Anwendung der CSM-Architektur kann somit werkzeugunterstützt ablaufen. Weiterhin stellt die Verwendung von UML sicher, daß nicht ein weiteres Beschreibungmodell erlernt werden muß, sondern auf allgemein anerkannte Diagrammtypen aufgesetzt werden kann. Beispielsweise ist die Konzeptionsidee in Abbildung 4.3 mittels eines *UML Package Diagram* dargestellt.

4.1.3 Vorgehensweise

Die Konzeption der einzelnen Teilmodelle der CSM-Architektur basiert auf folgender Vorgehensweise: Zuerst erfolgt eine kurze Motivation bezüglich der Aufgaben und Ziele eines jeden Teilmodells und seiner Stellung innerhalb der Gesamtarchitektur. Anschließend wird der Gewinnungsprozeß des Teilmodells vorgestellt. Dieser Prozeß ist im wesentlichen für alle vier Teilmodelle identisch und kann folgendermaßen verallgemeinert werden (siehe Abbildung 4.4):

Jedes Teilmodell soll zur Realisierung seiner Aufgabe und Ziele möglichst auf existierenden Konzepten, Regeln, Funktionen oder Diensten aus Managementarchitekturen, Ansätzen zur Modellierung des Dienstmanagements und Lösungen bezüglich CSM/CNM aufsetzen. Es ist die zentrale Entwurfsentscheidung bei jedem Modell, welche Prinzipien für geeignet erscheinen und in das jeweilige Modell integriert werden (rechter und linker Teil von Abbildung 4.4). Bei den Konzepten/Funktionen kann es sich z.B. um CORBA Services, CIM Klassen oder TOM Prozessen handeln.

[1] TINA definiert eine Obermenge des von der OMG spezifizierten IDL, TINA-ODL.

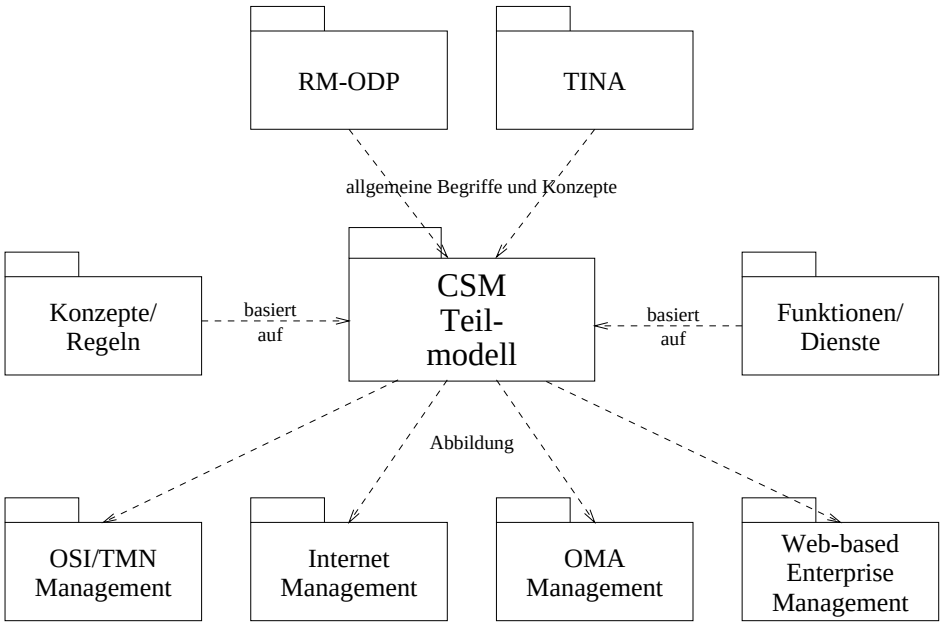

Abbildung 4.4: Vorgehensweise bei der Konzeption der CSM-Teilmodelle

Im vorherigen Abschnitt wurde aufgezeigt, daß die CSM-Architektur nicht auf RM-ODP basiert, jedoch, sobald dies sinnvoll erscheint, die dort bereitgestellten Begriffe, Konzepte und Regeln berücksichtigen soll. Daher wurde für einige Teilmodelle erläutert, in welcher Beziehungen sie zu korrespondierenden Viewpoints oder Viewpoint Languages stehen (oberer Teil von Abbildung 4.4). Wie in 4.3.5 vorgestellt wird, kann zum Beispiel der Enterprise Viewpoint als Modell für das CSM-Organisationsmodell herangezogen werden.

Um den integrierten, bidirektionalen Informations- und Funktionsaustausch zwischen Managementwerkzeugen basierend auf beliebigen Managementarchitekturen zu ermöglichen, soll eine Abbildung der erstellten Teilmodelle auf verschiedene Managementarchitekturen durchgeführt werden. D.h., die Konzepte und Regeln der Teilmodelle müssen auf korrespondierende Funktionen oder Dienste existierender Managementarchitekturen abgebildet werden. Diese Abbildung gewährleistet das gewählte Abstraktionsniveau, d.h., daß die CSM-Architektur als ein Modell existierenden Managementarchitekturen in Bezug auf CSM angesehen werden kann (unterer Teil von Abbildung 4.4). Dies gewährleistet aber auch gleichzeitig, daß die CSM-Architektur keine Anforderungen stellt, die nicht von existierenden Managementarchitekturen erfüllt werden können und somit einer konkreten Realisierung von CSM-Schnittstellen widersprechen.

Aufsetzend auf den Anforderungen an die CSM-Architektur (siehe Kapitel 2) sollen im folgenden die vier Teilmodelle spezifiziert werden. Bei der Vorstellung der einzelnen Teilmodelle wird Wert darauf gelegt, daß einerseits die Motivation und die detaillierten Anforderungen an die Teilmodelle ausgearbeitet werden und andererseits die genaue Semantik der Modelle und ihre Stellung innerhalb der CSM-Architektur definiert werden.

4.2 Informationsmodell

Das Informationsmodell einer Managementarchitektur legt u.a. (siehe Abschnitt 2.2.1) ein eindeutiges Format fest, in dem Managementinformationen, also Daten, die zu Managementzwecken auszutauschen sind, beschrieben werden. Neben der Spezifikation der Struktur der Managementinformationsbasis, welche die Gesamtheit aller von Managementsystemen verwalteten Managementobjekten bezeichnet, ist die Definition von abstrakten und generischen top-level Managementobjekten als Ausgangspunkt für die Modellierung der zu managenden Ressourcen ein wesentliches Charakteristikum eines Informationsmodells. In Analogie zu diesen Zielen lassen sich folgende Anforderungen an das Informationsmodell der CSM-Architektur ableiten:

Abstraktionsniveau: Um die CSM-Architektur in einem breiten Spektrum von Szenarien einsetzen zu können (sowohl im TK- als auch im IT-Umfeld) soll nicht das Informationsmodell einer existierenden Managementarchitektur zur Modellierung der CSM-Managementobjekte herangezogen werden. Würde beispielsweise GDMO der OSI-Managementarchitektur herangezogen, um CSM-Managementobjekte für einen IP-Dienst zu beschreiben, müßte spätestens bei der Implementierung eine nicht verlustfreie Abbildung der Objekte auf die Internet-SMI erfolgen, da häufig die Managementsysteme für einen IP-Dienst SNMP-basiert sind. Bekanntlich ist das OSI-Informationsmodell mächtiger als der datentyporientierte Ansatz von SNMP.
Zusätzlich soll sichergestellt werden, daß das geforderte Abstraktionsniveau der gesamten Architektur gewährleistet bleibt.

Abbildbarkeit: Eine wichtige Anforderung an die Informationsmodellierung innerhalb der CSM-Architektur ist die anhand der Szenarien verdeutlichte Tatsache, daß die CSM-Architektur die Managementinformationen von verschiedenen Managementsystemen, die jeweils auf unterschiedlichen Managementarchitekturen basieren, gemeinsam an einer Schnittstelle bereitstellen soll. D.h. die CSM-Architektur muß die CSM-Managementobjekte in einer Art und Weise beschreiben, die eine Abbildung auf existierende Spezifikationssprachen (z.B. GDMO, Internet-SMI, IDL, ...) erlaubt. Eine Voraussetzung in Sinne des integrierten Managements wäre dafür ein übergreifendes Managemeninformationsmodell, d.h. ein einheitliches Management-Metamodell. Ein derartiges Modell ist Gegenstand langjähriger Forschung, jedoch noch nicht absehbar. CIM (siehe 3.1.7) kann als ein Versuch angesehen werden, ein derartiges Management Meta-Informationsmodell zu spezifizieren. Inwieweit CIM von Standardisierungsgremien und Herstellern allerdings dafür berücksichtigt wird, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch unklar.

Objektorientierter Ansatz: Weiterhin soll für die Modellierung der Managementobjekte innerhalb der CSM-Architektur ein objektorientierter Ansatz verwendet werden, d.h. die zu managenden Ressourcen werden von Schnittstellen gekapselt und deren Eigenschaften über Methoden, Attribute und Meldungen bereitgestellt. Nicht nur dadurch, daß die objektorientierte Modellierung derzeit den State-of-the-Art im Bereich der Softwareentwicklung darstellt, ist dieser Ansatz für die CSM-Architektur besonders geeignet. Gerade das ob-

jektorientierte Konzept der Spezialisierung/Vererbung und damit die einfache Wiederverwendbarkeit und Anpassbarkeit von bereits existierenden Objektdefinitionen sind wichtige Entscheidungskriterien. Die Einführung von generischen top-level Klassen (siehe auch nächsten Punkt) ist damit einfach möglich.

Top-level Klassen: In Analogie zu den Informationsmodellen von Managementarchitekturen müssen neben der Festlegung einer Spezifikationssprache für die Informationsmodellierung der CSM-Architektur zusätzlich abstrakte und generische top-level Klassen eingeführt werden. Von diesen abstrakten Oberklassen können schließlich die CSM-Managementobjektklassen abgeleitet werden.

Zusammenfassend soll das Informationsmodell der CSM-Architektur ein gemeinsames Verständnis über die Managementinformationen festlegen, die zwischen Kunde und Dienstanbieter bezüglich eines abonnierten Dienstes ausgetauscht werden. Dazu soll eine umfassende und integrierte Informationsbasis definiert werden, die eine einheitliche, kundenorientierte und dienstspezifische Sichtweise des Kunden auf das Dienstmanagement des Anbieters zur Verfügung stellt.

Ausgehen von diesen Anforderungen basiert die Gewinnung des CSM-Informationsmodells auf der in Abbildung 4.5 dargestellten Vorgehensweise:

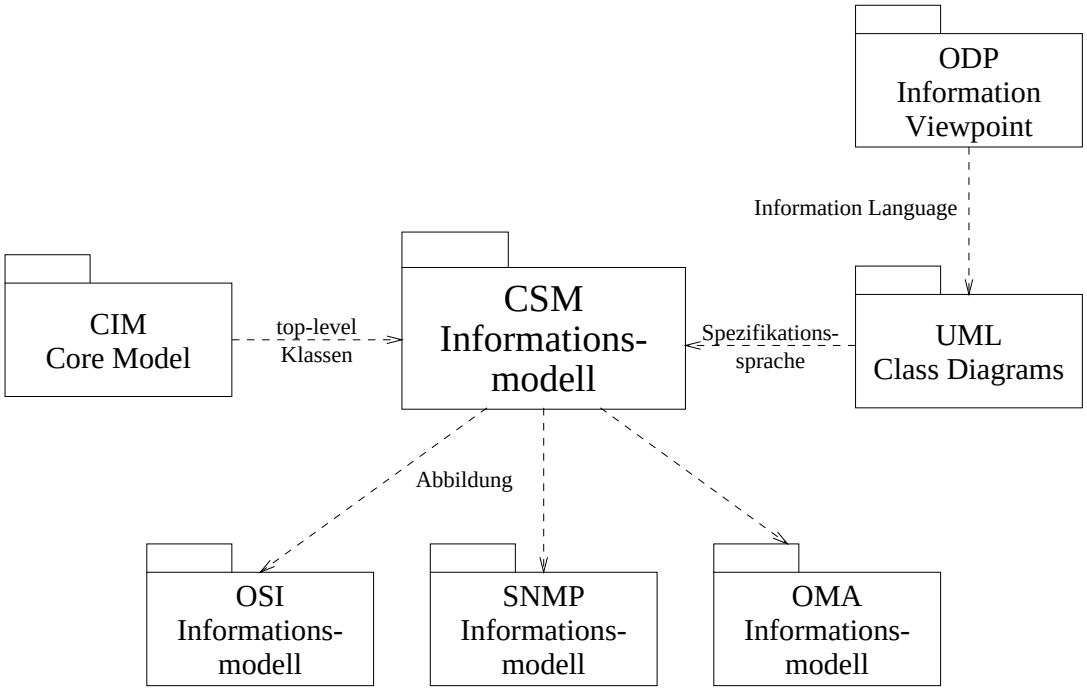

Abbildung 4.5: Gewinnung des CSM-Informationsmodells

Die zugrundeliegende Idee bei der Konzeption des CSM-Informationsmodells ist es, als Spezifikationssprache die graphische Notation von *UML Klassendiagrammen* heranzuziehen. Da UML als *Information Language* des RM-ODP angesehen wird, kann das CSM-

Informationsmodell als eine Instantiierung des RM-ODP *Information Viewpoints* bezeichnet werden. Andererseits sichert diese Vorgehensweise eine einfache Abbildung der graphischen UML Notation auf existierende Spezifikationssprachen, beispielsweise IDL, GDMO oder Internet-SMI. Als weiteres Entwurfsentscheidung werden die generischen und abstrakten top-level Klassen des CSM-Informationsmodells auf Basis des CIM Core Models [CIM Core] spezifiziert. Das Core Model eignet sich deshalb sehr gut, da die CIM zugrundeliegende Motivation darin bestand, eine zentrale Anforderung des integrierten Managements zu erfüllen, nämlich ein gemeinsames Verständnis aller vorhandenen Informationmodelle zu schaffen, um den möglichst uneingeschränkten und verlustfreien Informationsaustausch zwischen Managementsystemen zu ermöglichen.

4.2.1 Spezifikationssprache

Aus den Anforderungen bezüglich der Abbildbarkeit und des Abstraktionsniveau resultiert, daß als Spezifikationssprache des CSM-Informationsmodells keine Sprache eines existierenden Informationsmodells verwendet werden soll, sondern daß die Sprache auf einem Abstraktionsniveau anzusiedeln ist, die eine einfache Abbildung auf die Spezifikationssprachen existierender Managementarchitekturen erlaubt.
Die Aufgabe der Spezifikationssprache des CSM-Informationsmodells ist es, eine Syntax zur Beschreibung der Managementobjekte innerhalb der CSM-Architektur zu definieren. Die folgende Diskussion zeigt, daß UML Paket- und Klassen-Diagrammtypen [UML 97-8-5] den gestellten Anforderungen genügen und zusätzliche Vorteile bieten, die den Einsatz als Spezifikationsnotation für das CSM-Informationsmodell rechtfertigen:

1. UML ist von der OMG standardisiert und stellt als Notation im Bereich der Softwareentwicklung derzeit den State-of-the-Art dar. Der Verwendung von UML im Managementumfeld wird immer größere Bedeutung beigemessen, was z.B. durch die Nutzung von UML innerhalb von CIM veranschaulicht wird.

2. Eine Übersetzung der graphischen UML Notation auf existierende Spezifikationssprachen ist ohne größeren Informationsverlust realisierbar. Die folgende Aufstellung deckt die derzeit am weitesten verbreiteten Spezifikationssprachen ab:

   IDL: Innerhalb der OMG wird derzeit über eine Standardisierung der Übersetzung von UML Paket- und Klassendiagrammen nach IDL diskutiert [OMG 98-08-01]. Diese Übersetzung wird aber bereits von allen namhaften CASE-Tool Hersteller, z.B. Rational (Rational Rose 2000) oder Aonix (StP), unterstützt.

   GDMO: Innerhalb des TINA Informationmodells [TINA IMC 95] wird beispielsweise OMT als graphische Notation von Quasi-GDMO+GRM verwendet.

   Internet-SMI: Die Übersetzung von UML auf die Internet-SMI bringt im Gegensatz zu den vorherigen Abbildungen größere Verluste mit sich. Die objektorientierten Konzepte von UML können nur teilweise auf den datentyporientierten Ansatz der Internet-SMI abgebildet werden. Die Probleme bei dieser Abbildung sind analog zu den Problemen

bei der Übersetzung von IDL oder GDMO auf die Internet-SMI. In Teilschritt 3.2 werden die Probleme dieser Abbildung noch eingehender diskutiert.

Datenbanken: Eine Abbildung von UML auf Tabellen existierender relationaler oder objektrelationaler Datenbanken ist ebenfalls werkzeugunterstützt möglich. Mit dem Produkt *Rational Rose 2000* wird beispielsweise eine Abbildung von UML auf Schemata von *Oracle8* mitgeliefert.

XML/XMI: Der zunehmenden Bedeutung der *eXtensible Markup Language* (XML) [W3C XML 98] trägt die OMG dadurch Rechnung, daß mit *XML Metadata Interchange Format* (XMI) [OMG 98-10-05] ein Standard zum objektorientierten Modellaustausch (z.B. von der Meta Object Facility (MOF) [OMG 99-09-04] und UML) ausgearbeitet wird. Die Bedeutung von XML im Managementumfeld läßt sich zu diesem Zeitpunkt noch nicht einschätzen, es wird aber mit einer deutlichen Verbreitung und Anwendung gerechnet.

3. Die derzeitige Tendenz, CORBA als Managementarchitektur zu etablieren (TINA, RM-ODP, Enterprise Management [Kell 98]), spricht auch für den Einsatz von UML als Spezifikationssprache innerhalb des CSM-Informationsmodells.

Durch die Nutzung von UML zur Spezifikation der Informationsobjekte innerhalb der CSM-Architektur ist nicht nur eine Übersetzung auf klassische Informationsmodelle, sondern auch auf neue Technologien wie XML/XMI gegeben. Gerade im Hinblick auf die werkzeugunterstützte Anwendung der Architektur kann XMI verwendet werden, um den notwendigen Austausch von UML-Modellen zwischen verschiedenen (Design-) Werkzeugen zu realisieren. Es ist aber noch nicht absehbar, wann und in welcher Art CASE-Tool Hersteller diese neue Technologie unterstützen.

4.2.2 Generische Managementobjektklassen

Aufgrund des Abstraktionsniveaus von CIM, ein Umbrella-Managementinformationsmodell bereitzustellen, können die Klassen des Core Model als generische top-level Klassen des CSM-Informationsmodells herangezogen zu werden, ohne die Abstraktions- und Abbildungsanforderung zu verletzen (siehe Abbildung 4.6). Dabei werden allerdings nur diejenigen Klassen betrachtet, die auch auf andere Informationsmodelle übertragen werden können:

Bei der zentralen Oberklasse der Vererbungshierarchie handelt es sich um `ManagedElement`. Ein *ManagedElement* repräsentiert alle zu managenden Ressourcen und ist attributiert mit einem eindeutigen Identifikator, dem Namen der Ressource, einer Beschreibung und dem Zustand der zu managenden Ressource. Eine Ressource kann dabei entweder Enthaltenseinsbeziehungen (`component`) oder Abhängigkeitsbeziehungen (`dependency`) zu anderen Ressourcen aufweisen.
Fast jedes existierende Informationsmodell weist eine korrespondierende Klasse auf. Zum Beispiel wird beim OSI-Management `top` verwendet, während CIM `ManagedSystemElement` einführt.

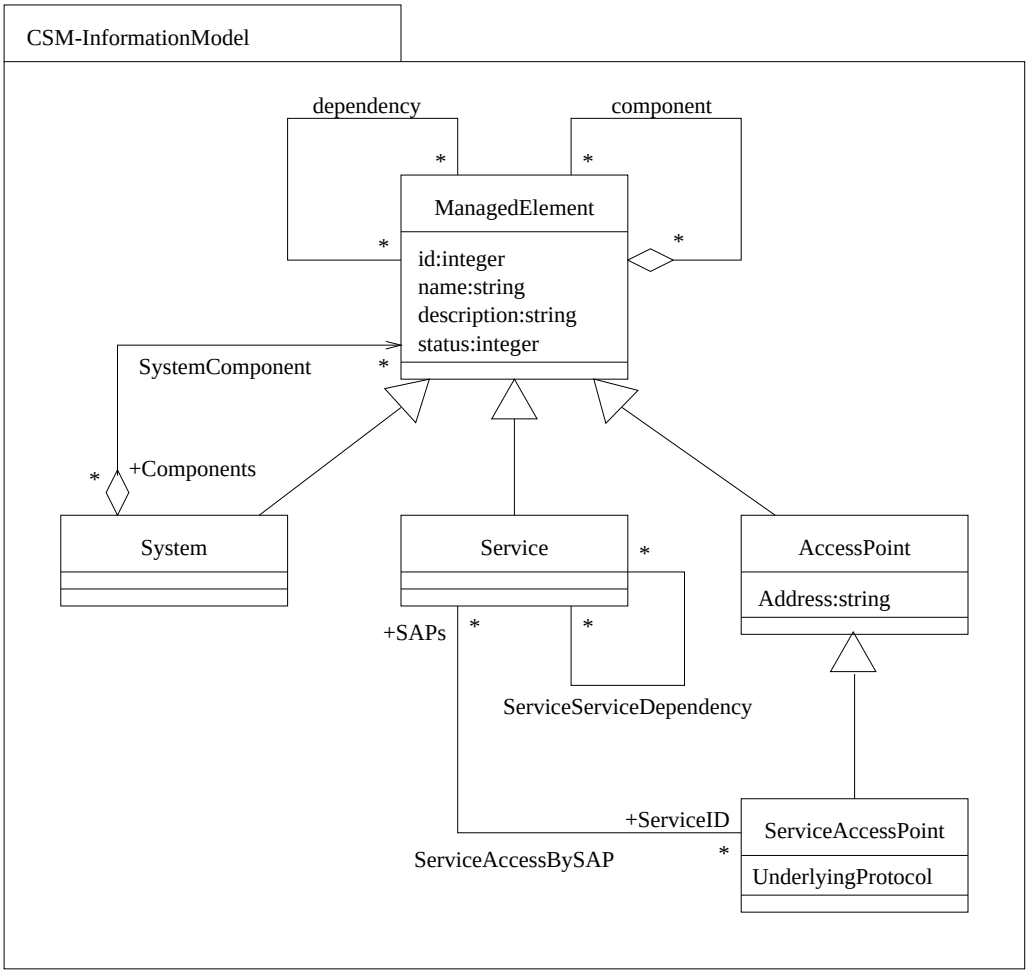

Abbildung 4.6: Top-level Klassen des CSM-Informationsmodells

Ein wesentliches Konzept des Core Models ist die Unterscheidung von physischen und logischen Ressourcen. Diese Aufteilung ist allerdings für das CSM-Informationsmodell nicht notwendig, da der Kunde mittels CSM definitionsgemäß eine logische Sichtweise auf die relevanten Managementobjekte bezüglich seines abonnierten Dienstes bereitgestellt bekommt. Falls dennoch ein Kunde Informationen über physische Elemente erhalten soll, soll nicht die interne Modellierung innerhalb des Dienstmanagements des Anbieters, sondern nur ein Blickwinkel auf diese Ressource bereitgestellt werden. Beispielsweise wird ein Dienstanbieter an einer CSM-Schnittstelle die einem physischen Element zugewiesene Inventarnummer ausblenden.

Ein `System` wird analog zum Core Model als logische Gruppierung (Assoziation `SystemComponent`) von diversen Instanzen von `ManagedElement` verstanden. Ebenso werden Dienst (Klasse `Service`) und Dienstzugangspunkt (`ServiceAccessPoint`) in Analogie zu CIM definiert. Alle drei Klassen sind von `ManagedElement` abgeleitet. Im Unterschied zum Core Model werden diesen Klassen aber keine Attribute zugeordnet, um eine Abbildung auf korrespondierende Klassen anderer Informationsmodelle zu gewährleisten. Die Funktiona-

lität eines Dienstes wird im geerbten Attribut `description` dokumentiert. Die Assoziation `ServiceServiceDependency` repräsentiert die Abhängigkeit eines Dienstes von anderen Diensten. Der logische Zugang zu einem Dienst an einem oder mehreren Dienstzugangspunkten wird mittels der Beziehung `ServiceAccessBySAP` beschrieben.

Im Unterschied zu CIM wird ein `ServiceAccessPoint` nicht direkt von `ManagedElement` abgeleitet, sondern von `AccessPoint`. `AccessPoint` wird als abstrakte Oberklasse eingeführt, um nicht nur Dienstzugangspunkte zu repräsentieren, sondern auch zur Modellierung von Protokollendpunkten im Sinne des ISO/OSI Referenzmodelle herangezogen werden zu können. Ein `AccessPoint` wird mit einer eindeutigen Adresse attributiert. Einem `ServiceAccessPoint` wird ein Protokoll zugewiesen `UnderlyingProtocol`, um die technische Realisierung des Zugangspunktes zu modellieren. Im G-WiN Szenario ist beispielsweise der Zugangspunkt des LRZ für den IP-Dienst ein OC-12 POS-Interface.

Die im Core Model integrierten Klassen zur Repräsentation von Produkten finden keine korrespondierenden Konzepte in anderen Informationsmodellen und sollen somit nicht als top-level Klassen in das CSM-Informationsmodell integriert werden.

Neben der Identifikation dieser top-level Klassen muß eine Abbildung des CSM-Informationsmodells auf die Informationsmodelle existierender Managementarchitekturen durchgeführt werden. Damit soll sichergestellt werden, daß die eingeführten Managementobjektklassen auf korrespondierende Klassen oder Managementobjekte der Informationsmodelle existierender Architekturen abgebildet werden können.

OSI Informationsmodell und TMN

Im Informationsmodell der OSI-Managementarchitektur [ISO 10165-2] sind zwei zentrale Klassen zu nennen: Einerseits die Klasse `top` als Wurzel der Vererbungshierarchie, d.h. alle zu modellierenden Ressourcen werden von `top` abgeleitet. Andererseits existiert die Klasse `system` als Wurzel der Enthaltenseinshierarchie (`system` ist dabei, wie gefordert, von `top` abgeleitet). Das `ManagedElement` des CSM-Informationsmodells kann als Kombination beider Klassen angesehen werden. Es verkörpert beide Wurzeln, die der Vererbungs- und der Enthaltenseinshierarchie.
Die Enthaltenseinshierarchie wird im OSI-Informationsmodell mittels sogenannter `NameBindings` formuliert. Resultierend werden alle Assoziationen des CSM-Informationsmodells (z.B. `component`, `dependency`, ...) als `NameBinding` modelliert.
Das Attribut `description` der Klasse `Managed Element` kann auf das Template `behaviour` abgebildet werden, das jedem `package` zugrundeliegt. Die weiteren drei Attribute `id`, `name`, und `status` von `ManagedElement` können auf korrespondierende Attribute `systemId`, `systemName`, und `operationalState` der OSI-Klasse `system` abgebildet werden.
Die Klasse `System` tritt in beiden Informationsmodellen mit der gleichen Semantik auf, wogegen alle weiteren Klassen des CSM-Informationsmodells (`Service`, `AccessPoint` und `ServiceAccessPoint` im OSI-Informationsmodell nicht berücksichtigt werden und ent-

sprechend definiert werden müssen. Alle Klassen werden dabei von `system` abgeleitet, um alle geerbten Attribute von `ManagedElement` berücksichtigen zu können.

Im *Generic Network Information Model* [ITU M.3100] wird von `top` direkt ein *managedElement* abgeleitet und mit diversen Attributen versehen, z.B. `managedElementId`, `systemTitle`, `managedElementBahaviour` und `operationalState`. Diese Klasse ist direkt auf `ManagedElement` des CSM-Informationsmodells abbildbar.

Fazit: Die Klassen, Attribute und Assoziationen des CSM-Informationsmodells lassen sich größtenteils auf korrespondierende Konzepte des OSI-Informationsmodells abbilden. CSM-Klassen, die keine entsprechenden Gegenstücke im OSI-Modell haben, können ohne Probleme definiert werden.

Internet-SMI

Da es aber bei der Internet-SMI um einen datentyporientierten Ansatz ohne Unterstützung von Wiederverwendung handelt, macht es keinen Sinn, die abstrakten Klassen des CSM-Informationsmodells Objekten einer Internet-MIB zuzuordnen. Erst bei der Anwendung der CSM-Architektur für konkrete Dienste und reale Managementumgebungen kann fur die eingesetzten SNMP-MIBs entschieden werden, wie die anfallenden Managementobjekte auf das CSM-Informationsmodell abgebildet werden können (siehe Teilschritt 3.2).

OMA Objektmodell

Das Informationsmodell der OMG basiert auf einem objektorientierten Ansatz, der nicht nur auf das Netz- und Systemmanagement beschränkt ist, sondern vor allem auf die Unterstützung von verteilten Anwendungen ausgelegt ist. Im Gegensatz zum OSI- oder Internet-Management werden keine Managementobjekte, sondern grundlegende Charakteristika der Objekte spezifiziert. Somit kann in Analogie zur Internet-SMI erst im Zuge der Anwendung der Architektur anhand der konkreten IDL-Beschreibungen der eingesetzten Anwendungen eine Integration in das CSM-Informationsmodell vorgenommen werden (siehe Teilschritt 3.2).

4.3 Organisationsmodell

Zur Motivation und als Grundlage zur Identifikation der Anforderungen an das Organisationsmodell der CSM-Architektur sollen zuerst einige existierende Ansätze zur allgemeinen Modellierung von Organisationsstrukturen und Betriebsabläufen aus Unternehmenssicht diskutiert werden:

Im Umfeld von Managementarchitekturen beschreibt das *Organisationsmodell* den Teil der Architektur (siehe 2.2.1), der die involvierten Akteure, ihr Rollenspiel und die Grundprinzipien ihrer Kooperation festlegt. In 2.2.1 wurde bereits eingeführt, daß ein Organisationsmodell die

beteiligten Rollen (z.B. Manager und Agent) und ihre Kooperationsform (z.B. symmetrisch oder asymmetrisch) festlegt und ein Domänenkonzept mit entsprechenden Zielvorgaben vorsieht.

Im Umfeld der Entwicklung von verteilten Anwendungen versucht beispielsweise der *Enterprise Viewpoint* des RM-ODP (siehe 3.1.4), den Unternehmenskontext, in dem die verteilte Anwendung genutzt wird, näher zu beschreiben. Hierzu zählen neben der Beschreibung des Gesamtsystems auch die Definition der Ziele und des Zwecks der verteilten Anwendung. Außerdem werden die Anforderungen an das System, die zu erfüllenden Bedingungen, ausführbare Aktionen und Zielvorgaben definiert. Die *Enterprise Language* legt das Vokabular und die Grammatik fest, die zur Beschreibung der verteilten Anwendung aus der Sichtweise des Enterprise Viewpoints eingesetzt werden. Bei den bereitgestellten Konzepten handelt es sich beispielsweise um *Communities* zur Gruppierung von Objekten, *Policies* zur Beschreibung von Zielvorgaben für Communities, *Roles* zur Beschreibung von spezifischer Funktionalität, die von Objekten wahrgenommen wird und *Activities* zur Gruppierung von verschiedenen, zusammengehörigen Aktionen.

Im Umfeld von Telekommunikationsdiensten definiert TINA das *Business Modell* (siehe 3.1.5) zur Beschreibung eines TINA-Systems aus der Perspektive seiner Betreiber und Benutzer. Dadurch, daß das Business Model auf dem RM-ODP Enterprise Viewpoint aufsetzt, sind die Ziele der beiden Ansätze sehr ähnlich. Das Modell spezifiziert neben einem allgemeinen Rahmenwerk zur Beschreibung aller in einem TINA-System involvierten Akteure auch eine initiale Menge von *Business Roles* und *Reference Points* (siehe Abbildung 3.2).

Obwohl diese Ansätze aus unterschiedlichen Zielsetzungen heraus entstanden sind, sind Ähnlichkeiten kaum übersehbar. Alle Ansätze versuchen ihre jeweiligen Architekturen bzw. Systeme mittels Rollen, Kooperationsformen, Gruppenbildungen und Zielvorgaben zu beschreiben. Diese Vorgehensweise soll auch bezüglich des Organisationsmodells der CSM-Architektur gewählt werden. In Analogie zu den Zielen der obigen Ansätze soll das CSM-Organisationsmodell den folgenden Anforderungen genügen:

Einordnung von CSM in die Beziehung zwischen Kunde und Dienstanbieter: Die Aufgabe des Organisationsmodells der CSM-Architektur ist es, CSM in der Managementbeziehung zwischen Kunde und Dienstanbieter aus Unternehmenssicht zu positionieren. CSM soll dabei aus verschiedenen Perspektiven beschrieben werden. Einerseits aus dem Blickwinkel des Kunden, d.h. wie können die CSM-Funktionen in die Managementprozesse des Kunden eingebunden werden und andererseits aus der Sichtweise des Dienstanbieters, d.h. welche Bestandteile seitens des Dienstmanagements sind zur Bereitstellung bzw. dem Betrieb von CSM notwendig.

Abgrenzung zum Dienstmanagement des Kunden und des Anbieters: Das Organisationsmodell soll eine klare Trennung von CSM-spezifischen Funktionen einerseits, von der Nutzung von CSM-Funktionalität durch den Kunden andererseits und schließlich von Managementfunktionen auf Seiten des Dienstmanagements des Anbieters bewirken. Ein Schwerpunkt soll dabei auf der Analyse der dem Dienstmanagement des Anbieters zugeordneten Aufgaben liegen. Im Organisationsmodell soll klar definiert werden, auf

welchen dieser Funktionen des Dienstmanagements CSM aufsetzt und welche Funktionen CSM-spezifisch sind.

Definition der involvierten Rollen: Das Organisationsmodell soll die im CSM-Kontext involvierten Akteure mittels *Rollen* beschreiben. Eine *Rolle* beschreibt einen definierten Funktionsumfang, der von einer Organisation, einer Person, oder allgemein von einem Objekt, wahrgenommen bzw. ausgeführt wird. Das Konzept der Rolle abstrahiert von der konkreten Realisierung. Das Ziel des Organisationsmodells ist eine klare und eindeutige Zuordnung von Aufgaben und Funktionen zu entsprechenden Rollen.

Erstellung eines Domänenkonzepts mit entsprechenden Zielvorgaben: Aufgrund der Tatsache, daß mittels CSM organisationsübergreifend Informationen ausgetauscht werden und damit juristische, organisatorische und administrative Grenzen überschritten werden, ist die Definition eines Domänenkonzepts notwendig. Es müssen entsprechende Domänen identifiziert werden, um eine Einordnung und Zuordnung der diversen Rollen entsprechend ihren Organisations- bzw. Gruppenzugehörigkeiten zu ermöglichen. Zu jeder Domäne sollen entsprechende Zielvorgaben identifiziert werden.

Identifikation der Kooperationsbeziehungen zwischen den Rollen: Neben der Definition von Rollen zur Beschreibung der involvierten Akteure ist auch eine Spezifikation ihres Zusammenspiels, d.h. die Grundprinzipien der möglichen Kooperationsbeziehungen, notwendig. Es muß festgelegt werden, welche Interaktionen zwischen zwei Rollen sinnvoll und notwendig sind und durch welche Eigenschaften diese charakterisiert werden.

Eindeutige Terminologie: Schließlich ist zur Beschreibung des CSM-Organisationsmodells mit den involvierten Rollen, ihren Kooperationsbeziehungen und Gruppenzugehörigkeiten eine eindeutig festgelegte Terminologie anzuwenden. Es ist dabei zu klären, inwieweit sich existierende Standards eignen, um mit den jeweils bereitgestellten Begriffen, Konzepten und Regeln das Organisationsmodell der CSM-Architektur zu beschreiben.

Zusammenfassend soll das Organisationsmodell der CSM-Architektur den organisationsübergreifenden Kontext, in dem CSM den Austausch von Managementinformationen und -funktionen zwischen Kunde und Dienstanbieter bereitstellt, näher definieren. Hierzu zählen die Identifikation der involvierten Rollen, ihrer Kooperationsbeziehungen und die Definition eines Domänenkonzepts mit entsprechenden Zielvorgaben.

4.3.1 Konzeption des CSM-Organisationsmodells

In Abbildung 4.7 ist die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Konzeption des CSM-Organisationsmodells abgebildet, um die im vorherigen Abschnitt gestellten Anforderungen zu erfüllen:

Die Analyse der Managementinteraktionen auf Basis des Dienstlebenszyklus zwischen Kunde und Dienstanbieter und die generischen Funktionsbereiche der OSI-Managementarchitektur bilden die Grundlage zur Identifikation der im Kontext von CSM involvierten Akteure (linker

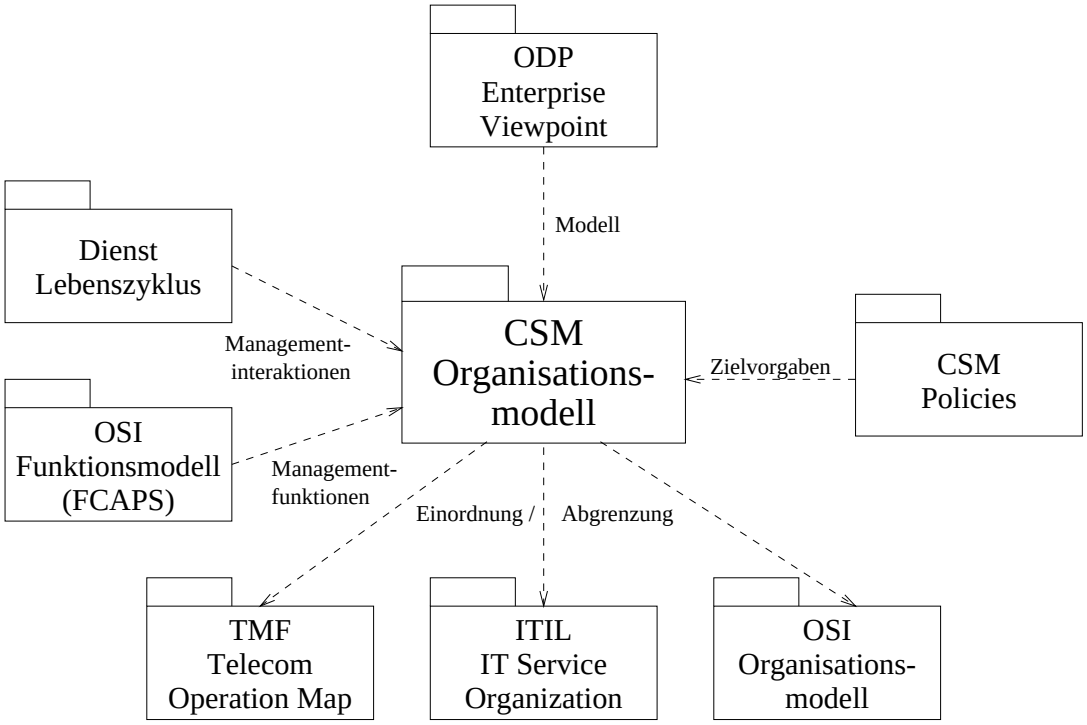

Abbildung 4.7: Gewinnung des CSM-Organisationsmodells

Teil in Abbildung 4.7). Die resultierenden Akteure werden mittels *Rollen* modelliert, um sowohl von der Durchführung der Funktionen durch Organisationseinheiten als auch der realen Implementierung mittels Werkzeugen abstrahieren zu können. Da die CSM-Architektur eine logische, kundenorientierte Sichtweise auf das Dienstmanagement des Anbieters bereitstellen soll, bildet die Analyse der Beziehung zwischen CSM und dem Management des Dienstanbieters dabei den Schwerpunkt. Weiterhin werden sowohl die Beziehungen zwischen CSM und den Managementwerkzeugen des Kunden als auch CSM-interne Abhängigkeiten untersucht.

Mit der Einführung von Rollen ist auch eine Spezifikation ihres Zusammenspiels, und damit der Grundprinzipien ihrer möglichen Kooperationsbeziehungen notwendig. Dazu werden *Referenzpunkte* eingeführt, um die sinnvollen und notwendigen Interaktionen zwischen zwei Rollen zu modellieren und zu charakterisieren. Ein Domänenkonzept ermöglicht es schließlich, die identifizierten Rollen entsprechend ihren Gruppenzugehörigkeiten einzuordnen und ihnen charakteristische, CSM-spezifische Zielvorgaben zuzuweisen (rechter Teil in Abbildung 4.7).

Im Anschluß an die Analyse der involvierten Akteure, ihrer Gruppenzugehörigkeiten und ihrer Kooperationsbeziehungen wird das Organisationsmodell, d.h. die erarbeiteten Konzepte, in einer formalen Notation spezifiziert.

Abschließend wird diskutiert, inwieweit das CSM-Organisationsmodell das geforderte Abstraktionsniveau einhält. Dazu wird zuerst aufgezeigt, daß der Enterprise Viewpoint des RM-ODP als Modell für das CSM-Organisationsmodell herangezogen werden kann, um mit seinen bereitgestellten Begriffen und Konzepten den organisationsübergreifenden Kontext in Bezug auf

CSM zu beschreiben (oberer Teil in Abbildung 4.7). Anschließend erfolgt eine Abbildung, Einordnung und Abgrenzung des Organisationsmodells im Hinblick auf existierende Arbeiten und Standards (unterer Teil in Abbildung 4.7).

4.3.2 Analyse der involvierten Rollen

Unter einer Rolle wird im Kontext des CSM-Organisationsmodells ein definierter Funktionsumfang verstanden, der von einer Organisation, einer Person, oder allgemein einem Objekt, wahrgenommen bzw. ausgeführt wird. Ein Objekt kann dabei mehrere verschiedenen Rollen gleichzeitig wahrnehmen. Das Konzept der Rolle abstrahiert von der konkreten Durchführung einer Aufgabe, d.h. die Art und Weise, wie das Objekt den Funktionsumfang erbringt, sei es z.B. mit der Unterstützung durch Werkzeuge oder mit der Nutzung von Funktionen anderer Objekte, wird verschattet.

Die Identifikation der im Kontext von CSM involvierten Rollen orientiert sich an der Positionierung von CSM in der Managementbeziehung zwischen Kunde und Dienstanbieter. CSM stellt dem Dienstmanagement des Kunden eine kundenorientierte, logische Sichtweise auf das Dienstmanagement des Anbieters bereit. Aufsetzend auf dieser Einordnung können die involvierten Rollen einerseits dem Dienstmanagement des Anbieters, andererseits dem Dienstmanagement des Kunden und schließlich Akteuren zur Bereitstellung der CSM-Funktionalität selbst zugeordnet werden. Die folgenden drei Abschnitte behandeln jeweils einen dieser Aspekte.

Rollen bezüglich des Dienstmanagements des Anbieters

Die involvierten Rollen auf Seiten des Dienstmanagements des Anbieters haben die Aufgabe, die für CSM benötigten Managementinformationen und -funktionen bereitzustellen. Über die Spezifikation der Aufgaben bzw. Funktionen, die diese Rollen jeweils wahrzunehmen bzw. bereitzustellen haben, werden einerseits CSM-spezifische Anforderungen an das Dienstmanagement das Anbieters gestellt und andererseits von der konkreten und providerspezifischen Implementierung bzw. Realisierung der jeweiligen Managementfunktionen abstrahiert.
Aus der Definition dieser Rollen resultiert die logische Trennung von CSM und dem Dienstmanagement des Anbieters. Denn durch diese Rollen werden eindeutig dem Dienstmanagement des Anbieters Aufgaben und Funktionen zugeordnet, auf denen aufsetzend CSM realisiert werden kann.

Die Identifikation dieser Rollen orientiert sich im wesentlichen an den Managementinteraktionen zwischen Kunde und Anbieter, siehe Abbildung 4.8. Die fünf Phasen Verhandlung, Vereinbarung, Bereitstellung/Installation, Nutzung/Betrieb und Abbau/Deinstallation gruppieren die auftretenden Interaktionen zwischen dem Anbieter und seinen Kunden anhand des Lebenszyklus eines Dienstes. Eine Beschreibung der Phasen erfolgte bereits in Abschnitt 2.2.2. Die Nutzung bzw. der Betrieb des Dienstes wird aufgrund der zentralen Bedeutung für das Management auf Basis der fünf OSI-Funktionsbereiche im folgenden in vier weitere Interaktionsklassen unterteilt:
Das Problem Handling bezeichnet den Teil des Fehlermanagements, der den Austausch von

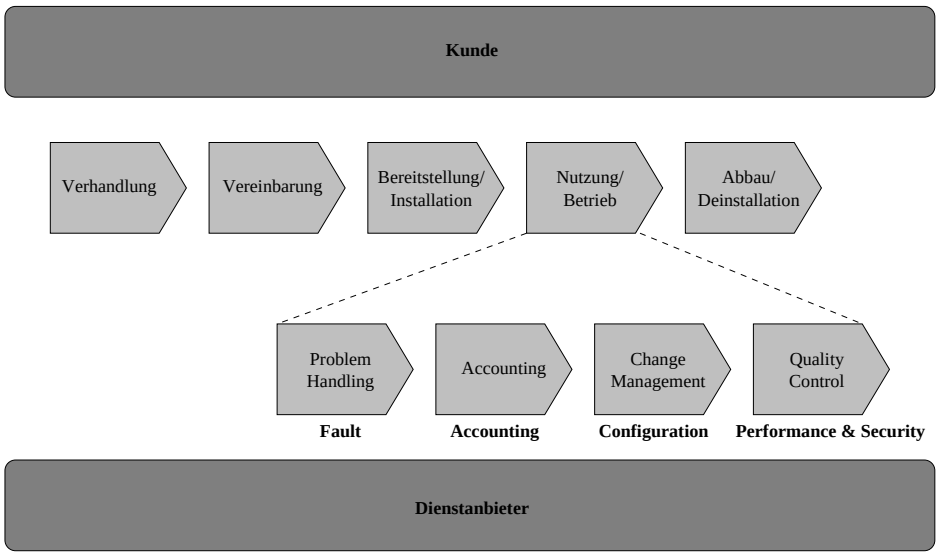

Abbildung 4.8: Management-Interaktionsphasen zwischen Kunde und Dienstanbieter

Wartungs-, Störungs- und Fehlermeldungen zwischen Kunde und Anbieter behandelt. Das Problem Management stützt sich dabei auf Help Desks, Hotlines oder Trouble Ticket Systeme ab.
Mittels der vom Abrechnungsmanagement abgeleiteten Interaktionsklasse Accounting erfolgt die Kostenzuordnung der verbrauchten Ressourcen (Charging) und die Rechnungsstellung der Dienstnutzung (Billing). Die Nutzungserfassung (Metering) hat auf diese Interaktion ebenfalls Einfluß, da sie auf den in den Dienstvereinbarungen festgelegten Meßverfahren und Meßeinheiten basiert.
Das Change Management bezeichnet den Teil des Konfigurationsmanagements, mittels dessen der Kunde seinen abonnierten Dienst in vereinbarter Art und Weise selbst konfigurieren kann.
Für den Kunden eines Dienstes sind Leistungsaspekte in der Nutzungsphase eher von geringem Interesse. Für ihn ist nur interessant, ob ein Dienst die in der Dienstvereinbarung festgelegte Dienstgüte einhält oder nicht. Für den Dienstanbieter ist dagegen das Leistungsmanagement von großem Interesse. So ist er z.B. durch Schwellwertüberwachung von QoS-Parametern in der Lage, kritische Phasen frühzeitig zu erkennen und rechtzeitig entsprechende Gegenmaßnahmen einzuleiten. Das Leistungsmanagement ist somit für den Anbieter essentiell, um kostspielige Verletzungen der Dienstvereinbarungen zu vermeiden. Diese Erkenntnis kann analog auch auf des Sicherheitsmanagement übertragen werden. Den Kunden interessiert ausschließlich die Einhaltung der Vereinbarungen bzgl. der Sicherheit des Dienstes. Der Dienstanbieter ist dagegen nicht nur an der Einhaltung der SLAs interessiert, sondern an sämtlichen Aspekten des Sicherheitsmanagements. Aus dieser Analogie heraus kann aus den Funktionsbereichen des Leistungs- und Sicherheitsmanagements die Interaktionsklasse Quality Control abgeleitet werden. Das Quality Control stellt dem Kunden die Möglichkeit bereit, die Einhaltung der vertraglich festgelegten Dienstqualität und -güte zu kontrollieren und nachzuvollziehen.

Basierend auf diesen Interaktionsphasen können die auf Seiten des Dienstmanagements des Anbieters involvierten Akteure identifiziert und mittels Rollen modelliert werden:

Für die mit den Phasen Verhandlung (Marketing) und Vereinbarung (Ordering) verbundenen Aktionen wird die Rolle `Administrative Provider` eingeführt. Der administrative Provider kapselt somit sämtliche, die angebotenen Dienste betreffenden, Verwaltungsaufgaben und schließt damit auch eine Kunden- und Benutzerverwaltung mit ein.
Für alle Konfigurationsaufgaben bzgl. des Dienstes ist die Rolle `Configuration Manager` verantwortlich. Darunter fallen neben der Erstinstallation (Phase Bereitstellung/Installation) und des Abbaus/Deinstallation, auch die Bearbeitung der vom Kunden beauftragen Anpassungen in der Betriebsphase (Change Management).
Für den mit dem Problem Management verbunden Workflow zum Austausch von Wartungs-, Störungs und Fehlermeldungen wird die Rolle `Problem Manager` eingeführt. Der Problem Manager kapselt das gesamte Fehlermanagement bzgl. eines Dienstes und bietet nach außen Schnittstellen für die Benachrichtigung der Kunden im Störungs- bzw. Fehlerfall und für das Absetzen von Störungsmeldungen durch den Kunden beim Anbieter an.
Die Funktionen des Leistungs- und Sicherheitsmanagements werden von der Rolle `Quality Controller` wahrgenommen (Phase Quality Control). Der Quality Controller ist dafür verantwortlich, Verletzungen bezüglich der vereinbarten Dienstqualität und der Sicherheit des Dienstes zu erkennen und zu melden. Die Sicherheit eines Dienstes ist neben seiner Güte in den Dienstvereinbarungen festgelegt. Die Dokumentation der aufgetretenen Verletzungen mittels Reportgenerierung schließt den Funktionsumfang dieser Rolle ab.
Für die Rechnungsstellung der Dienstnutzung und der Auflistung der verbrauchten Ressourcen wird die Rolle `Accounting Manager` eingeführt (Phase Accounting).

Neben den aus den Interaktionen zwischen Kunde und Anbieter gewonnenen Rollen und den damit verbundenen Aufgaben, sind für CSM aber auch Dienstmanagement-interne Informationen und Funktionen interessant. Dazu zählen beispielsweise Informationen über Subdienste, aus welchen der eigentliche Dienst zusammengesetzt ist, oder Informationen über logische und physische Komponenten des Dienstes aus dem Bereichen des Netz-, System- und Anwendungsmanagements. Für diese Aufgaben wird die Rolle `Service Infrastructure Manager` eingeführt.

Zusammenfassend werden in Abbildung 4.9 diese identifizierten Rollen bzgl. des Dienstmanagements des Anbieters graphisch dargestellt und im folgenden mit den jeweils wahrzunehmenden Aufgaben und Funktionen detailliert diskutiert.

Administrative Provider Die Rolle Administrative Provider kapselt alle Verwaltungsaufgaben, die die angebotenen Dienste betreffenden. Diese Aufgaben können in drei Kategorien eingeteilt werden:
Das *Marketing* beschreibt diejenigen Aufgaben, die der Anbieter im Vorfeld des Abonnements eines Dienstes ausführt. Dazu zählen das Werben neuer Kunden, Marktanalysen bzgl. der Bedürfnisse und Wünsche der Kunden und die Anpassung von Kundenerwartungen an die Möglichkeiten des Anbieters.
Im Vorfeld der Bestellung des Dienstes erfolgt die *Aushandlung der Dienstvereinbarungen*, d.h. die Festlegung der Funktionalität, charakteristischer Eigenschaften und der Güte des Dienstes (SLA-Negotiation). Das Ziel ist es dabei, die Anforderungen des Kunden zu iden-

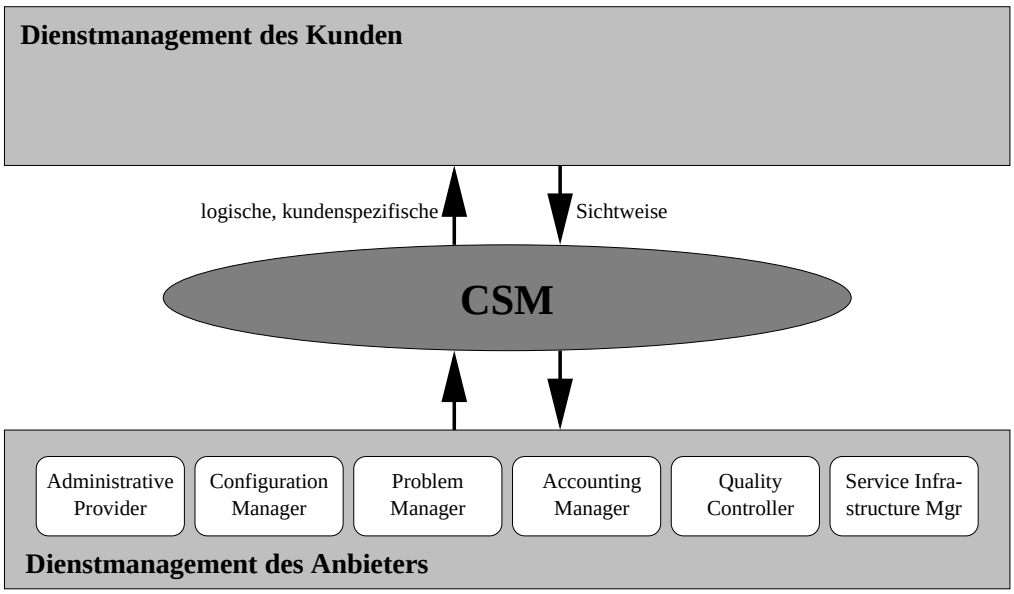

Abbildung 4.9: Rollen bzgl. des Dienstmanagements des Anbieters

tifizieren und entsprechend in die Ausprägung des Dienstes einzubringen. Mit der Bestellung des Dienstes durch den Kunden (Ordering) werden die Dienstvereinbarungen vertraglich festgelegt. Neben der Definition der Dienstfunktionalität und der Dienstgüte werden in den Dienstvereinbarungen auch Vertragsstrafen und Eskalationsmechanismen im Falle einer Verletzung der vereinbarten Dienstgüte festgelegt.
Die *Benutzerverwaltung* ist für die Verwaltung von Kunden, Benutzer, Dienstvereinbarungen und Verträgen verantwortlich.

Configuration Manager Dem Configuration Manager des Anbieters unterliegen sämtliche Konfigurationsänderungen bzgl. eines Dienstes. Dazu zählen die Erstinstallation der notwendigen Hard-/Software nach dem Abonnement eines Dienstes durch einen Kunden, der Abbau bzw. die Deinstallation der Hard-/Software nach dem Ablauf der Vertragslaufzeit und sämtliche Konfigurationsänderungen während der Nutzungs-/Betriebsphase des Dienstes.
Allgemein können zwei Arten von Änderungen bzgl. der Konfiguration eines Dienstes unterschieden werden: Einerseits globale Änderungen, die sich auf alle Dienste des gleichen Typs auswirken, oder aber andererseits lokale Änderungen, die nur einen spezifischen Dienst eines Kunden betreffen. Globale Konfigurationsmöglichkeiten eines Dienstes können das Aktivieren/Deaktivieren von speziellen Dienstfunktionalitäten, das Setzen von globalen Parametern oder interne Optimierungsmaßnahmen sein. Unter der Konfiguration von kundenspezifischen Diensten wird das Installieren, Verändern und Deinstallieren dieser gemäß den in den Dienstvereinbarungen ausgehandelten Eigenschaften und Funktionalitäten verstanden.
Änderungen an der Konfiguration der dem Dienst zugrundeliegenden Infrastruktur aus den

Bereichen des Netz-, System- und Anwendungsmanagements (Komponentenmanagement, z.B. Konfiguration von Netzkomponenten eines Backbones) gehören nicht zum Spektrum der Aufgaben des Configuration Managers (sondern werden vom Service Infrastructure Manager übernommen, siehe unten).
Der Configuration Manager trägt einen wichtigen Teil zur sogenannten Mandantenfähigkeit des Anbieters bei, indem die Auswirkungen aller Änderungen nur für die jeweils betroffenen Kunden sichtbar sind und für alle anderen Kunden transparent abgewickelt werden.

Problem Manager Die Aufgabe des Fehlermanagements bzgl. eines Dienstes besteht darin, die Verfügbarkeit des Dienstes durch schnelle Entdeckung und Beseitigung von Fehlern möglichst hoch zu halten. Dazu zählen die allgemeinen Aufgaben, wie sie auch im Netz- und Systemmanagement wiederzufinden sind, wie das Überwachen des Dienstzustandes, das Empfangen und Verarbeiten von Alarmen, das Erkennen von Fehlerursachen und das Durchführen von Behebungsmaßnahmen. Allerdings operiert das Fehlermanagement bzgl. eines Dienstes nicht auf komponentenorientierten Managementobjekten, sondern auf dienstspezifischen Ressourcen. Insbesondere ist dafür die Zuordnung von (Komponenten-) Fehlern zu betroffenen Diensten und zu betroffenen Kunden notwendig. Eine weitere Besonderheit des Fehlermanagements von Diensten ist es, daß Fehler und Störungen nicht nur von der Infrastruktur (z.B. Alarme, Events, ...), sondern auch von Kunden gemeldet werden können.
Der Problem Manager des Anbieters ist für das gesamte Fehlermanagement bzgl. eines Dienstes verantwortlich und steht dem Kunden als zentraler Ansprechpartner für alle Probleme bzgl. der Nutzung seines abonnierten Dienstes zur Verfügung. Ein Kunde kann beim Problem Manager Störungsmeldungen absetzen und sich anschließend über den Stand der Bearbeitung informieren. Der Problem Manager führt die Bearbeitung der abgesetzten Meldungen in verschiedenen, sogenannten Support-Levels durch.
Weiterhin ist der Problem Manager dafür verantwortlich, sämtliche Fehler, Störungen und Wartungen, die einen Dienst betreffen, an den Kunden weiterzumelden. Darüber hinaus ist der Kunde über den Bearbeitungsstand von Störungen regelmäßig zu informieren. Bei Behebung des Fehlers bzw. der Störung ist der Kunde über die Dauer und die Auswirkungen (z.B. Einfluß auf die Abrechnung) in Kenntnis zu setzen.

Accounting Manager Der Accounting Manager ist dafür verantwortlich, daß einem Kunden die Dienstnutzung gemäß des in den Dienstvereinbarungen ausgehandelten Abrechnungsverfahrens in Rechnung gestellt wird. Dafür notwendige Teilaufgaben sind beispielsweise das Erfassen von genutzten Ressourcen, das Festlegen von Abrechnungseinheiten, das Führen von Abrechnungskonten, die Zuordnung von verbrauchten Ressourcen zu Konten, das Ausstellen von Rechnungen oder das Führen von Verbrauchs- und Nutzungsstatistiken. Insbesondere ist es auch die Aufgabe des Accounting Managers dafür zu sorgen, daß gestellte Rechnungen überwacht werden, d.h. daß bei nicht rechtzeitig bezahlten Rechnungen entsprechende Eskalationsprozeduren (im ersten Schritt durch Mahnungen) ausgelöst werden.

Quality Controller Der Quality Controller ist für das Leistungsmanagement und das Sicher-

heitsmanagement bzgl. eines Dienstes verantwortlich.
Das *Leistungsmanagement* kann nach [HAN 99] als konsequente Weiterführung des Fehlermanagements angesehen werden. Das Leistungsmanagement gibt sich nicht damit zufrieden, daß ein Dienst überhaupt läuft, sondern setzt sich zum Ziel, daß der Dienst die in der Dienstvereinbarung festgelegte Dienstgüte einhält. Zu den Aufgaben des Quality Controllers zählen die Überwachung der in den Dienstvereinbarungen ausgehandelten Dienstgüte-Parameter entsprechend der vereinbarten Metriken, das Erkennen von SLA/QoS-Verletzungen und Auslösen von entsprechenden Prozessen bei den korrespondierenden Rollen (z.B. Auslösen von Eskalationen beim Administrative Provider, Benachrichtigen des Accounting Managers zur Berechnung der Auswirkungen auf die Abrechnung, Öffnen eines Trouble Tickets beim Problem Manager mit der Folge einer Störungsmeldung an den Kunden, ...), das Durchführen von Messungen zur Überwachung aller Ressourcen auf Leistungsengpäße, das Verfassen von Reports oder das Durchführen von Leitungs- und Kapazitätsplanungen.
Das *Sicherheitsmanagement* bzgl. eines Dienstes umfaßt Funktionen zur Überwachung und Durchsetzung der in den Dienstvereinbarungen ausgehandelten Sicherheitsanforderungen und dem Erkennen von Sicherheitsangriffen.

Service Infrastructure Manager Die Rolle Service Infrastructure Manager nimmt die Verwaltung, Steuerung und Überwachung der Ressourcen wahr, aus denen der Dienst aufgebaut ist. Dabei kann es sich um Komponenten (Endgeräte, Vermittlungseinrichtungen, ...), Rechnernetze (LANs, MANs, WANs, ...), (verteilte) Anwendungen oder andere (Sub-) Dienste handeln.
Die dem Service Infrastructure Manager zugeordneten Managementfunktionen können mit den 5 Funktionsbereichen des OSI-Managements beschrieben werden (siehe 3.1.2).
Falls sich der Dienst aus verschiedenen Subdiensten zusammensetzt, sind neben den klassischen Funktionen aus den Bereichen des Netz-, System- und Anwendungsmanagements auch Aufgaben des Dienstmanagements einzubeziehen: Für jeden Subdienst existieren entsprechende Dienstvereinbarungen, in denen die Qualität und die Eigenschaften festgelegt sind. Es ist eine zentrale Managementaufgabe bezüglich der Dienstinfrastruktur, die Einhaltung der vereinbarten Güte der Subdienste zu überwachen. Um dies sicherzustellen, muß für jeden Subdienst ein korrespondierendes CSM vom Anbieter des Subdienstes bereitgestellt werden.
Auf Basis der vom Service Infrastructure Manager betriebenen Infrastruktur wird der Dienst aufgesetzt bzw. realisiert. Die von der Rolle Service Infrastructure Manager durchgeführten Managementfunktionen spiegeln daher eine sehr technische und komponentenorientierte Sichtweise wider. Die anderen Rollen nutzen diese Infrastruktur, um darauf aufsetzend ihre jeweiligen Aufgaben und Funktionen zu erfüllen. Diese Basisfunktionalität ist daher als Informations- und Funktionsquelle für CSM von eher geringem Interesse. Ein Dienstanbieter wird normalerweise nicht die konkrete Realisierung und Implementierung seines Dienstes veröffentlichen, da es sich dabei um unternehmenskritische Daten handelt, die vor der Konkurrenz geschützt werden sollten. Für einen Kunden ist die technische Reali-

sierung transparent, es sind ausschließlich die in den Dienstvereinbarungen zugesicherten Eigenschaften und die ausgehandelte Qualität relevant. Im Einzelfall oder bei bestimmten Diensten kann es aber durchaus notwendig und sinnvoll sein, technische Details der Infrastruktur den Kunden im eingeschränkten und vom Anbieter kontrollierten Rahmen zur Verfügung zu stellen. So kann es zum Beispiel für Kommunikationsdienste durchaus sinnvoll sein, Bandbreiten- und Auslastungsinformationen über einen von mehreren Kunden gemeinsam genutzten Backbone bereitzustellen. In diesen Fällen dient die Rolle Service Infrastructure Manager CSM als Quelle von komponentenorientierten Managementfunktionen und -informationen.

Die top-down Vorgehensweise, basierend auf den Managementinteraktionen im Lebenszyklus eines Dienstes die Rollen bzgl. des Dienstmanagements des Anbieters zu identifizieren, stellt nur eine von mehreren denkbaren Möglichkeiten dar.
Alternativ können die Rollen anhand von existierenden Arbeiten bzgl. der Modellierung des Dienstmanagements identifiziert werden. Als Beispiele für entsprechende Arbeiten können die Telecom Operation Map des TeleManagement Forums (siehe 3.2.2) und IT Infrastructure Library der CCTA (siehe 3.2.1) herangezogen werden. Diese beiden Ansätze haben gemeinsam, daß sie aus der Analyse bestehender Telekommunikationsunternehmen heraus entstanden sind. Es fehlt bei beiden Ansätzen eine Beschreibung der Vorgehensweise, wie die spezifizierten Prozesse bzw. Service Management Functions gewonnen wurden. Diese beiden Ansätze gehen auch nicht von einer vollständigen Beschreibung des Dienstmanagements aus, sondern listen lediglich aus ihrer jeweiligen Sichtweise wichtige Prozesse und Funktionen auf.
Vor allem wegen des Aufzählungscharakters und der offenen Frage “Woher kommen gerade die spezifizierten Prozesse bzw. Funktionen und gibt es nicht noch weitere Aufgaben?” stellen diese beiden Ansätze keine geeignete Alternative zur Identifikation der Rollen bzgl. des Dienstmanagements des Anbieters dar. In 4.3.5 werden diese Ansätze stattdessen dazu verwendet, um als ersten Teil des Tragfähigkeitsnachweises bzgl. des CSM-Organisationsmodells die Relevanz der identifizierten Rollen zu hinterlegen.

Rollen bezüglich des Dienstmanagements des Kunden

Die involvierten Rollen auf Seiten des Dienstmanagements des Kunden haben die Aufgabe, die Nutzung von CSM-Funktionalität durch den Kunden näher zu definieren. Über die Spezifikation dieser Rollen wird von der konkreten Integration der bereitgestellten CSM-Informationen und -funktionalitäten in die jeweilige Managementumgebung des Kunden abstrahiert. Die Integration von CSM in die bestehenden Managementprozesse des Kunden kann auf verschiedene Weise erfolgen: Einen integrierten Ansatz im Sinne eines “integrierten Managements” [HAN 99] stellt die Einbindung von CSM-Informationen und -Funktionalität in eine Managementplattform dar. Damit stehen alle CSM-Informationen allen auf der Plattform aufsetzenden Werkzeuge zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung. Einen deutlich einfacheren Ansatz stellt ein “stand-alone” Werkzeug zur Nutzung von CSM-Funktionalität dar. Dieser Ansatz hat jedoch den Nachteil, daß die bereitgestellten Informationen nur schwer in andere kundenspezifische Prozesse (z.B.

kundenspezifische Auswertung, Reportgenerierung, ...) eingebunden werden können. Mit der Einführung dieser Rollen zur Beschreibung der Nutzung von CSM durch den Kunden erfolgt gleichzeitig eine Abgrenzung zu CSM-spezifischen Funktionen.

Analog zur Vorgehensweise bei der Identifikation der Rollen bzgl. des Dienstmanagements des Anbieters könnten auch die Rollen bzgl. des Dienstmanagements des Kunden auf Basis des Dienstlebenszyklus identifiziert werden. Jedoch aufgrund des Schwerpunktes dieser Arbeit, die Realisierung einer CSM-Schnittstelle auf Dienstanbieterseite zu beschreiben, ist eine detaillierte Analyse der verschiedenen Akteure, die die CSM-Schnittstelle auf Kundenseite nutzen, innerhalb dieses Abschnittes nicht notwendig. Das Organisationsmodell der CSM-Architektur kann sich daher darauf beschränken, die Nutzung von CSM ausschließlich mittels der Rolle `CSM-User` zu modellieren. Der CSM-User repräsentiert das Dienstmanagement des Kunden und verschattet die Integration von CSM-Informationen und -Funktionalität in bestehende Managementprozesse auf Kundenseite.

Der CSM-User ist für die Aushandlung der Dienstvereinbarungen verantwortlich. Dazu zählen sowohl die im Vorfeld des Vertragsabschlusses stattfindenden Verhandlungen als auch die Beauftragung des Dienstes gemäß der vereinbarten Funktionalität und Qualität. Ein weiteres wichtiges Aufgabenpaket ist die Kontrolle und die Überwachung der vertraglich festgelegten Dienstvereinbarungen und den damit zusammenhängenden Funktionen aus den Bereichen des Leistungs-, Fehler-, Sicherheits- und Konfigurationsmanagement. Weiterhin ist diese Rolle für das gesamte Abrechnungsmanagement mit dem Dienstanbieter zuständig. Im Vorfeld der Bezahlung muß die in Rechnung gestellte Nutzung geprüft werden, d.h. die Auswirkungen evtl. aufgetretener Verletzungen der Dienstvereinbarungen auf die Rechnungstellung muß abgeglichen werden.

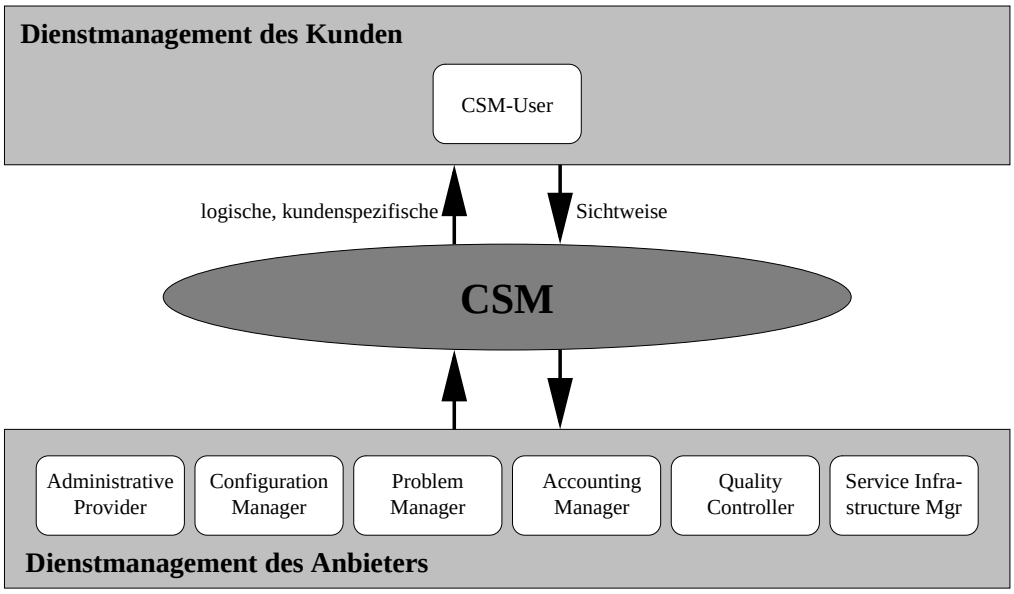

Abbildung 4.10: Bisherige CSM-relevante Rollen

In Abbildung 4.10 werden die bisher identifizierten Rollen auf Seiten des Dienstmanagements des Kunden und des Anbieters dargestellt.

CSM-interne Rollen

Die CSM-internen Rollen haben die Aufgabe, das Zusammenspiel der Rollen bzgl. des Dienstmanagements des Anbieters und der Rollen bzgl. des Dienstmanagements des Kunden in Hinblick auf die Bereitstellung von CSM-Funktionalität zu ermöglichen. Über die Spezifikation dieser Rollen werden Anforderungen an die Realisierung von CSM selbst gestellt, ohne die konkrete Realisierung und Implementierung vorzugeben. Aus der Definition dieser Rollen resultiert die Beschreibung der für CSM notwendigen Akteure.

Im Zuge der Bereitstellung von CSM können zwei Klassen von Aufgaben identifiziert werden: Die erste Klasse beschäftigt sich mit der Bereitstellung einer kundenorientierten, logischen Sichtweise auf das Dienstmanagement des Anbieters. Darunter wird im wesentlichen die Bereitstellung von Informationen und -funktionen verstanden, die den Kunden das Management ihrer abonnierten Dienste ermöglichen. Diese Informationen und Funktionen müssen dazu die vertraglich festgelegten SLAs und QoS-Parameter nachvollziehbar reflektieren. Die zweite Klasse beschreibt die mit der Verwaltung von CSM selbst assoziierten Aufgaben.

Für die technischen und betrieblichen Aspekte zur Bereitstellung von CSM ist der `Operative CSM-Provider` verantwortlich. Dazu zählen insbesondere die Bereitstellung von kunden- und Dienst-spezifischen Managementfunktionen und -funktionalitäten. Diese Rolle stellt das Bindeglied für das Zusammenspiel der Rollen bzgl. des Dienstmanagements des Anbieters und den Rollen bzgl. des Dienstmanagements des Kunden dar.

Für die CSM-spezifischen Verwaltungsaufgaben wird die Rolle `Administrative CSM-Provider` eingeführt. In Analogie zum Administrative Provider ist der Administrative CSM-Provider der zentrale Ansprechpartner für Kunden mit Fragen und Problemen bezüglich CSM. Der Administrative CSM-Provider ist allerdings hauptsächlich für die Verwaltung von Zugriffsrechten, d.h. die Spezifikation der Art und der Granularität der für einen Kunden bereitzustellenden CSM-Informationen und -Funktionalität, und die Authentifikation von Kunden gegenüber CSM verantwortlich. Damit trägt der Administrative CSM-Provider einen wichtigen Teil zur Mandantenfähigkeit von CSM bei.

Zusammenfassend werden in Abbildung 4.11 alle identifizierten Rollen und deren Einordnung in die Managementbeziehung zwischen Kunde und Dienstanbieter dargestellt. Diese Rollen beschreiben die im Kontext von CSM involvierten Akteure mit den ihnen zugeordneten Aufgaben und Funktionen. Im nächsten Abschnitt werden neben der Zuordnung der Rollen zu Domänen und den damit verbundenen Zielvorgaben auch das Zusammenspiel der Rollen untereinander festgelegt.

4.3.3 Analyse des Domänenkonzepts und der Kooperationsbeziehungen

Domänen und Policies

Eine *Domäne* definiert eine Managementsicht auf eine Gruppe von Objekten oder Ressourcen gemäß einer definierten Zielsetzung. Eng mit dem Begriff der Domäne hängt der Begriff der

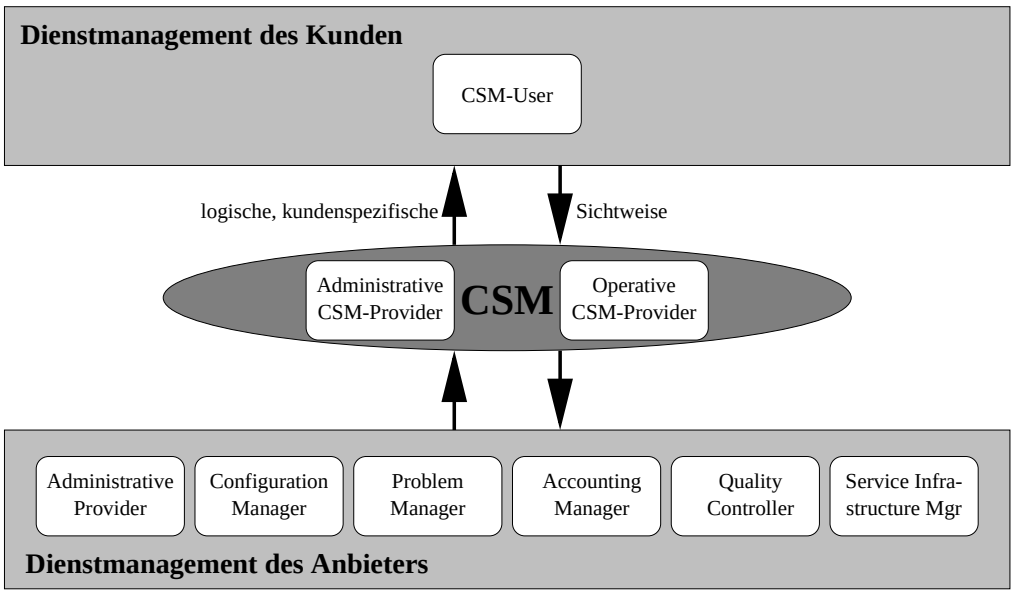

Abbildung 4.11: Die identifizierten Rollen und deren Einordnung

Zielvorgabe (Policy) zusammen. Zielvorgaben sind aus Unternehmenszielen bzw. IT-Prozessen abgeleitete Handlungsvorgaben, gültig für alle Ressourcen/Objekte einer Domäne.

Aufgrund der Tatsache, daß mittels CSM organisationsübergreifend Informationen ausgetauscht werden und damit juristische, organisatorische und administrative Grenzen überschritten werden, ist die Zuordnung der identifizierten Rollen entsprechend ihren Organisations- bzw. Gruppenzugehörigkeiten zu Domänen notwendig.

Aufgrund der Positionierung von CSM in der Managementbeziehung zwischen Kunde und Dienstanbieter ist es naheliegend, jeweils drei korrespondierende Domänen, Service Provider Domain, Customer Domain und CSM Domain, einzuführen (siehe Abbildung 4.12). Die identifizierten Rollen werden statisch diesen Domänen zugeordnet: Die Service Provider Domain repräsentiert das Dienstmanagement des Anbieters und setzt sich aus den Rollen Administrative Provider, Configuration Manager, Problem Manager, Accounting Manager, Quality Controller und Service Infrastructure Manager zusammen. Die Customer Domain beschreibt das Dienstmanagement des Kunden und enthält ausschließlich die Rolle CSM-User. Schließlich ist die CSM Domain für den Austausch von Managementinformationen und -funktionen zwischen den beiden anderen Domänen zuständig und umfaßt die Rollen Administrative CSM-Provider und Operative CSM-Provider.

Es ist und kann nicht Ziel dieser Arbeit sein, für die Service Provider Domain und die Customer Domain Policies festzulegen. Dies liegt darin begründet, daß die in den Domänen enthaltenen Rollen nur “Proxies” zu den jeweiligen Managementsystemen des Anbieters und des Kunden darstellen. Die Definition von Policies für diese Domänen würde bedeuten, Zielvorgaben für die konkreten Managementumgebungen von Kunde und Anbieter vorzugeben. Dies würde aber der Zielsetzung des Organisationsmodells, aber auch der gesamten CSM-Architektur, widersprechen, da die Ablauf- und Aufbauorganisation des Dienstmanagements von Kunde und Anbieter

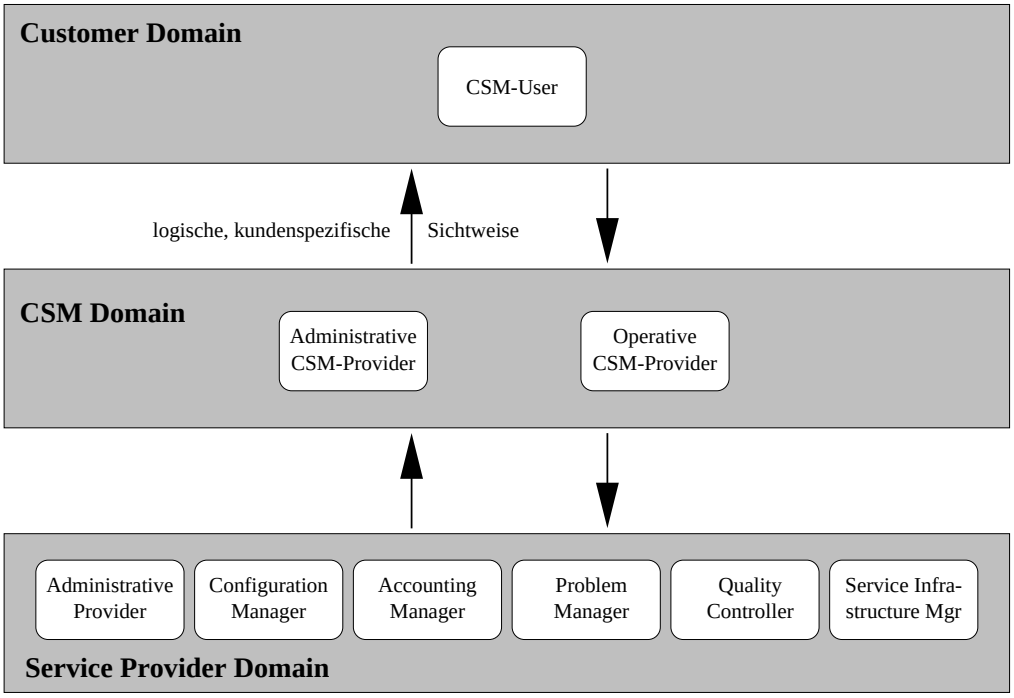

Abbildung 4.12: Die Domänen und Rollen des Organisationsmodells

beeinflußt bzw. vorgegeben werden würde. Außerdem gelten für diese Managementsysteme jeweils organisations- und dienstspezifische Zielvorgaben, die vollständig unabhängig von CSM sind.
Folgende Zielvorgaben sind für die CSM Domain gültig:

Sicherheit: Folgende Sicherheitsaspekte müssen in der CSM Domain erfüllt sein:

- **Zugangskontrolle:** Jede Rolle der Customer Domain und der Service Provider Domain muß den Nachweis ihrer vorgegebenen Identität führen, bevor sie mit den Rollen dieser Domäne kommunizieren kann.
- **Zugriffskontrolle:** Vor dem Zugriff auf CSM-Funktionalität muß eine geeignete Zugriffskontrolle stattfinden, in der geprüft wird, ob die anfragende Rolle berechtigt ist, diese Funktionalität zu nutzen.
- **Integrität der Daten:** Die Integrität der Daten, speziell an Domänenübergängen, ist zu gewährleisten.
- **Vertraulichkeit:** Jeder Rolle bekommt nur für sie relevante Informationen, d.h. die Vertraulichkeit der Daten anderer, fremder Akteure ist zu gewährleisten.
- **Auditing:** Logging von Aktionen.

Aussagekräftige Informationen: Die dem Kunden bereitgestellten Managementinformationen müssen die in den Dienstvereinbarungen ausgehandelten Dienstgüte-Parameter des Dienstes angemessen und aussagekräftig reflektieren.

Aktualität der Informationen Die bereitgestellten Managementinformationen sollen möglichst aktuell sein, damit der Kunde einen möglichst genauen Einblick über den momentanen Zustand und die augenblickliche Qualität des Dienstes bekommt.

Eskalationsmechanismen: Die in den Dienstvereinbarungen definierten Eskalationsmechanismen (z.B. Absetzen eines Trouble Tickets) im Aus- bzw. Fehlerfall müssen auch (neben z.B. dem Telefon) über CSM erfolgen können.

Mandantenfähigkeit: Die Mandantenfähigkeit des Anbieters muß nicht nur in Bezug auf den Dienst selbst, sondern auch in Bezug auf CSM gewährleistet sein. D.h. die mittels CSM einem Kunden bereitgestellten Informationen und Funktionalitäten betreffen ausschließlich den Dienst dieses Kunden. Für den Kunden ist es transparent, daß eventuell auch andere Kunden existieren.

Referenzpunkte zwischen den Rollen

Ziel dieses Abschnitts ist die Analyse des Zusammenspiels der im vorherigen Abschnitt identifizierten Rollen. Die Kooperationsbeziehungen der Rollen untereinander soll unter dem Aspekt der Bereitstellung von CSM, d.h. der Realisierung einer kundenspezifischen, logischen Sichtweise des Kunden auf das Dienstmanagement des Anbieters erfolgen.

Die Kooperationsbeziehungen zwischen den Rollen werden mit sogenannten *Referenzpunkten* modelliert. Ein Referenzpunkt beschreibt eine Schnittstelle, an der zwei Rollen in einer definierten Art und Weise untereinander kommunizieren können. Über einen Referenzpunkt können unidirektionale und bidirektionale Informationsflüsse zwischen den kommunizierenden Rollen stattfinden.

Die Referenzpunkte können anhand der identifizierten Domänen in inter-domain und intra-domain Referenzpunkte unterschieden werden. Ein inter-domain Referenzpunkt ermöglicht die Kommunikation zwischen zwei Rollen aus unterschiedlichen Domänen, wogegen ein intra-domain Referenzpunkt die Kommunikation zwischen zwei Rollen innerhalb der gleichen Domäne erlaubt. Diese Unterscheidung ist deswegen notwendig, da insbesondere die Kommunikation über Domänengrenzen hinweg anderen Policies als Domänen-interne Kommunikation unterliegt. (z.B. strengeren Sicherheits-Policies bzgl.Vertraulichkeit, Zugangs-/Zugriffskontrolle, Integrität).

Aufgrund der Aufgabenzuordnung bei der Identifikation der Rollen nimmt der Operative CSM-Provider eine zentrale Stellung im Organisationsmodell der CSM-Architektur ein. Er ist dafür verantwortlich, daß den Kunden, vertreten durch die Rolle CSM-User, eine logische, kundenorientierte Sichtweise auf das Dienstmanagement des Anbieters, repräsentiert von den Rollen Administrative Provider, Configuration Manager, Problem Manager, Accounting Manager, Quality Controller und Service Infrastructure Manager, bereitgestellt wird. Der Administrative CSM-Provider unterstützt ihn dabei mit administrativen und organisatorischen Verwaltungsfunktionen. Basierend auf dieser Einordnung können nun folgende Referenzpunkte zwischen den Rollen identifiziert werden (siehe Abbildung 4.13):

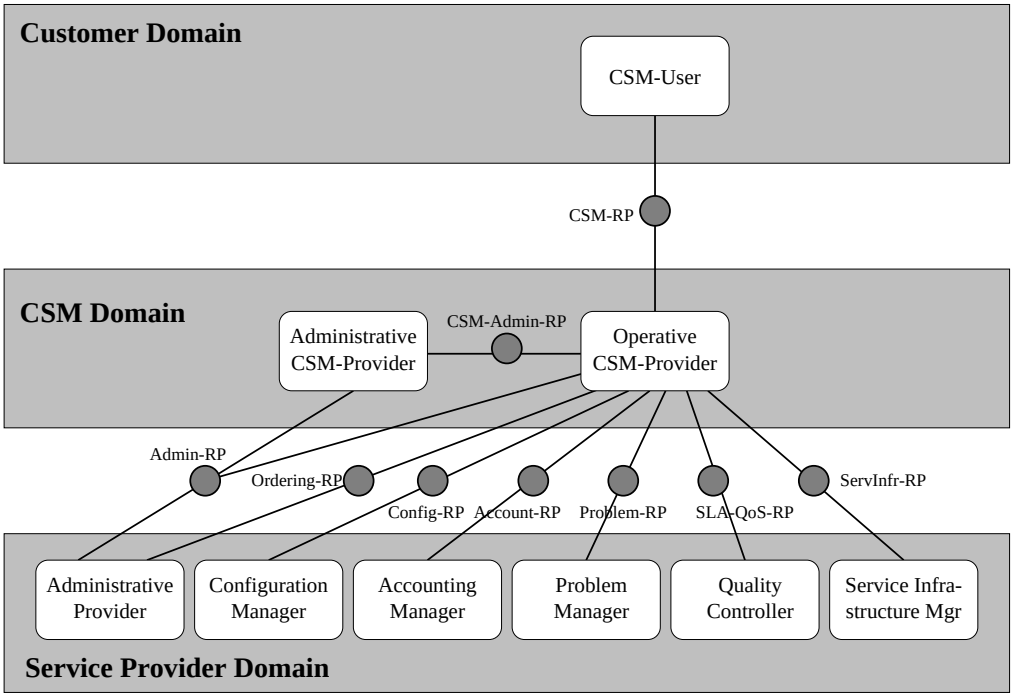

Abbildung 4.13: Domänen, Rollen und Referenzpunkte des Organisationsmodells

CSM Reference Point (CSM-RP): Am CSM-RP findet ein bidirektionaler Informationsfluß zwischen den Rollen CSM-User und Operative CSM-Provider statt und es werden sämtliche benötigten Managementinformationen und -funktionen aus den Bereichen des Fehler-, Leistungs-, Sicherheits-, Abrechnungs- und Konfigurationsmanagement bzgl. des Dienstes bereitgestellt. Dieser Referenzpunkt ermöglicht es dem CSM-User, sich über den Zustand und die Qualität der vom Kunden abonnierten Dienste zu informieren und diese in eingeschränktem Maße selbst zu managen. Dazu zählen beispielsweise die Eingabe von Problem- oder Störungsmeldungen, die regelmäßige Benachrichtigung über den Bearbeitungsfortschritt dieser Meldungen, die Benachrichtigung über Verletzungen der Dienstgüte oder allgemein der Dienstvereinbarungen, lesenden und evtl. schreibenden Zugriff auf die aktuelle Konfiguration des Dienstes usw. Weiterhin werden an dieser Schnittstelle Abrechnungsinformationen bereitgestellt, d.h. der CSM-User bekommt an dieser Schnittstelle die in Rechnung gestellte Dienstnutzung anhand der verbrauchten Ressourcen aufgeschlüsselt historisch und aktuell angezeigt. Zusätzlich werden über diesen Referenzpunkt evtl. notwendige Änderungen an den Dienstvereinbarungen zwischen Kunde und Anbieter verhandelt und, falls in den Dienstvereinbarungen festgelegt, Bestellungen von Teildienstleistungen (z.B. zusätzliche ATM-PVCs zwischen zwei Standorten oder Bandbreitenerhöhung von bestehenden PVCs bzgl. eines ATM-Dienstes) beauftragt.

Administration Reference Point (Admin-RP): Am Admin-RP stellt der Administrative Provider dem Operative CSM-Provider und dem Administrative CSM-Provider unidirektional Informationen über Kunden, Verträge und Dienstvereinbarungen bereit. Auf Basis dieser

Informationen kann der Administrative CSM-Provider CSM-spezifische Sichten auf die am CSM-RP bereitgestellten Daten berechnen. Der Operative CSM-Provider kann diese Daten als vereinbarte und damit einzuhaltende *Sollwerte* an der einheitlichen und integrierten Schnittstelle des CSM-RP dem Kunden zur Verfügung stellen.

CSM Administration Reference Point (CSM-Admin-RP): Der Administrative CSM-Provider stellt an diesem Referenzpunkt dem Operative CSM-Provider Sichten auf Informationen bereit, die die Anzahl und Granularität der bereitgestellten CSM-Informationen und -funktionen am CSM-RP definieren (Zugriffsrechte). Weiterhin stellt der Administrative CSM-Provider am CSM-Admin-RP die Funktionalität zur Verfügung, die Identität eines CSM-User zu überprüfen (Authentifikation).

Ordering Reference Point (Ordering-RP): Änderungsanträge für bestehende Verträge bzw. Dienstvereinbarungen und, falls in den Dienstvereinbarungen festgelegt, Bestellungen von Teildienstleistungen eines Kunden (CSM-User) werden vom Operative CSM-Provider über den Ordering Referenzpunkt an den Administrative Provider weitergeleitet. Der Informationsfluß an dieser Schnittstelle ist bidirektional, da Änderungen bzw. Bestellungen evtl. nicht ohne Rückkopplung mit dem Kunden bearbeitet werden können.

Configuration Reference Point (Config-RP): An diesem Referenzpunkt stellt der Configuration Manager dem Operative CSM-Provider den Zugriff auf die aktuelle Konfiguration des Dienstes bereit. Konfigurationsänderungen bezüglich Diensten werden über Änderungsanträge am Ordering-RP beantragt. Somit handelt es sich beim Config-RP um einen rein lesenden Zugriff des Operative CSM-Providers, also um einen unidirektionalen Informationsfluß. Durch die Zuordnung von Konfigurationsänderungen eines Kunden zum Ordering-RP wird auch gleichzeitig gewährleistet, daß der Änderungswunsch zuerst vom Administrative Provider auf Vertragskonformität geprüft werden kann, bevor die Änderung vom Configuration Manager durchgeführt wird.

Accounting Reference Point (Account-RP): Der Accounting Manager stellt an diesem Referenzpunkt dem Operative CSM-Provider Abrechnungsinformationen bezüglich der Dienstnutzung bereit. Dazu zählen die verbrauchten Ressourcen, die zugrundeliegenden Abrechnungsmetriken, Abrechnungskonten und Tarife, zugeordnet zu den entsprechenden Diensten bzw. Kunden. Da der Accounting Manager überschrittene Schwellwerte bezüglich verbrauchter Ressourcen anzeigt, handelt es sich beim Account-RP um einen bidirektionalen Referenzpunkt.

Problem Reference Point (Problem-RP): Dieser Referenzpunkt ermöglicht den Austausch von Problem- oder Störungsmeldungen zwischen dem Problem Manager und dem Operative CSM-Provider. Die Kommunikation über diesen Referenzpunkt muß bidirektional sein, da Meldungen von beiden partizipierenden Rollen abgesetzt werden müssen.

Quality Control Reference Point (SLA-QoS-RP): Über diesen bidirektionalen Referenzpunkt stellt der Quality Controller dem Operative CSM-Provider aktuelle und historische

Informationen über die Einhaltung der Dienstvereinbarungen und die Dienstqualität bereit. Insbesondere stellt die Überwachung der vereinbarten QoS-Parameter einen wichtigen Aspekt dar (z.B. Schwellwertüberwachung). An dieser Schnittstelle werden auch Verletzungen der Dienstvereinbarung gemeldet und können somit vom Operative CSM-Provider sofort an die betroffenen Kunden weitergereicht werden.

Service Infrastructure Reference Point (ServInfr-RP): Am ServInfr-RP steht dem Operative CSM-Provider ein lesender Zugriff auf sämtliche Managementinformationen bzgl. der Infrastruktur, auf der die Dienste realisiert sind, zur Verfügung. Da der Service Infrastructure Manager für das komponentenorientierte Management dieser Infrastruktur verantwortlich ist, sind über diesen Referenzpunkt nur komponentenorientierte Informationen zugänglich. Eine Weitergabe dieser Informationen an den Kunden ist vom Dienst und vom Anbieter abhängig.

Die Referenzpunkte Admin-RP, Ordering-RP, Config-RP, Account-RP, Problem-RP, SLA-QoS-RP und ServInfr-RP stellen inter-domain Referenzpunkte zwischen der Service Provider Domain und der CSM Domain dar. Der CSM-RP ist inter-domain Referenzpunkte zwischen der Customer Domain und der CSM Domain und schließlich handelt es sich beim CSM-Admin-RP um einen intra-domain Referenzpunkt innerhalb der CSM Domain.

Am CSM-RP steht dem Kunden der Zugriff auf das Customer Service Management bzgl. eines Dienstes zur Verfügung. Die Aufgabe der den Domänen Service Provider Domain und CSM Domain zugeordneten Rollen und Referenzpunkten ist es, durch ein geeignetes Zusammenspiel und Zusammenwirken die geforderte Funktionalität am CSM-RP bereitzustellen.

Neben diesen identifizierten Referenzpunkten existieren natürlich viele weitere Kooperationsbeziehungen zwischen den Rollen. Beispielsweise wird der Administrative Provider nach der Bestellung eines Dienstes durch einen Kunden den Configuration Manager beauftragen, den Dienst entsprechend der vereinbarten Funktionalität und Qualität zu installieren bzw. zu konfigurieren. Diese Kooperationsbeziehungen haben jedoch keinen direkten Bezug zu CSM und werden daher nicht im Organisationsmodell der CSM-Architektur modelliert.

4.3.4 Spezifikation des Organisationsmodells

In Abbildung 4.13 sind die in den vorherigen Abschnitten identifizierten Domänen, Rollen und Referenzpunkte des Organisationsmodells der CSM-Architektur informell dargestellt. Domänen werden mit gefüllten Rechtecken, Rollen mit abgerundeten, weißen Rechtecken, Referenzpunkte als gefüllte Kreise abgebildet. Diese Konzepte sollen in diesem Abschnitt in einer formalen Notation beschrieben werden.

Dazu wird zuerst diskutiert, inwieweit sich existierende Standards eignen, um mit ihren bereitgestellten Begriffen, Konzepten und Regeln das Organisationsmodell der CSM-Architektur zu spezifizieren. Im wesentlichen müssen die in Frage kommenden Standards die Begriffe Rolle, Referenzpunkt, Domäne und Policy eindeutig definieren und mittels einer formalen Notation beschreiben. Ein repräsentatives Beispiel für einen möglichen Standard ist das ODP Referenz-

modell. Es handelt sich dabei um ein Meta-Meta-Modell, das die grundlegenden Begriffe, Konzepte und Regeln, die zur Erstellung von verteilten Anwendungen notwendig sind, definiert. Aufgrund seiner Komplexität, des hohen Abstraktionsniveaus und der Tatsache, daß für das CSM-Organisationsmodell nur die Definition von vier Begriffen notwendig ist, wird das RM-ODP und speziell der Enterprise Viewpoint nicht als Meta-Modell herangezogen. Diese Vorgehensweise sichert die Lesbarkeit und Verständlichkeit des Organisationsmodells auch bei demjenigen Leserkreis, der mit dem komplexen ODP Meta-Meta-Modell nicht vertraut ist. Stattdessen wird ein einfaches Meta-Modell auf Basis von UML definiert. Die damit gewonnene formale Notation ist einfacher, verständlicher und setzt weniger Vorkenntnisse aus dem Bereich des Designs von verteilten Anwendungen voraus. Zusätzlich stellt diese Vorgehensweise auch keinen Nachteil dar, da sich das im nächsten Abschnitt vorgestellte Meta-Modell einfach auf ODP-Konzepte abbilden läßt (siehe Abschnitt 4.3.5). Eine detaillierte Diskussion der Einordnung und Abgrenzung des Organisationsmodells zu existierenden Arbeiten erfolgt in Abschnitt 4.3.5.

Notation zur Spezifikation

Als Beschreibungsrahmen für die gesamte CSM-Architektur werden die verschiedenen Diagrammtypen von UML verwendet. Der statische Aufbau des Organisationsmodells kann mit UML-Klassendiagrammen modelliert werden.

Der allgemeine UML-Erweiterungsmechanismus des Stereotype wird im folgenden herangezogen, um die spezifische Bedeutung der Begriffe Rolle, Domäne und Referenzpunkt modellieren zu können.

Zur Beschreibung von Rollen wird der Stereotype «`Role`» als Erweiterung einer UML-Klasse mit folgender Semantik definiert: Unter einer «`Role`» wird ein definierter Funktionsumfang verstanden, der von einer Organisation, einer Person, oder allgemein einem Objekt, wahrgenommen bzw. ausgeführt wird. Ein Objekt kann dabei mehrere verschiedenen Rollen gleichzeitig wahrnehmen. Das Konzept der Rolle abstrahiert von der konkreten Durchführung und Implementierung, d.h. die Art und Weise, wie das Objekt den Funktionsumfang erbringt. Der Begriff *Role* wird auch von UML verwendet, allerdings mit einer anderen, nicht zu verwechselnder, Semantik: Mit *Association Roles* werden die Endpunkte von Assoziationen bezeichnet und eine *Collaboration Role* beschreibt die Rolle einer Instanz einer Klasse in einem Collaboration-Diagramm.

Ebenso wird eine Domäne als Stereotype «`Domain`» modelliert. Eine «`Domain`» gruppiert verschiedene Rollen («`Role`») gemäß einer definierten Zielsetzung.

Die in dieser Arbeit vorgestellten CSM-spezifischen Zielvorgaben werden nicht auf Basis einer formalen Notation[2] spezifiziert, sondern ihre Beschreibung erfolgt in textueller Form. Dies liegt darin begründet, daß aufgrund des sehr hohen Abstraktionsniveaus der Policies eine formale Notation die Eindeutigkeit und die Interpretationsspielräume nicht wesentlich verbessern, sondern

[2] [AaMi99] nutzt beispielsweise die Object Constraint Language der UML als Notation für Policies. [LSY 97, LuSl 97] definiert eine abstrakte Policy-Notation wogegen [Wies 95] mit Hilfe von Templates Zielvorgaben modelliert.

dagegen die Lesbarkeit und Verständlichkeit erheblich erschweren würde (da der Leserkreis mit der verwendeten Notation vertraut sein müßte).

Die Hauptaufgabe der Policies im Kontext dieser Arbeit liegt darin, die CSM-spezifischen Zielvorgaben einfach, verständlich und prägnant zu formulieren, um den Dienstanbieter mit den zentralen Zielsetzungen vertraut zu machen und ihn nicht mittels komplexer Formalismen abzulenken.

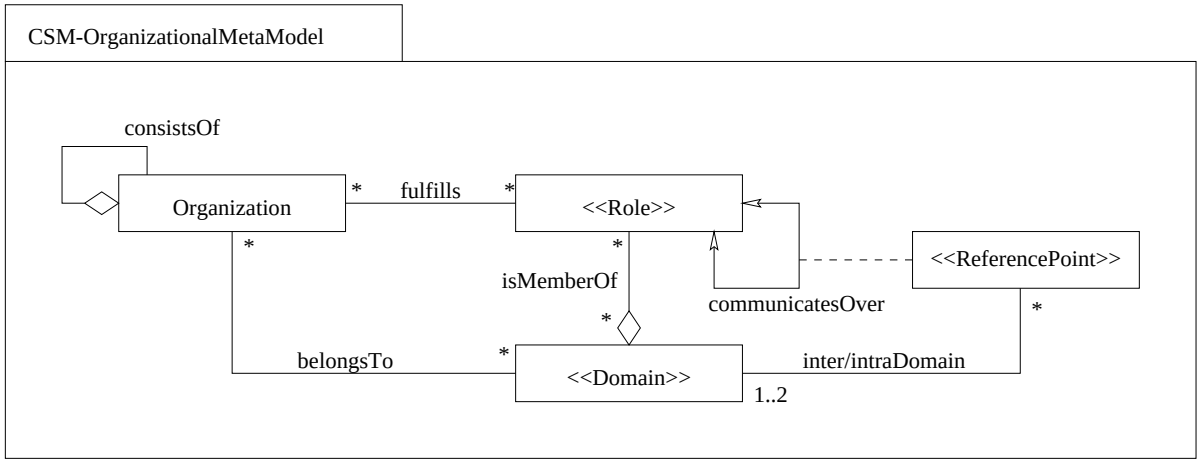

Abbildung 4.14: Metamodell zur Beschreibung des Organisationsmodells

Referenzpunkte werden als Erweiterungen von Assoziationsklassen modelliert. Der Stereotype «`ReferencePoint`» beschreibt eine Schnittstelle, an der zwei Rollen («`Role`») in einer definierten Art und Weise untereinander kommunizieren können. Über einen Referenzpunkt können unidirektionale und bidirektionale Informationsflüsse zwischen den kommunizierenden Rollen stattfinden. Die Richtung der Informationsflüsse wird durch entsprechende Pfeile an den Assoziationsenden bei den Rollen gekennzeichnet.

In Abbildung 4.14 wird das dem Organisationsmodell zugrundeliegende Meta-Modell graphisch dargestellt. Neben den schon diskutierten Konzepten werden zusätzlich Organisationen als Klassen eingeführt. Da sich hinter einer Organisation keine explizite Definition verbirgt, wird die Organisation nicht als Stereotype, sondern als Klasse modelliert. Eine Organisation kann sich aus mehreren weiteren Organisationen zusammensetzen und nimmt eine oder mehrere Rollen wahr. Zusätzlich gehört eine Organisation einer oder mehreren Domänen an. Domänen setzen sich aus mehreren Rollen zusammen, wobei eine Rolle in verschiedenen Domänen enthalten sein kann. Eine Domäne enthält mehrere intra-domain Referenzpunkte, wogegen ein intra-domain Referenzpunkt genau einer Domäne zugeordnet ist. Ein inter-domain Referenzpunkt assoziiert genau zwei verschiedene Domänen. Zwei verschiedene, kommunizierende Domänen sind immer mittels eines inter-domain Referenzpunkt assoziiert.

Das Organisationsmodell als Klassendiagramm

In Abbildung 4.15 ist die Spezifikation des CSM-Organisationsmodells als Klassendiagramm abgebildet. Die Spezifikation instantiiert das im vorigen Abschnitt beschriebene Metamodell für die identifizierten Domänen, Rollen und Referenzpunkte.

Die drei Domänen, Service Provider Domain, Customer Domain und CSM Domain, werden als Stereotype «`Domain`» modelliert. Jeder Domäne sind statisch die zugehörigen Rollen, jeweils repräsentiert von Stereotypes der Klasse «`Role`», zugeordnet (Assoziation `isMemberOf`).

Der Operative CSM-Provider stellt das Bindeglied zwischen der Service Provider Domain und der Customer Domain dar. Die Rollen dieser beiden Domänen kommunizieren mit dem Operative CSM-Provider über Referenzpunkte, die jeweils mittels Stereotypes von Assoziationsklassen («`ReferencePoint`») modelliert werden. Die Referenzpunkte Odering-RP, Account-RP, SLA-QoS-RP und Problem-RP repräsentieren einen bidirektionalen Informationsfluß zwischen dem Operative CSM-Provider und den jeweils korrespondierenden Rollen Administrative Provider, Accounting Manager, Quality Controller und Problem Manager. Die Referenzpunkte Config-RP und ServInfr-RP beschreiben jeweils einen unidirektionalen Informationsfluß von den Rollen Configuration Manager und Service Infrastructure Manager zum Operative CSM-Provider. Der Admin-RP ermöglicht einen unidirektionalen Informationsfluß von Kunden- und Vertragsinformationen vom Administrative Provider zum Operative CSM-Provider bzw. zum Administrative CSM-Provider. Am Referenzpunkt CSM-Admin-RP stellt der Administrative CSM-Provider dem Operative CSM-Provider Sichten auf die am CSM-RP bereitzustellende Information und Funktionalität bereit. Dem Operative CSM-Provider werden über die Assoziation `communicatesOver`, und den damit korrespondierenden Referenzpunkt CSM-RP, alle CSM-User zugeordnet.

Organisationen werden in dieser Spezifikation nicht ausgeprägt, da die identifizierten Rollen erst zum Zeitpunkt der Anwendung der CSM-Architektur für ein konkretes Szenario den existierenden Organisationen zugewiesen werden können. Eine Instantiierung dieser Spezifikation anhand eines konkreten Szenario wird in Kapitel 6 vorgestellt.

Die Assoziationen `intra/interDomain` zwischen «`Domain`» und «`ReferencePoint`» zur Klassifizierung der Referenzpunkte in inter-domain bzw. intra-domain Referenzpunkte werden in der Abbildung 4.15 zwecks besserer Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

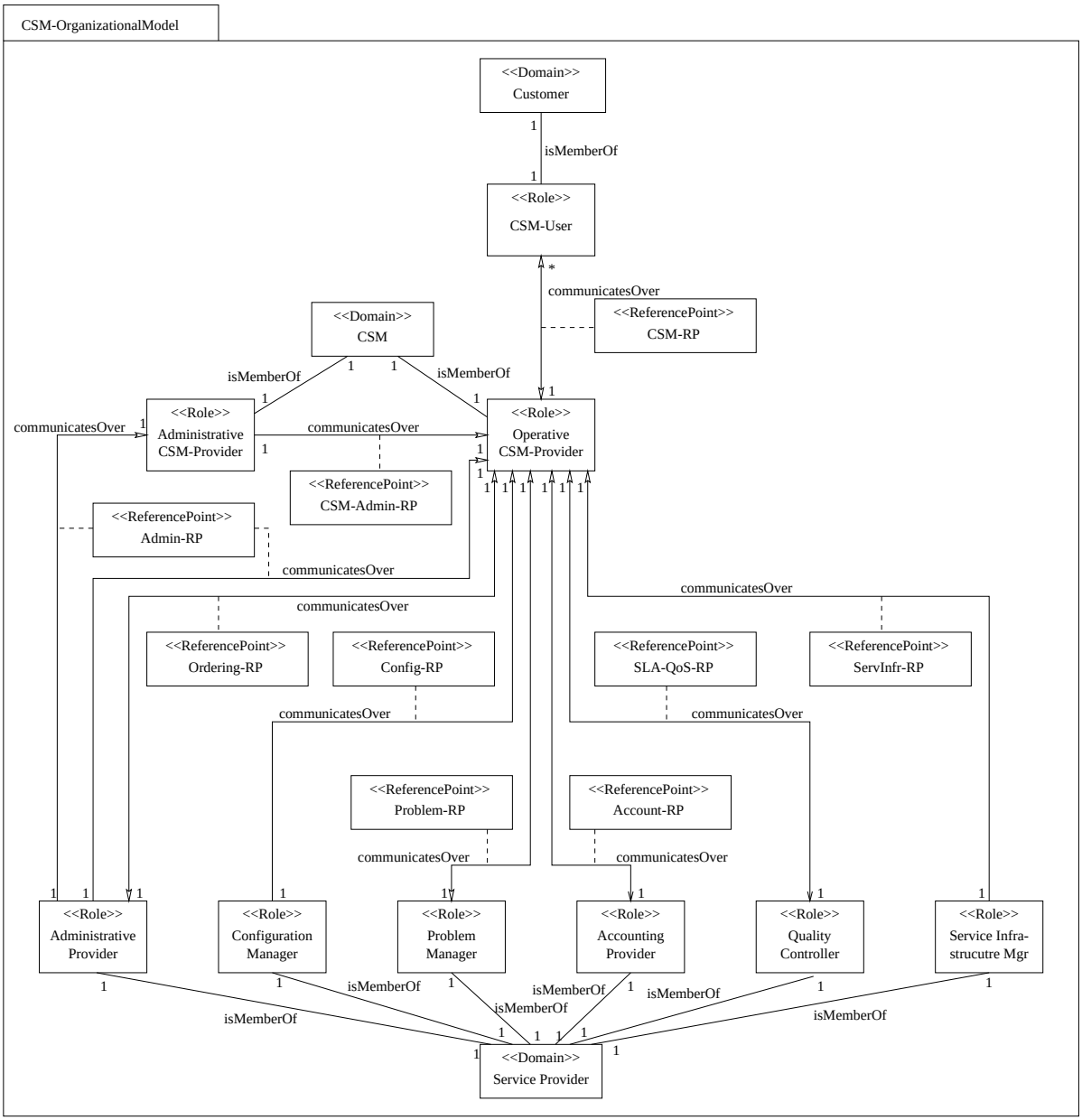

Abbildung 4.15: Modellierung des Organisationsmodells

4.3.5 Abbildbarkeit und Abgrenzung

Das Organisationsmodell der CSM-Architektur muß in zweierlei Hinsicht gegenüber existierenden Standards und Arbeiten eingeordnet und abgegrenzt werden.
Einerseits wird für das dem Organisationsmodell zugrundeliegende Meta-Modell nachgewiesen, daß es auch mit den Konzepten des Enterprise Viewpoints von RM-ODP modelliert werden kann. Damit können der Enterprise Viewpoint und das Business Modell als Modelle des CSM-Organisationsmodells angesehen werden.
Andererseits muß eine Abbildung des CSM-Organisationsmodells auf die Organisationsmodelle existierender Managementarchitekturen durchgeführt werden. Damit soll sichergestellt werden, daß die eingeführten Rollen, Referenzpunkte und Domänen auf korrespondierende Konzepte der Organisationsmodelle existierender Architekturen abgebildet werden können. Abschließend werden die identifizierten Rollen, Referenzpunkte und Domänen auf bestehende Arbeiten bzgl. der Modellierung des Dienstmanagements abgebildet. Dies erfolgt anhand der TMF Telecom Operation Map und der CCTA IT Infrastructure Library. Diese Abbildungen zeigen eine mögliche Implementierung der Rollen und Referenzpunkte auf Seiten des Dienstmanagements des Anbieters auf.

RM-ODP Enterprise Viewpoint

Im ODP-Referenzmodell (siehe Abschnitt 3.1.4, [ISO 10746-1]) behandelt der *Enterprise Viewpoint* die Beschreibung der Gesamtumgebung für ein verteiltes System sowie seinen Zweck. Es versucht, den Kontext, in welchen eine verteilte Anwendung genutzt wird, näher zu beschreiben. Außerdem werden die Anforderungen an das System, einzuhaltende Bedingungen und zu erfüllende Zielvorgaben aus Unternehmenssicht definiert.

Die *Enterprise Language* legt das Vokabular und die Grammatik fest, die zur Beschreibung des ODP-Systems aus der Sichtweise des Enterprise Viewpoint eingesetzt werden. Die bereitgestellten Konzepte beinhalten neben dem Vokabular zur Beschreibung der zugehörigen Sprache auch die Regeln, aus welchen sich die Grammatik dieser Sprache zusammensetzt.

Das im Organisationsmodell der CSM-Architektur definierte Meta-Modell mit den Konzepten Rolle, Referenzpunkt, Domäne und Policy, kann auf die Begriffe, Konzepte und Regeln des RM-OPD Enterprise Viewpoint abgebildet werden: Beide Ansätze legen einen einfach aufeinander abbildbaren Rollenbegriff fest. *Activities* werden zur Gruppierung von verschiedenen zusammengehörigen Aktionen definiert und lassen sich somit als korrespondierendes Konzept zu den Referenzpunkten des Organisationsmodells heranziehen. Eine Domäne kann direkt auf das ODP-Konzept der *Community* abgebildet werden, da unter einer *Community* die Gruppierung von Objekten gemäß einer gegebenen Zielsetzung verstanden wird. Schließlich können die CSM spezifischen Zielvorgaben mit ODP *Policies* beschrieben werden.

In Abbildung 4.16 wird entsprechend ein ODP basiertes Metamodell zur Beschreibung des Organisationsmodells dargestellt. Als Enterprise Language wird dabei die UML genutzt. Entsprechend den ODP-Konzepten setzen sich Domänen («`ODP Community`») aus mehreren Objekten («`ODP Object`») zusammen (Assoziation `isMemberOfCommunity`), die wiederum

verschiedene Rollen («ODP Role) einnehmen können (Assoziation fulfills). Diese Modellierung ist entsprechend den Enterprise Viewpoint-Konzepten vorgegeben und wird nun für die CSM-spezifischen Konzepte erweitert: Die Kooperationsbeziehungen (über Referenzpunkte) zwischen zwei Rollen werden mit korrespondierenden Aktionen («ODP Activity») modelliert und mittels communicatesOver diesen zwei Rollen zugeordnet. Eine «ODP Domain» setzt sich aus einer oder mehreren Rollen («ODP Role») zusammen (Assoziation isMemberOf). Referenzpunkte, repräsentiert durch «ODP Activity», werden in inter-domain bzw. intra-domain Referenzpunkte klassifiziert und entsprechend einer oder zwei Domänen zugeordnet (Assoziation inter/intraDomain). Eine Organisation wird als eine von «ODP Object» abgeleitete Klasse modelliert. Aufgrund der Vererbung nimmt eine Organisation verschiedene Rollen wahr (Assoziation fulfills). Weiterhin ist eine Organisation einer oder mehreren Domänen zugeordnet (Assoziation belongsTo).
Wie schon im vorherigen Abschnitt diskutiert, werden Policies nicht auf Basis einer formalen Notation, sondern mittels freier Textform beschrieben. Aus diesem Grund werden auch im ODP-basierten Metamodell die CSM-Policies nicht weiter formalisiert.

Anstatt des bisher verwendeten Metamodells kann nun die Spezifikation des Organisationsmodells (siehe Abbildung 4.15) auf diesem, ODP-basierten, Metamodell erfolgen: Es müssen lediglich die Stereotypes «Role», «Domain» und «ReferencePoint» durch die entsprechenden ODP-Konzepte «ODP Role», ODP Community» und «ODP Activity» ersetzt werden.

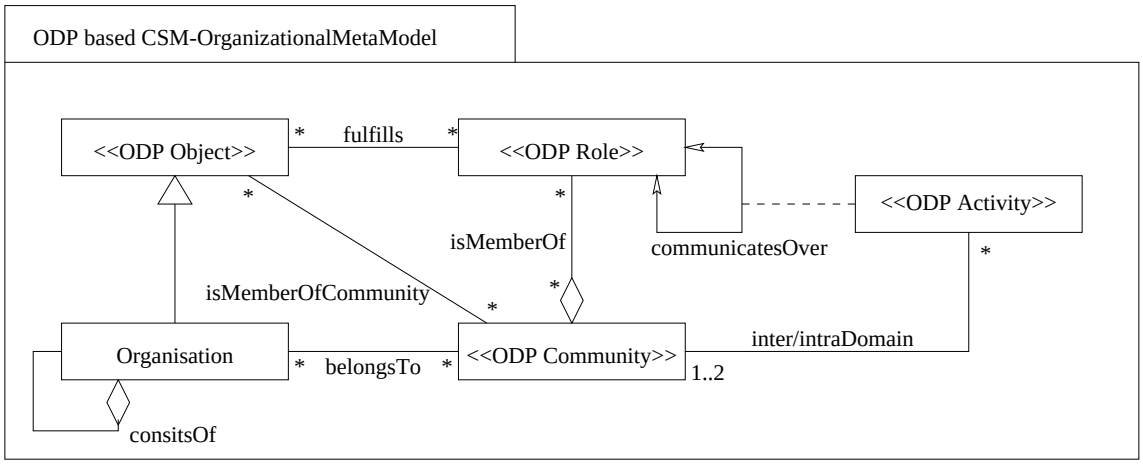

Abbildung 4.16: ODP basiertes Metamodell zur Beschreibung des Organisationsmodells

Für eine vollständige Spezifikation von CSM aus dem Blickwinkel des Enterprise Viewpoint mit UML als Enterprise Language sei auf [LaNe 99a] verwiesen.

Fazit: Der Enterprise Viewpoint des RM-ODP hat sich als prinzipiell geeigneter Ansatz zur Beschreibung und Modellierung des CSM-Organisationsmodells herausgestellt. Aufgrund der geringen Anzahl an zu definierenden Begriffen (Rolle, Domäne, Referenzpunkt und Policy) einerseits und der Komplexität und des hohen Abstraktionsniveaus des RM-ODP andererseits,

wird der Enterprise Viewpoint jedoch nicht angewandt. Die Vorteile dieser Vorgehensweise liegen darin, daß weniger Vorkenntnisse aus dem Bereich des Designs von verteilten Anwendungen zum Verständnis und zur Anwendung des Organisationsmodells notwendig sind. Wie aufgezeigt, beinhaltet diese Vorgehensweise auch keine Nachteile, da das vorgestellte UML-basierte Metamodell einfach auf ein ODP-basiertes Metamodell portiert werden kann.

TINA Business Model

Wie bereits in Abschnitt 3.1.5 angesprochen, beschreibt das *Business Modell* [TINA BMRP 97] der Computing Architecture ein TINA-System aus der Sicht seiner Betreiber und Benutzer.

CSM kann dabei als Teil eines jeden TINA `Reference Points` angesehen werden. `Reference Points` werden in TINA mittels aller fünf ODP-Viewpoints spezifiziert und dienen dazu, die Beziehung zwischen zwei `Business Roles` zu definieren. Die initialen `Business Roles` sind aus einem sehr Telekommunikations-lastigen Blickwinkel heraus entstanden (z.B. `Connectivity Provider` oder `3pty Service Provider`). Aus IT-Sicht kann jeder `Reference Point` als ein IT-Dienst mit einer Kunde/Dienstanbieter-Beziehung zwischen den involvierten `Business Roles` angesehen werden. Daraus resultiert, daß jedem TINA `Reference Point` eine korrespondierende CSM-Schnittstelle zugeordnet werden kann. Die Möglichkeit der Strukturierung der TINA `Reference Points` mittels Segmenten impliziert, CSM-Schnittstellen als ein Segment eines TINA `Reference Point` zu modellieren. Die CSM-Domänen können den `Business admin. Domains` zugeordnet werden. Die `Business Roles` sind auf einer höheren Abstraktionsebene anzusiedeln als die identifizierten CSM-Rollen, da sie aus dem IT-Blickwinkel Kunde/Provider-Beziehungen modellieren. Das CSM-Organisationsmodell mit seinen Rollen beschreibt dagegen, wie für alle TINA `Reference Points` die jeweils involvierten `Business Roles` weiter verfeinert werden können, um den organisationsübergreifenden Kontext in Bezug auf CSM zu definieren.

Fazit: Das allgemeine Rahmenwerk und die initiale Menge von `Business Roles` und `Reference Points` des Business Modell ist eine aus dem Telekommunikationsumfeld heraus entstandene abstrakte Modellierung von Organisationsbeziehungen. Aufgrund der informellen Beschreibung des Business Modells in Englisch ist eine formale Abbildung des CSM-MetaModells auf korrespondierende TINA-Konzepte (in Analogie zum Enterprise Viewpoint des RM-ODP) allderdings nicht möglich.

Organisationsmodelle existierender Managementarchitekturen

Das im OSI-Management (siehe Abschnitt 3.1.2, [II 92]) definierte *Organisationsmodell* legt die Akteure dieser Managementarchitektur sowie ihr Rollenspiel fest. Die beiden definierten Rollen, Managerrolle und Agentenrolle, üben eine hierarchische bzw. asymmetrische Kooperationsform aus. OSI-Systeme können grundsätzlich beide Rollen einnehmen, auch eine dynamische Zuordnung ist gegeben.
Weiterhin sieht das OSI-Management ein umfangreiches und flexibles Domänenkonzept vor. Es

wird dabei zwischen Organisations- und Verwaltungsdomänen unterschieden.
Das im Internet-Management verwendete Organisationsmodell basiert ebenfalls auf der Manager-Agenten-Kooperationsform, es unterstützt jedoch keine Doppelrollen und keine Domänenbildung.

Die Manager-Agenten-Kooperationsform kann im CSM-Organisationsmodell an zwei Stellen unterschiedlichen Abstraktionsniveaus wiedergefunden werden:

Aus einer sehr abstrakten Sichtweise kann die hierarchischen Kooperationsform des OSI-/Internet-Organisationsmodells dazu genutzt werden, die CSM-Schnittstelle in die Managementbeziehung zwischen Kunde und Anbieter einzuordnen: Das Dienstmanagement des Anbieters (in Agentenrolle) stellt eine CSM-Schnittstelle (in Managerrolle) ausführbare Managementoperationen und abrufbare Managementinformationen bereit. Darauf aufsetzend realisiert die CSM-Schnittstelle eine logische, kundenorientierte Sichtweise auf das Dienstmanagement des Anbieters, d.h. es stellt in Agentenrolle CSM-Funktionen und -Informationen den Kunden der in Managerrolle bereit. Die CSM-Schnittstelle tritt somit in einer Doppelrolle auf und kann als Gateway/Proxy zwischen dem Dienstmanagement des Kunden und dem Dienstmanagement des Anbieters aufgefaßt werden, um dienst- und kundenspezifische Managementoperationen abzusetzen oder Managementinformationen abzufragen.

Andererseits können die Kooperationsbeziehungen der Rollen des CSM-Organisationsmodells über die verschiedenen Referenzpunkte mit der Manager-Agenten-Kooperationsform modelliert werden: Für einen unidirektionalen Informationsfluß treten die Rollen in eine Manager-Agenten-Beziehung, für bidirektionale Informationsflüsse tritt jede Rolle sowohl als Manager als auch als Agent auf.

Fazit: Es existieren verschiedene Möglichkeiten, die identifizierten CSM-Rollen und deren Beziehungen auf die einfache Manager-Agenten-Kooperationsform abzubilden. Die CSM-Schnittstelle als Gateway/Proxy anzusehen, das zwischen dem Dienstmanagement von Kunde und Anbieter (jeweils in Agenten- bzw. Managerrolle) vermittelt, ist aufgrund der Heterogenität der Managementwerkzeuge für eine Implementierung nicht sinnvoll.
Diese Kooperationsform kann jedoch zur Spezifikation der Referenzpunkte der einzelnen Rollen untereinander herangezogen werden. D.h. jede unidirektionale Beziehung zwischen zwei CSM-Rollen über einen Referenzpunkt wird auf eine Manager/Agenten Kooperationsform abgebildet. Damit treten die Managementwerkzeuge des Dienstanbieters jeweils als eigenständige Agenten und die CSM-Schnittstelle gegenüber diesen Agenten als Manager auf. Zum Kunden hin tritt die CSM-Schnittstelle als ein Agent auf, der von beliebigen Kundenwerkzeugen in Managerrolle genutzt werden kann. Diese Diskussion auf Basis einer hierarchischen Kooperationsform kann analog auch für Organisationsmodelle mit einer symmetrischen Kooperationsform (Client/Server) geführt werden.

TMF Telecom Operation Map

Das TeleManagement Forum stellt Dienstanbietern aus dem Umfeld der Telekommunikation mit der Telecom Operation Map (siehe 3.2.2, [TMF TOM 99]) ein allgemeines Prozeßmodell

zum Betrieb von Kommunikationsdiensten zur Verfügung.

Das Prozeßmodell basiert auf dem Element-Management von Netztechnologien und setzt darauf seine Prozesse auf. Diese Prozesse können sowohl vertikal als auch horizontal gruppiert werden: Die vertikale Gruppierung trennt die Prozesse in die Bereiche Service Fulfillment (Bereitstellung der Dienste, die ein Kunde bestellt hat), Service Assurance (Betrieb der Dienste) und Billing (Abrechnung der Dienstnutzung). Die horizontale Gruppierung orientiert sich an der TMN-Managementpyramide und gibt folgende Ebenen vor: Network and Systems Management Processes zum Management der Netzinfrastruktur, Service Development and Operations Processes zum Management der Dienstinfrastruktur und Customer Care Processes für das Management der Beziehungen zum Kunden.

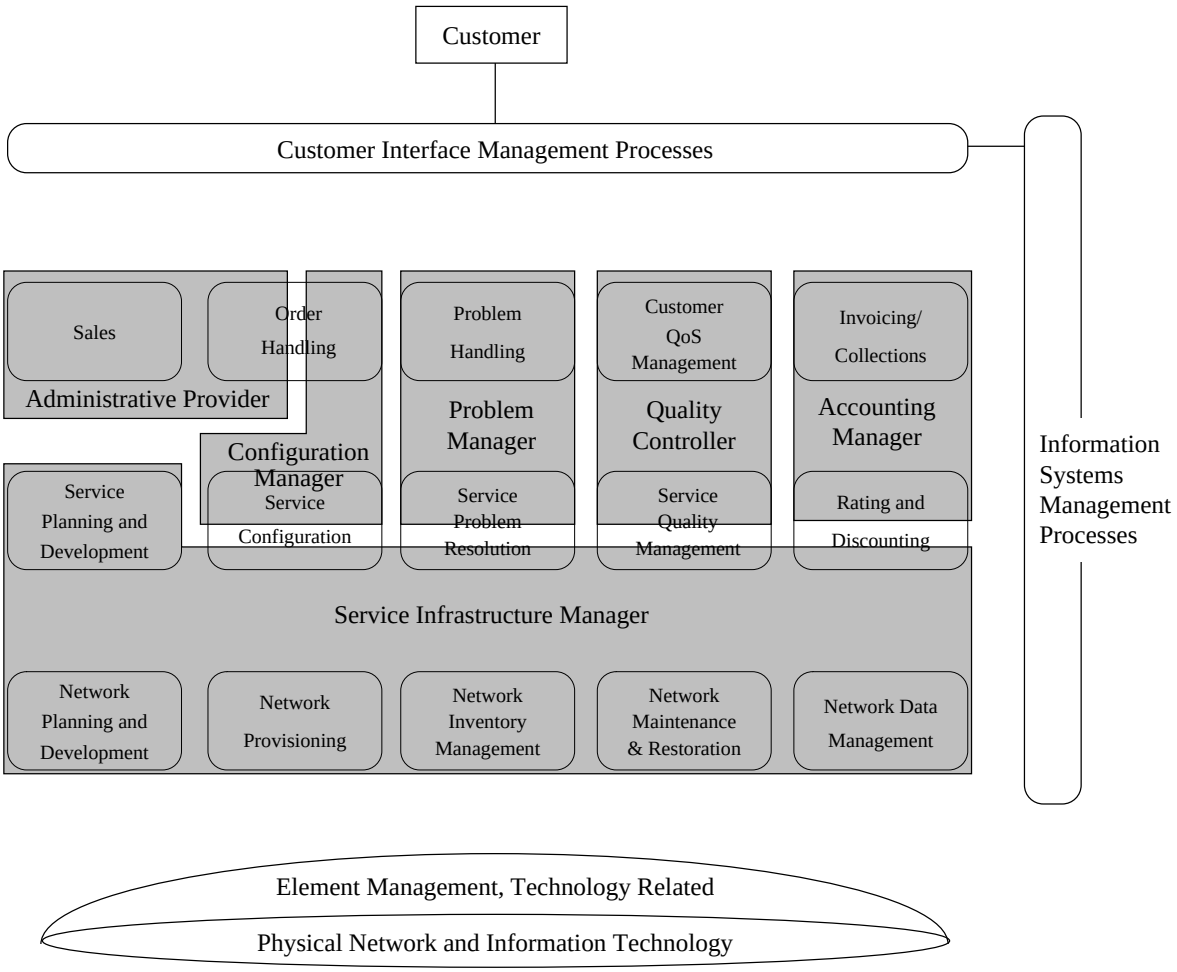

Abbildung 4.17: Einordnung der Rollen des Organisationsmodells in TOM

In Abbildung 4.17 wird der Zusammenhang des CSM-Organisationsmodells und der Telecom Operation Map visualisiert. Die Prozesse der Telecom Operation Map können jeweils den Rollen

des Organisationsmodells zugeordnet werden: Der Administrative Provider ist für die Prozesse des Vertriebs (Sales) und diejenigen Prozesse des Order Handling verantwortlich, die sich mit der Bestellungsannahme beschäftigen. Die Bestellungsbearbeitung des Order Handling wird zusammen mit dem Service Configuration vom Configuration Manager übernommen. Die Prozesse des Problem Handling und der Service Problem Resolution werden dem Problem Manager zugeordnet. Der Quality Controller ist für die Prozesse Customer QoS Management und Service Quality Management verantwortlich. Die Prozesse Invoicing/Collection und Rating/Discounting werden vom Accounting Manager übernommen. Schließlich ist der Service Infrastructure Manager für die kompletten Network and Systems Management Processes verantwortlich. Die Rolle des Service Infrastructure Managers des Organisationsmodells geht aber über das reine Netz- und Systemmanagement hinaus, da nicht nur Kommunikationsdienste sondern auch Anwendungsdienste betrachtet werden. Der Service Infrastructure Manager deckt neben den Service Development and Operation Prozessen auch Teile des Service Configuration, Service Problem Resolution, Service Quality Management und Rating und Discounting ab, da er auch für die Realisierung des Dienstes basierend auf logischen und physischen Komponenten und Subdiensten, d.h. die Abbildung des Dienstes auf Komponenten, verantwortlich ist.

Fazit: Diese Diskussion hat gezeigt, daß die von der Telecom Operation Map identifizierten Prozesse den Rollen des CSM-Organisationsmodells eindeutig zugeordnet werden können. Die TOM-Prozesse können somit als mögliche Realisierung der den Rollen des CSM-Organisationsmodells zugeordneten Aufgaben und Funktionen angesehen werden. Die Abbildung der Prozesse auf die identifizierten Rollen stellt somit den ersten Teil des Tragfähigkeitsnachweis bzgl. des CSM-Organisationsmodells dar, der in Kapitel 6 anhand von konkreten Szenarien und realen Implementierungen des Dienstmanagements weitergeführt wird.

CCTA IT Infrastructure Library

Die Central Computer and Telecommunication Agency (CCTA) versucht mit ihrer IT Infrastructure Library (ITIL) (siehe Abschnitt 3.2.1) eine prozeßorientierte Strukturierung von Betreiberorganisationen von IT- und TK-Diensten.

Alle in Abbildung 3.5 dargestellten Service Management Functions können den Rollen des CSM-Organisationsmodells zugeordnet werden: Die Sales- und Marketing-Aspekte der Customer Liaison können dem Administrative Provider zugeordnet werden. Das Account Management der Customer Liaison wird zusammen mit dem Cost Management vom Accounting Manager übernommen. Der Problem Manager ist für die Funktionen Help Desk und Problem Management verantwortlich. Configuration Management und Change Management werden dem Configuration Manager zugeordnet. Der Quality Controller ist für das Service Level Management zuständig und schließlich deckt der Service Infrastructure Manager die restlichen, die Infrastruktur betreffenden, Funktionen ab: Contingency Planing, Availability Management, Capacity Management, Network Services Management, Computer Operations Management und Software Control & Distribution.

Fazit: Ebenso wie die Telecom Operation Map kann die IT Infrastructure Library als weitere mögliche Realisierung und Implementierung der den Rollen des CSM-Organisationsmodells zugeordneten Aufgaben angesehen werden. In Analogie zur TOM stellt die eindeutige Zuordnung der definierten Service Management Functions zu den identifizierten Rollen den ersten Teil des Tragfähigkeitsnachweis bzgl. des CSM-Organisationsmodells dar.

4.3.6 Zusammenfassung

Das *Organisationsmodell* der *Customer Service Management Architektur* definiert den organisationsübergreifenden Kontext, in dem CSM den Austausch von Managementinformationen und -funktionen zwischen Kunde und Dienstanbieter bereitstellt, näher. Die bereitgestellten Rollen, Domänen und Referenzpunkte beschreiben die involvierten Akteure, ihre Gruppenzugehörigkeiten und ihre Kooperationsbeziehungen untereinander.

Dem Kunden, repräsentiert von der Rolle CSM-User, steht am Referenzpunkt CSM-RP eine logische, kundenorientierte Sichtweise auf das Dienstmanagement des Anbieters bereit. Das Dienstmanagement des Anbieters wird durch die Rollen Administrative Provider, Configuration Manager, Problem Manager, Accounting Manager, Quality Controller und Service Infrastructure Manager beschrieben. Diese Rollen stellen dem Operative CSM-Provider den Zugriff auf Managementinformationen und Managementfunktionen zur Verfügung, damit dieser zusammen mit dienstspezifischen und CSM-spezifischen Verwaltungsinformationen CSM-Funktionalität am CSM-RP bereitstellen kann.

Das Organisationsmodell ermöglicht eine Einordnung von CSM in die Managementbeziehung zwischen Kunde und Anbieter. Die Rolle auf Kundenseite beschreibt die Nutzung von CSM durch den Kunden, die Rollen auf Dienstanbieterseite repräsentieren die Aufgaben und Funktionen des Dienstmanagements, die zur Bereitstellung von CSM notwendig sind. Auf Basis der identifizierten Rollen ist eine eindeutige Abgrenzung von CSM-spezifischen Funktionen einerseits, der Nutzung von CSM durch den Kunden andererseits und schließlich von Managementfunktionen auf Seiten des Dienstmanagements des Anbieters gegeben.

Die identifizierten Rollen, Domänen, Policies und Referenzpunkte werden mit einer auf UML basierenden Notation eindeutig definiert und formalisiert. Die Spezifikation des Organisationsmodells erfolgt durch die Instantiierung des eingeführten Metamodells für die identifizierten Rollen, Domänen und Referenzpunkte.

Abschließend erfolgt eine Einordnung und Abgrenzung des CSM-Organisationsmodells im Hinblick auf existierenden Arbeiten. Dies zeigt einerseits, daß der Enterprise Viewpoint von RM-ODP prinzipiell als Modell des CSM-Organisationsmodell angesehen werden kann und andererseits, daß die Konzepte des Organisationsmodells auch auf die Organisationsmodelle existierender Managementarchitekturen abgebildet werden können. Beide Aspekte gewährleisten das geforderte Abstraktionsniveau der CSM-Architektur in Bezug auf das Organisationsmodell. Abschließend erfolgt ein erster Teil des Tragfähigkeitsnachweises bzgl. des Organisationsmodells, d.h. es wird aufgezeigt, wie die identifizierten Rollen auf existierende Arbeiten bzgl. der Modellierung des Dienstmanagements abgebildet und somit realisiert werden können.

4.4 Kommunikationsmodell

Zur Motivation und als Grundlage zur Identifikation von Anforderungen an das Kommunikationsmodell der CSM-Architektur sollen im folgenden existierende Ansätze zur Beschreibung von Kommunikationsvorgängen im allgemeinen und im Managementumfeld im speziellen untersucht werden:

Das Kommunikationsmodell von Managementarchitekturen beschreibt die zur Kommunikation von Managementsystemen notwendigen Verbindungen, die mittels eines Kommunikationsprotokolls realisiert werden. Über diese Verbindungen können die kommunizierenden Systeme Steuerinformation austauschen, Statusabfragen durchführen oder asynchrone Ereignismeldungen absetzen.

In ähnlicher Weise, aber auf einem höheren Abstraktionsniveau, beschäftigt sich der Engineering Viewpoint des RM-ODP mit Konzepten, die für eine verteilte Anwendung erforderlich sind, um den im Computational Viewpoint spezifizierten verteilten Objekten eine Kommunikationsmöglichkeit und Abbildung auf existierende Systeme anbieten zu können. Ein wesentlicher Punkt ist dabei die Unterstützung von Orts- und Verteilungstransparenz.

Im Umfeld von Telekommunikationsdiensten definiert TINA die *Distributed Processing Environment* (DPE). DPE wird im Engineering Viewpoint der Computing Architecture eingeführt und verfolgt das Ziel, einerseits eine einheitliche Sichtweise auf die verschiedenen Übertragungskomponenten und Protokolle der Kommunikationsinfrastruktur bereitzustellen und verschattet andererseits den verteilten Charakter dieser Infrastruktur. Sie bietet den TINA Anwendungen eine abstrakte und transparente Nutzung von darunterliegenden Kommunikationsmechanismen. Die Engineering Viewpoints von RM-ODP bzw. TINA können als Modelle der Kommunikationsmechanismen existierender Managementarchitekturen angesehen werden.

In Analogie zu den Zielen dieser drei Ansätze soll das CSM-Kommunikationsmodell die Anforderungen an die Kommunikationsmechanismen zwischen den Rollen des CSM-Organisationsmodells spezifizieren. Dabei handelt es sich im wesentlichen um Anforderungen an die Dienste (innerhalb des CSM-Kommunikationsmodells wird ein Dienst einer Kommunikationsinfrastruktur nicht als Dienst im Sinne der Begriffsdefinition auf Abschnitt 2.2 verstanden, sondern in Anlehnung an das Verständnis eines *Dienstes* im Sinne eines CORBA Service) der eingesetzten Kommunikationsinfrastruktur, d.h. beispielsweise, welche Sicherheitsanforderungen werden an die Kommunikation zwischen zwei Rollen gestellt, wird eine Transaktionsunterstützung gefordert, oder müssen neben synchronen auch asynchrone Meldungen ausgetauscht werden können. Das CSM-Kommunikationsmodell soll dabei auf einem Abstraktionsniveau formuliert werden, das von konkreten Managementprotokollen abstrahiert. Würde sich das CSM-Kommunikationsmodell beispielsweise ausschließlich auf SNMP abstützen, wäre eine Integration von Werkzeugen wie ARS oder InfoVista nicht möglich, da diese Werkzeuge dieses spezielle Managementprotokoll nicht unterstützen (siehe ISP-Szenario in Abschnitt 2.1). Das CSM-Kommunikationsmodell soll aber auch nicht eine abstrakte Kommunikationsinfrastruktur beschreiben, da dies bereits von den Engineering Viewpoints von TINA bzw. RM-ODP detailliert abgedeckt wird. Die Aufgabe des CSM-Kommunikationsmodells soll es ausschließlich sein, für

jeden Referenzpunkt des CSM-Organisationsmodells die benötigen Anforderungen an die Kommunikationsinfrastruktur zwischen den jeweils beteiligten Rollen zu spezifizieren.

Daher besteht die Idee bei der Konzeption des CSM-Kommunikationsmodells darin (siehe Abbildung 4.18), jeden Referenzpunkt auf Basis der CORBA Services einerseits und den Charakteristika existierender Managementprotokolle andererseits dahingehend zu analysieren, welche Dienste für die Kommunikation der beteiligten Rollen notwendig sind und wie die Dienste auf das spezifische Umfeld innerhalb der CSM-Architektur angepaßt werden müssen.

Die CORBA Services umfassen grundlegende Dienste, deren allgemeine Basisfunktionalität die Kommunikation und Implementierung von Objekten in verteilten Systemen unterstützt. Damit eignen die CORBA Services sich sehr gut, um als Ausgangspunkt zur Identifikation der Anforderungen an die Kommunikationsdienste an den jeweiligen Referenzpunkten herangezogen zu werden. Da es sich bei den CORBA Services um allgemeine, für beliebige verteilte Systeme anwendbare Schnittstellenspezifikationen handelt, werden im Zuge der Konzeption des CSM-Kommunikationsmodells auch die Charakteristika existierender Managementprotokolle berücksichtigt. Speziell die Aufrufsemantiken und die asynchronen Benachrichtigungsmechanismen von CMIP seien an dieser Stelle als Beispiele erwähnt.

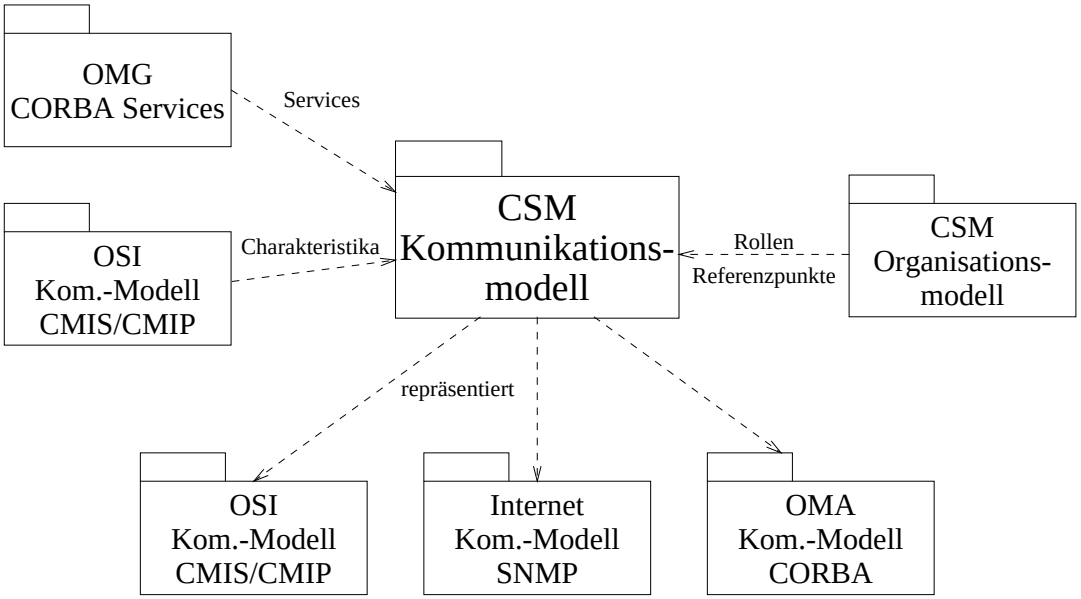

Abbildung 4.18: Gewinnung des CSM-Kommunikationsmodells

Durch geeignete Gruppierung von Referenzpunkten mit gleichen Anforderungscharakteristika bezüglich der benötigten Dienste werden schließlich architekturspezifische, abstrakte Kommunikationsinfrastrukturen als Basis für die Kommunikation der identifizierten Rollen des CSM-Organisationsmodells eingeführt. Diese Infrastrukturen beschreiben jedoch kein Managementprotokoll oder eine Middleware, sondern stellen nur Anforderungen an ein einzusetzendes Protokoll oder eine zu verwendende Middleware dar. Durch diese abstrakte Spezifikation der identifizierten Kommunikationsdienste wird das CSM-Kommunikationsmodell auf einem Abstrakti-

onsniveau etabliert, das von existierenden Managementprotokollen (SNMP,CMIP) und Middlewareimplementierungen (CORBA) abstrahiert.

4.4.1 Analyse der Referenzpunkte

Aufsetzend auf den CORBA Services einerseits und den Charakteristika von existierenden Managementprotokollen andererseits soll in diesem Abschnitt analysiert werden, welche Dienste von einer Kommunikationsinfrastruktur für die Implementierung der Kommunikation zweier Rollen über die jeweiligen Referenzpunkte angeboten werden müssen.

Bevor zwei Rollen miteinander über einen Referenzpunkt kommunizieren können, müssen sie sich gegenseitig finden. Für diese Anforderung wird ein sogenannter *Naming & Directory Service* (N&D, siehe Abbildung 4.19) eingeführt. Jede Rolle meldet die von ihr angebotenen Schnittstellen bei einem Naming & Directory Service an. Somit wird der Naming & Directory Service an allen Referenzpunkten benötigt.

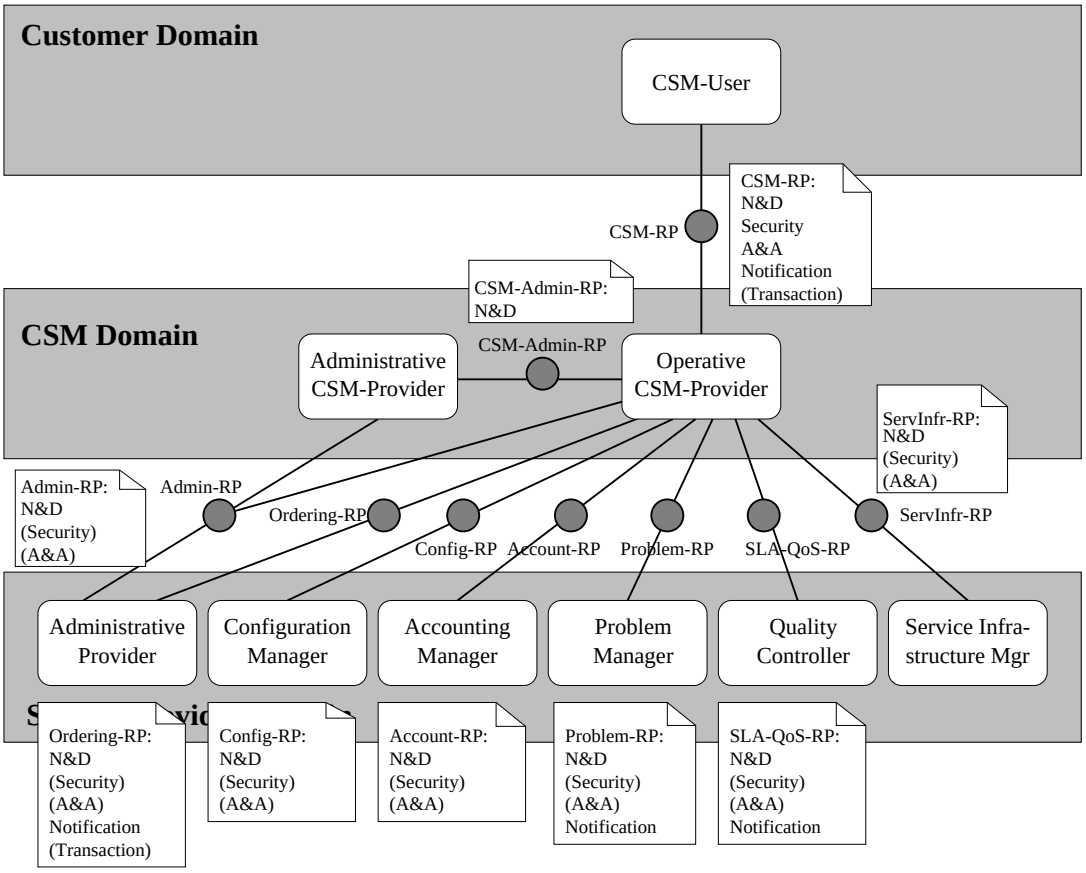

Abbildung 4.19: An den Referenzpunkten benötigte Services

An verschiedenen Referenzpunkten sollen Informationen nur über eine gesicherte Verbindung übertragen werden. Speziell an der Domänengrenze zwischen der Kunden Domäne (Customer Domain) und der CSM Domain, d.h. am Referenzpunkt CSM-RP, muß sichergestellt werden, daß

alle angebotenen Informationen vor Mitlesen oder Modifikation geschützt werden. Innerhalb der CSM Domain, d.h. am Referenzpunkt CSM-Admin-RP, ist von einer gesicherten Übertragung abzusehen, falls es sich um ein vertrauenswürdiges Intranet handelt. Falls die CSM Domain und die Service Provider Domain ebenfalls innerhalb eines Intranets realisiert werden, kann evtl. auch dort auf eine eigens gesicherte Übertragung verzichtet werden. Werden den beiden Domänen aber unterschiedliche Organisationen zugeordnet, die über öffentliche Netze miteinander verbunden sind, muß an allen Referenzpunkten für eine gesicherte Übertragung gesorgt werden. Für eine gesicherte Kommunikation zwischen zwei Rollen über einen Referenzpunkt wird ein sogenannter *Security Service* eingeführt.

Jede Rolle muß sich gegenüber der kommunizierenden Rolle authentifizieren. Anschließend steht der validierten Rolle eine fest definierte Funktionalität zur Verfügung. Dabei muß sichergestellt werden, daß eine Rolle ausschließlich die für sie bestimmte Funktionalität nutzen kann (Access Control). Für beide Aufgaben wird der sogenannte *Authentification & Authorization Service* eingeführt. Speziell am Referenzpunkt CSM-RP muß sichergestellt werden, daß die CSM-User ihre Identität gegenüber dem Operative CSM-Provider nachweisen. Für alle CSM-User eines Kunden steht am CSM-RP eine fest vorgegebene Funktionalität bereit. Falls die CSM Domain und die Service Provider Domain innerhalb eines vertrauenswürdigen Intranets realisiert werden, kann in Analogie zum Security Service auf eine Authentifizierung an den Referenzpunkten zwischen diesen beiden Domänen verzichtet werden. Analog ist innerhalb der CSM Domain keine Authentifizierung vorgesehen.
Eine Autorisierung der Rollen der CSM Domain (Operative CSM-Provider und Administrative CSM-Provider) gegenüber den Rollen der Service Provider Domain ist nicht vorgesehen. Dies liegt darin begründet, daß von den Rollen der Service Provider Domain ausschließlich diejenige Funktionalität bereitgestellt wird, die für die Realisierung von CSM-Schnittstellen durch die beiden Rollen der CSM Domain notwendig ist. Eine zusätzliche, feingranularere Zugriffsbeschränkung ist somit nicht notwendig.

Unvorhersehbare Ereignisse, wie zum Beispiel Störungen der Dienstnutzung oder Verletzungen der Dienstgüte, machen es notwendig, daß Kunden über diese aktuellen Vorkommnisse benachrichtigt werden. Dazu wird der sogenannte *Notification Service* eingeführt. Der Notification Service wird an den Referenzpunkten Ordering-RP, Problem-RP, SLA-QoS-RP und CSM-RP benötigt, um Kunden, d.h. CSM-User, über die Bereitstellung von Diensten, Konfigurationsänderungen, neue Störungs- oder Wartungsmeldungen oder QoS-Verletzungen informieren zu können.

Weiterhin muß für die Managementoperationen, die vom Kunden ausgelöst werden, eine Aufrufsemantik festgelegt werden. Beispielsweise ist für einen vollständigen, eindeutigen und konsistenten Änderungswunsch bezüglich eines Dienstes eine “exactly once” Semantik notwendig. Ebenso ist für die Bestellung von Diensten eine einmalige und konsistente Bearbeitung wünschenswert. Zur Spezifikation der Aufrufsemantik wird für die Referenzpunkte Ordering-RP und CSM-RP der sogenannte Transaction Service eingeführt.

Weitere Services sind aus dem bisherigen Blickwinkel für das CSM-Kommunikationsmodell nicht relevant. Für spezielle Implementierungen von CSM-Schnittstellen auf Basis der CSM-

Architektur kann es jedoch möglich sein, weitere Dienste heranzuziehen. Beispielsweise eignet sich der Persistence State Service, um die Implementierung der Schnittstellen der Referenzpunkte als persistente Objekte auf Basis von CORBA zu realisieren.

4.4.2 Services

Im vorigen Abschnitt wurden fünf Services identifiziert, die für das CSM-Kommunikationsmodell relevant sind. Im folgenden sollen diese Services detailliert spezifiziert werden.

Security Service: Der *Security Service* hat die Aufgabe, die Kommunikation zwischen zwei Rollen des CSM-Organisationsmodells über eine gesicherte, logische Verbindung zu realisieren. In Abbildung 4.20 ist beispielsweise eine gesicherte, logische Verbindung zwischen einem CSM-User und dem Operative CSM-Provider auf Basis einer abstrakten Kommunikationsinfrastruktur, die den Security Service unterstützt, dargestellt. Die gesicherte Verbindung muß gewährleisten, daß Bedrohungen (siehe Abschnitt 2.3.1) wie Modifikation, Mitlesen, Verzögern und Vervielfältigen verhindert bzw. erkannt werden.

Der Security Service basiert auf Konzepten des CORBA Security Service

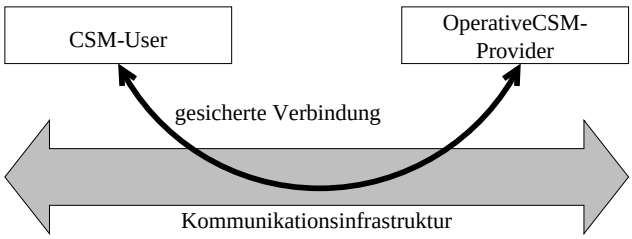

Abbildung 4.20: Security Service

[OMG 00-06-25]. Allerdings berücksichtigt der Security Service des CSM-Kommunikationsmodells nur die Aspekte der gesicherten Kommunikation von Objekten. Authentifizierung und Durchsetzung von Zugriffsrechten werden im CSM-Kommunikationsmodell nicht vom Security Service, sondern vom Authentification & Authorization Service durchgeführt. Alle weiteren Aspekte des CORBA Security Service (z.B. Auditing, Administration, Interoperability, ...) werden vom CSM-Kommunikationsmodell nicht betrachtet.

Das Abstraktionsniveau des CSM-Kommunikationsmodells verbietet es, die Realisierung einer gesicherten Verbindung mittels konkreter Produkte oder Technologien vorzuschreiben. In Kapitel 5 werden einige Realisierungsmöglichkeiten diskutiert.

Naming & Directory Service: Der *Naming & Directory Service* soll allgemein dazu herangezogen werden, Referenzen für Schnittstellen bzgl. aller Referenzpunkte des CSM-Organisationmodells bereitzustellen. Damit kann eine Rolle feststellen, welche Schnittstellen ihr an einem Referenzpunkt zur Verfügung stehen. Insbesondere für einen CSM-User er-

laubt der Naming & Directory Service, die ihm an der CSM-Schnittstelle zur Verfügung stehende Funktionalität abzufragen. Für jeden Funktionsbereich des CSM-Funktionsmodells sind dort ein oder mehrere Einträge mit Referenzen zu den korrespondierenden Schnittstellen eingetragen.
In Abbildung 4.21 ist beispielsweise dargestellt, wie mittels eines `find` Befehls des Naming & Directory Service ein CSM-User für das Problem Management am Referenzpunkt CSM-RP eine Referenz auf die Schnittstelle `CSMTR` (siehe Abschnitt 4.5.3) erhält, um anschließend einen Trouble Report zu erstellen.
Für die Einträge bzgl. des CSM-RP im Naming & Directory Service ist der Administrati-

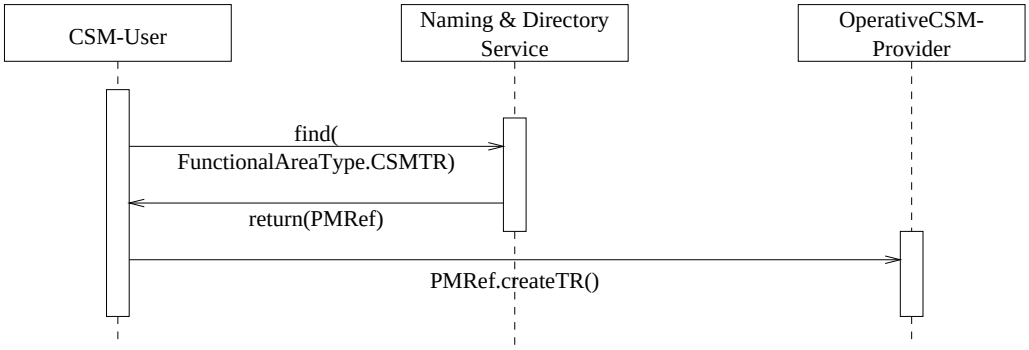

Abbildung 4.21: Naming & Directory Service

ve CSM-Provider verantwortlich (siehe Authentification & Authorization Service), für die Einträge bzgl. aller anderen Referenzpunkte sind die jeweils beteiligten Rollen selbst zuständig. Das Konzept des Naming & Directory Service basiert im wesentlichen auf dem CORBA Naming Service [OMG 97-02-08]. Der CORBA Naming Service ist Bestandteil vieler ORB-Implementierungen und kann damit als mögliche Realisierungsalternative herangezogen werden.
Der Naming & Directory Service dient nicht dazu, Zugriffsrechte eines CSM-Users auf CSM-Funktionen durchzusetzen, sondern ausschließlich dazu, Referenzen zum Aufruf der Funktionalität aufzulösen. Zugriffsrechte und deren Durchsetzung werden im Zuge des Authentification & Authorization Service vorgestellt.

Authentification & Authorization Service: Um die in Abschnitt 2.3.3 geforderte Mandantenfähigkeit zu gewährleisten, muß sichergestellt werden, daß jeder Kunde seine Identität gegenüber der CSM-Schnittstelle nachweist (Authentifizierung) und nur die für ihn vorgesehenen Daten zugänglich sind (Autorisierung). Im Kontext des CSM-Organisationsmodells bedeutet dies u.a., daß der CSM-User sich gegenüber dem Operative CSM-Provider authentifizieren muß. Dazu wird der *Authentification & Authorization Service* eingeführt. Er hat die Aufgabe, für sämtliche Kommunikationsbeziehungen zwischen dem CSM-User und dem Operative CSM-Provider die Identität der beiden Kommunikationspartner sicherzustellen und die vorgegebenen Zugriffsrechte durchzusetzen. Der Authentification & Authorization Service muß gewährleisten, daß ein Kunde sich nicht als ein anderer Kunde ausgeben

kann und somit die Mandantenfähigkeitsanforderung verletzt wird.

In Abbildung 4.22 ist die Funktionsweise des Authentification & Authorization Service

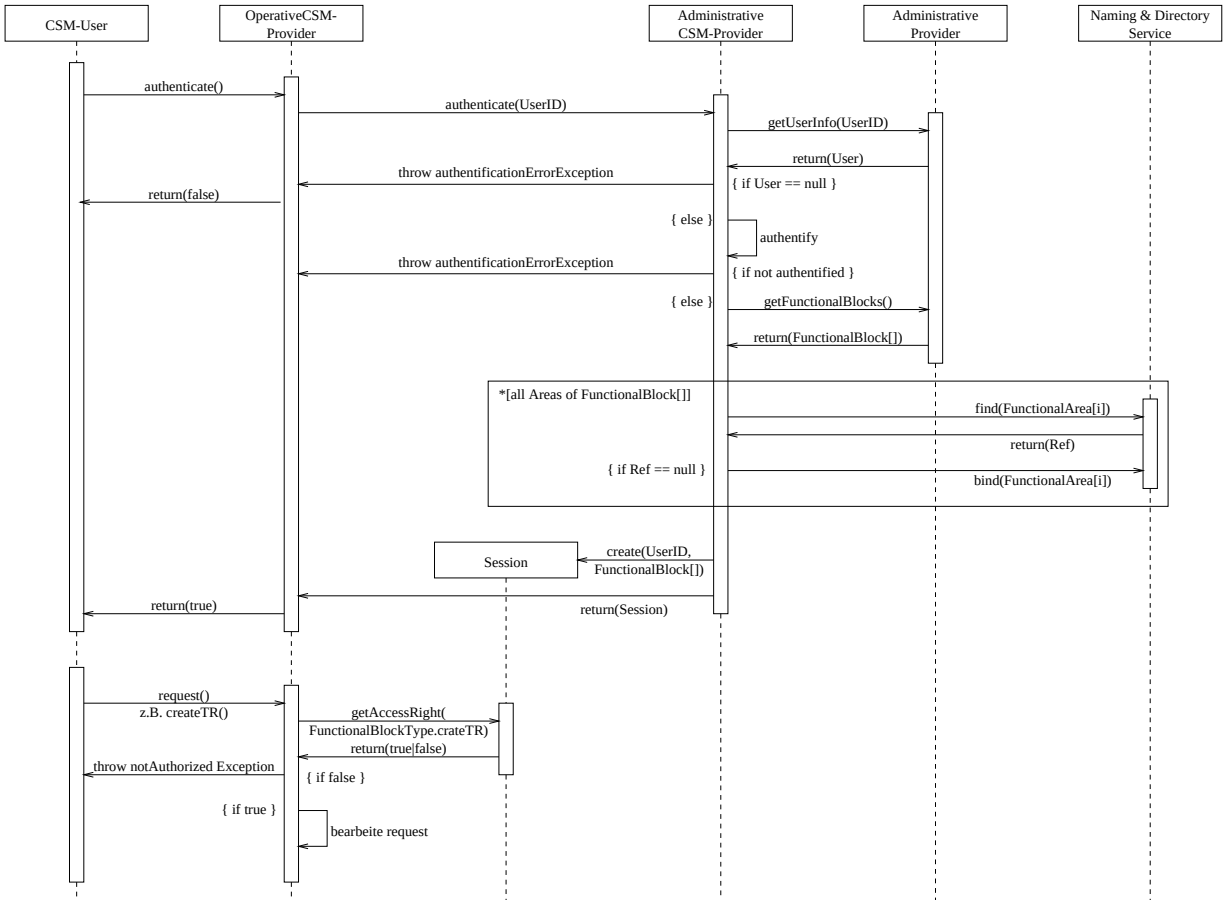

Abbildung 4.22: Authentification & Authorization Service

dargestellt. Bevor ein CSM-User die Funktionalität an der CSM-Schnittstelle nutzen kann, muß er sich gegenüber dem Operative CSM-Provider authentifizieren. Der Operative CSM-Provider reicht die Validierungsanfrage an den Administrative CSM-Provider weiter. Dieser holt sich vom Administrative Provider alle gespeicherten Daten zum aufrufenden CSM-User. Existiert die angegebene `UserID` nicht (`User == null`) wird eine `authentificationErrorException` ausgelöst. Andernfalls wird die Validierung durchgeführt (`authentify`). Schlägt auch diese Authentifikation fehl, wird ebenfalls eine `authentificationErrorException` ausgelöst. Andernfalls bestimmt der Administrative CSM-Provider die Zugriffsrechte des CSM-Users für dessen Funktionalität am Referenzpunkt CSM-RP (`getFunctionalBlocks()`, Funktionsblöcke und Funktionsbereiche werden detailliert in Abschnitt 4.5.8 beschrieben). Anschließend überprüft der Administrative Provider, ob die Referenzen für die für diesen CSM-User ermittelten Funktionsbereiche im Naming & Directory Service abgelegt sind (`find(FunctionalArea[i])`) und trägt sie gegebenenfalls ein (d.h. falls eine Anfrage beim Naming & Directory Service für

ein Funktionsbereich keine Referenz zurückliefert (`Ref == null`). Daraufhin generiert der Administrative CSM-Provider für diesen CSM-User eine eigene Sitzung (`Session`). Die Sitzung stellt ein Tupel aus CSM-User und dessen kundenspezifischen Berechtigungen dar und beschreibt die Zugriffsrechte für diesen CSM-User für die Dauer der Sitzung (siehe Abbildung 4.23). Auf Basis dieser Sitzung ermittelt der Operative CSM-Provider für jede eingehende Anfrage (z.B. createTR), inwieweit der CSM-User zur Ausführung dieser Operation berechtigt ist. Falls der CSM-User nicht berechtigt ist, wird eine `notAuthorizedException` erzeugt, im anderen Falle wird die Anfrage bearbeitet.

Der Authentification & Authorization Service basiert konzeptionell auf dem CORBA

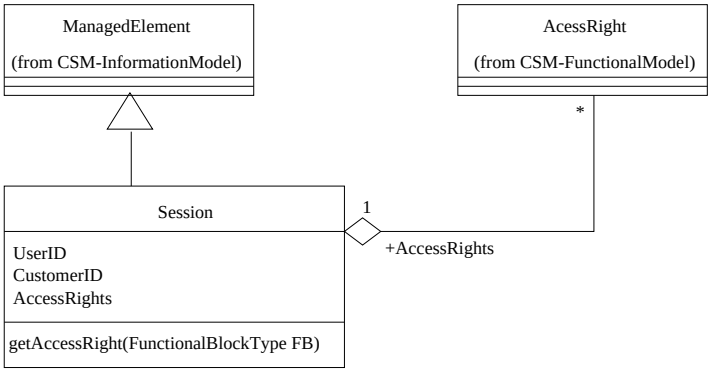

Abbildung 4.23: Modellierung einer Sitzung

Security Service [OMG 00-06-25]. Analog zum CORBA Security Service setzt er keine konkreten Produkte oder Technologien voraus, sondern beschreibt nur die zugrundeliegenden Konzepte[3]. Der Authentification & Authorization Service unterscheidet sich aber gegenüber dem CORBA Security Service aufgrund des niedrigeren Abstraktionsniveaus: Der CORBA Security Service spezifiziert ausschließlich Schnittstellen und gibt keine Vorgaben, wer die Schnittstellen implementieren soll. Der Authentification & Authorization Service legt dagegen konkret fest, welche Rollen des CSM-Organisationsmodells für die Implementierung der im Authentification & Authorization Service spezifizierten Schnittstellen verantwortlich ist[4]: Für die mit der Authentifizierung verbundenen Aufgaben und für die Verwaltung von Berechtigungen bzw. Zugriffsrechten ist der Administrative CSM-Provider verantwortlich. Der Operative CSM-Provider ist für die Durchsetzung der Zugriffsrechte zuständig. In Abbildung 4.24 ist die Ausprägung der Referenzpunkte für die Authentifizierung und Autorisierung dargestellt. Am Referenzpunkt CSM-RP kann sich

[3]Damit ist auch begründet, warum das CSM-Kommunikationsmodell keinen Authentifizierungsmechanismus wie z.B. Login/Paßwort, SmartCards oder einen Iris-Scan festlegt. Innerhalb der CSM-Architektur wird lediglich ein Mechanismus gefordert (`authentify` in Abbildung 4.22). Beispiele für anwendbare und geeignete Mechanismen werden in Abschnitt 5 diskutiert.

[4]Aufgrund dieses unterschiedlichen Abstraktionsniveaus resultiert die Entwurfsentscheidung, die Funktionalität des CORBA Security Service für das CSM-Kommunikationsmodell in zwei verschiedene Services, den Security und den Authentification & Authorization Service, aufzuteilen.

ein CSM-User gegenüber dem Operative CSM-Provider authentifizieren (`CSMAuthentification`). Der Operative CSM-Provider reicht die Validierungsanforderung über den Referenzpunkt CSM-Admin-RP (Schnittstelle `Authentification`) an den Administrative CSM-Provider weiter. Der Administrative CSM-Provider kann aufgrund der am Referenzpunkt Admin-RP vom Administrative Provider bereitgestellten Schnittstellen Informationen über Mitarbeiter (`CustomerInfo`) und Zugriffsrechte (`SLAInfo`) abfragen. Auf Basis dieser Daten kann der Administrative CSM-Provider eine Sitzung etablieren, die dem Operative CSM-Provider zur Durchsetzung der definierten Zugriffsrechte bereitgestellt wird. Die Zugriffsrechte und daraus resultierenden Konstanten werden im Funktionsmodell der CSM-Architektur definiert (siehe Abschnitt 4.5.8).

Im Zuge der Authentifikation von CSM-Usern muß noch ein Sonderfall betrachtet wer-

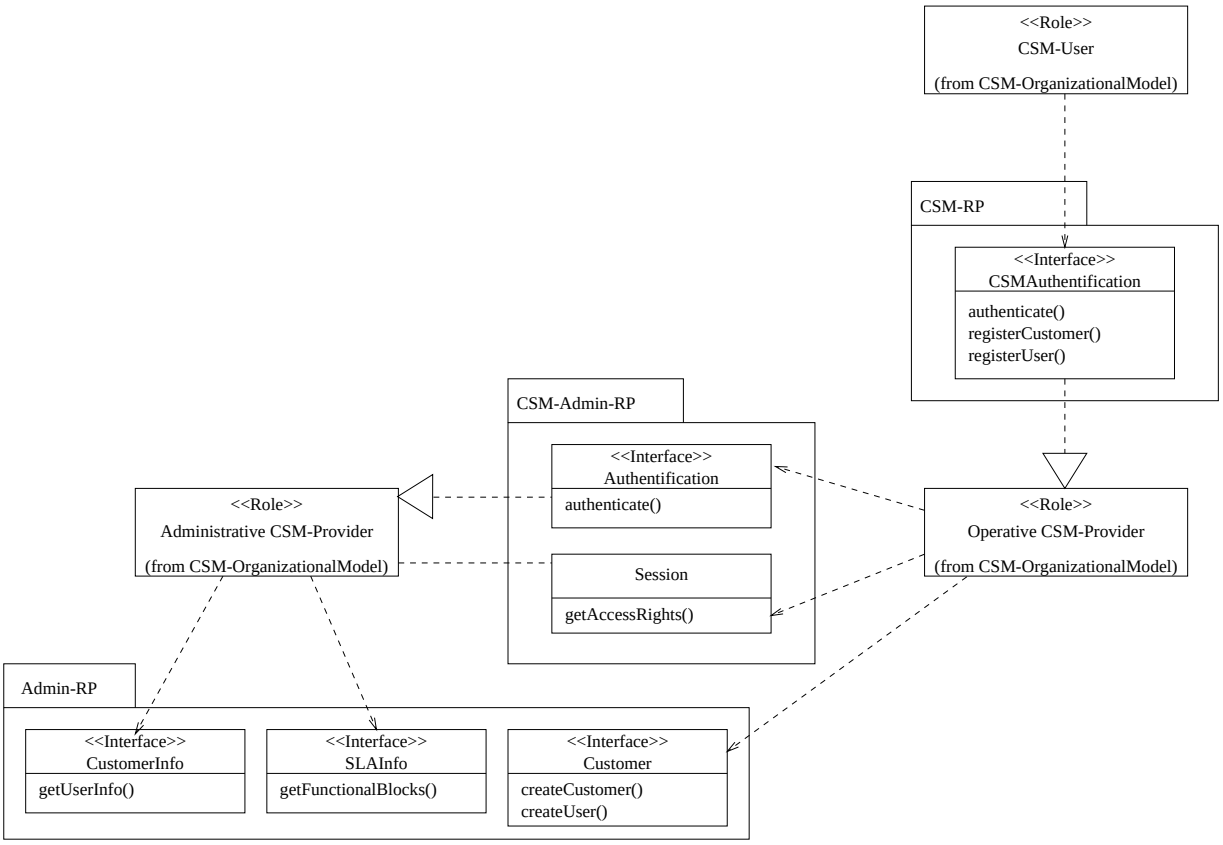

Abbildung 4.24: Ausprägung der Referenzpunkte für die Authentifikation und Autorisierung

den: Eine Organisation ist noch kein Kunde des Dienstanbieters, möchte aber einen Dienst des Anbieters abonnieren. Ein Mitarbeiter dieser Organisation kann sich aber bisher nicht gegenüber der CSM-Schnittstelle authentifizieren, da noch keine Objekte der Klassen `Customer` und `User` zu dieser Organisation existieren. Für diesen Fall wird vom Operative CSM-Provider die Methode `registerCustomer()` angeboten (siehe oberen Teil von Abbildung 4.25). Wird diese Operation mit den Parametern Name der Organisation, Adres-

se und Kontaktperson aufgerufen, generiert der Operative CSM-Provider auf Basis der eingebenen Parameter jeweils ein Objekt der Klassen `Customer` und `User` beim Administrative Provider. Als Ergebnis dieser Registrierung werden dem aufrufenden CSM-User die Referenzen auf die beiden Objekte zurückgeliefert. Der Administrative Provider stellt sicher, d.h. er paßt seine interne Konfiguration so an, daß für diesen potentiellen Kunden als Funktionen an der CSM-Schnittstelle (`getFunctionalBlocks`) die Authentifizierung eines CSM-Users und die Bestellung von Diensten zur Verfügung stehen.
Schließlich bietet der Authentification & Authorization Service noch die Möglichkeit an, weitere Mitarbeiter einer Kundenorganisation zu registrieren (`registerUser`, siehe unteren Teil von Abbildung 4.25).
Wie in Abbildung 4.24 dargestellt, werden die Operationen `createCustomer` und

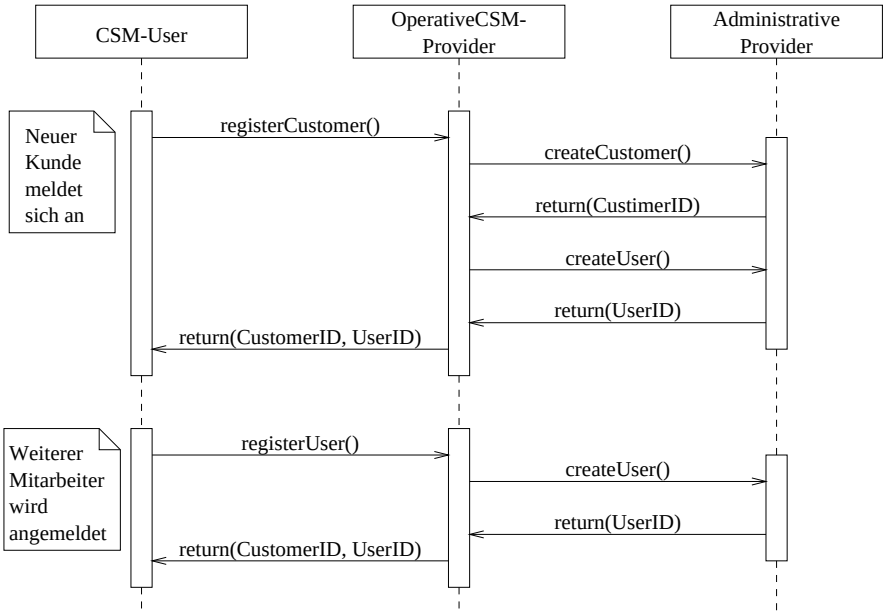

Abbildung 4.25: Workflow zur Registrierung von neuen Kunden

`createUser` an der Schnittstelle `Customer` vom Administrative Provider dem Operative CSM-Provider zur Verfügung gestellt, die Methoden `registerCustomer` und `registerUser` sind Teil der `CSMAuthentification` Schnittstelle.

Notification Service: Im Gegensatz zum CORBA Notification Service [OMG 00-06-20] beschreibt der Notification Service des CSM-Kommunikationsmodells nicht einen um Filter, QoS-Anforderungen, Repositories, usw. erweiterten CORBA Event Service [OMG 00-06-15], sondern einen synchronen bzw. asynchronen und protokollunabhängigen Benachrichtigungsmechanismus.
Der Notification Service stellt sicher, daß einem CSM-User wichtige Meldungen bzgl. des abonnierten Dienstes zugestellt werden. Die Zustellung erfolgt in Abhängigkeit davon, ob der CSM-User gerade an einer CSM-Sitzung (siehe oben) teilnimmt oder nicht. Während

einer Sitzung wird der CSM-User beispielsweise über ein akustisches Signal und/oder ein Popup-Fenster informiert, andernfalls wird ihm beispielsweise eine E-Mail zugeschickt. Wie in Abbildung 4.26 dargestellt, kann für jeden Funktionsbereich, d.h. für jede Schnittstelle, des CSM-Funktionsmodells (`FunctionalAreaType`, siehe Abschnitt 4.5.8) definiert werden (Methode `setNotificationPolicy`), welche `Notification Policy` bzgl. des Benachrichtigungsmechanismus herangezogen werden soll[5]. Als Notification Policies stehen eine ausschließlich synchrone Benachrichtigung (d.h. Benachrichtigung nur während einer Sitzung, `OnlySynchronously`), eine ausschließlich asynchrone Benachrichtigung (unabhängig von einer evtl. etablierten Sitzung wird ein asynchroner Kommunikationskanal wie z.B. E-Mail zur Benachrichtigung verwendet, `OnlyAsynchronously`) oder sowohl eine synchrone als auch asynchrone Benachrichtigung (`SynAndAsynchronously`) zur Auswahl.

Allgemein erfolgt die Benachrichtigung über ein wichtiges Ereignis bezüglich des abon-

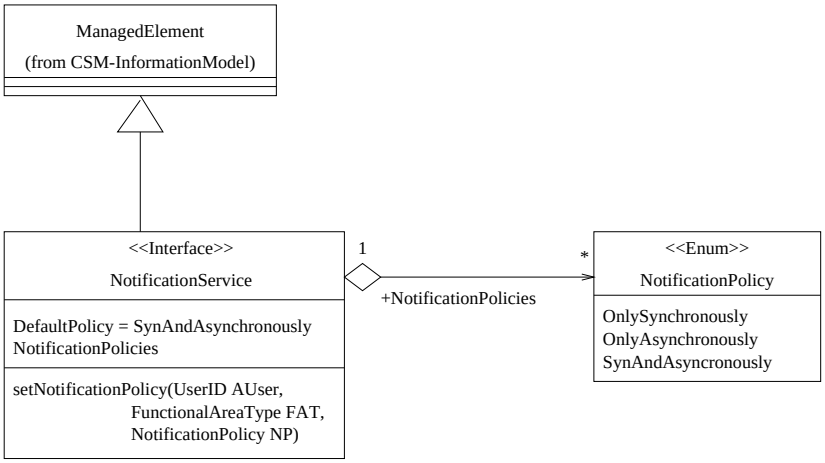

Abbildung 4.26: Notification Service

nierten Dienstes innerhalb der CSM-Architektur nach dem in Abbildung 4.27 dargestellten Schema: Entsprechend der an den jeweiligen Referenzpunkten benötigten Services (siehe Abbildung 4.19) werden ausschließlich von den Rollen Administrative Provider, Accounting Manager, Problem Manager und Quality Controller Notifikationen ausgelöst. Diese Notifikationen enthalten als Parameter eine Referenz auf diejenige Ressource, die die Ursache des gemeldeten Ereignisses darstellt (`notify(ManagedElementID)`). Wird beispielsweise vom Quality Controller eine Notifikation über eine QoS-Verletzung ausgelöst, enthält die Notifikation als Parameter eine Referenz auf den verursachenden QoS-Parameter. Diese Referenz erlaubt die eindeutige Zuordnung des Ereignisses zum betroffenen Dienst. Auf Basis des mit der Notifikation übergebenen Parameters kann somit der

[5]Die für eine Schnittstelle festgelegt `Notification Policy` gilt nur für die in der Schnittstelle existierenden Notifikationen, für alle anderen Operationen, die per Definition synchron ablaufen, spielt die festgelegte `Notification Policy` keine Rolle.

Operative CSM-Provider auch die betroffene Organisation (`determine OrgID`) ermitteln. Anschließend holt sich der Operative CSM-Provider vom Administrative Provider alle registrierten CSM-User des betroffenen Kunden (`getUsers(OrgID)`. Schließlich wird die Notifikation zu allen ermittelten CSM-Usern entsprechend ihrer im Notification Service jeweils für diese Notifikation vorgegebenen `Notification Policy` weitergeleitet.
Für sämtliche Notifikationen zwischen dem Administrative Provider, dem Accounting Manager, dem Problem Manager und dem Quality Controller einerseits und dem Operative CSM-Provider andererseits ist die Angabe einer `Notification Policy` nicht sinnvoll, da per Definition der Operative CSM-Provider mit allen Rollen der Service Provider Domain keine Sitzungsbeziehung (wie zwischen CSM-User und Operative CSM-Provider) unterhält, sondern jeweils eine dauerhafte Kommunikationsbeziehung etabliert ist. Somit wird für den Benachrichtigungsmechanismus zwischen der Service Provider Domain und der CSM Domain die `Notification Policy OnlySynchronously` vorgeschrieben.

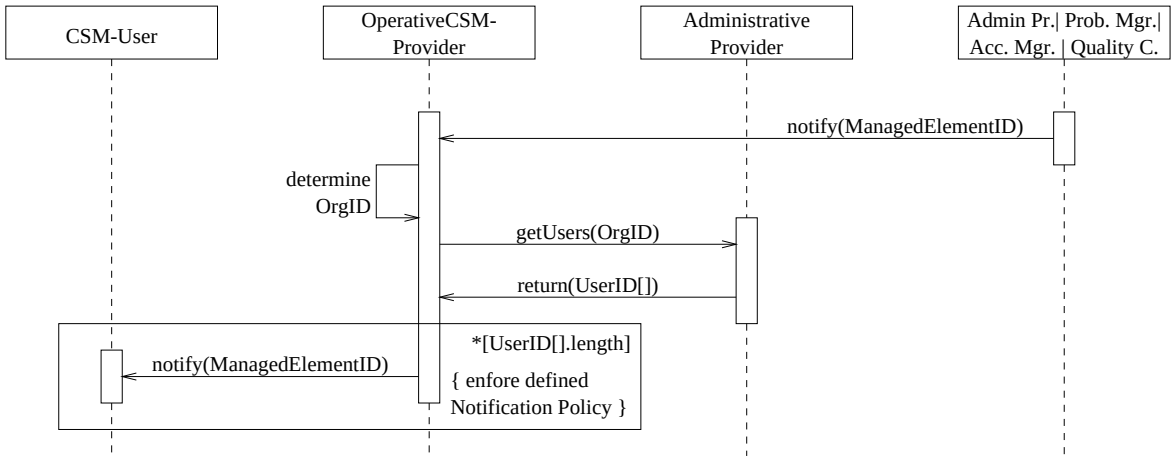

Abbildung 4.27: Workflow-Schema zur Benachrichtigung von CSM-Usern

Transaction Service: Das CSM-Kommunikationsmodell muß laut den Anforderungen in Abschnitt 2.3, speziell wegen des zuverlässigen Datentransfers, aber auch wegen der Mandantenfähigkeit, gewährleisten, daß Anfragen des Kunden mit unterschiedlicher Aufrufsemantik ausgeführt werden können. Speziell bei Konfigurationsänderungen oder beim Service Ordering kann eine “exactly once” Semantik notwendig sein. Für andere Anfragen, beispielweise der historischen Analyse von QoS-Verletzungen, ist eine “best effort” Semantik durchaus ausreichend.
Um diese Anforderungen zu berücksichtigen sieht das CSM-Kommunikationsmodell einen Transaction Service vor. Dieser Dienst definiert für sämtliche Kommunikationsbeziehungen, welche Aufrufsemantik von der zugrundeliegenden Kommunikationsinfrastruktur durchzusetzen ist. Wie in Abbildung 4.28 dargestellt, bietet der Transaction Service die Methode `setTransactionPolicy` an, um für eine Operation (`FunctionalBlockType`, siehe 4.5.8) festzulegen, welche `Transaction Policy` benutzt werden soll. In

Anlehnung an die im OSI-Management im Common Management Information Protocol [ISO 9596-1] vorgesehenen Aufrufsemantiken stehen als Transaction Policies eine “exactly once” Semantik (`Atomic`) und eine “best effort” Semantik (`BestEffort`) zur Verfügung.

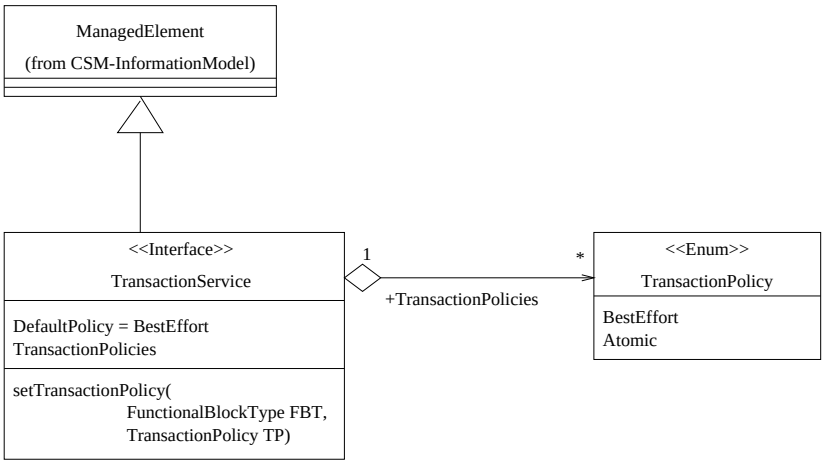

Abbildung 4.28: Transaction Service

4.4.3 Kommunikationsinfrastrukturen

Die Analyse der Dienstanforderungen der Referenzpunkte ergibt, daß zwei Gruppen von Referenzpunkten identifiziert werden können: Einerseits eine Gruppe, die ausschließlich den CSM-RP enthält und andererseits eine Gruppe, die die restlichen Referenzpunkte beinhaltet. Diese Gruppeneinteilung beruht im wesentlichen auf den unterschiedlichen Dienstanforderungen der Referenzpunkte. Am CSM-RP sind die Authentifikation, die Durchsetzung von Zugriffsrechten und eine gesicherte Datenübertragung die wesentlichen Voraussetzungen zur Gewährleistung der geforderten Mandantenfähigkeit. Diese Dienstanforderungen haben jedoch an den anderen Referenzpunkten nicht diesen großen Stellenwert, da dort enge 1:1 Beziehungen mit statischer Funktionalität, d.h. die Funktionalität wird fest an den Schnittstellen definiert und ist nicht dynamisch konfigurierbar, zwischen den Rollen vorherrschen.

Resultierend aus dieser Gruppenbildung definiert das CSM-Kommunikationsmodell zwei abstrakte Kommunikationsinfrastrukturen, `InterOrg-Middleware` und `IntraOrg-Middleware` (siehe Abbildung 4.29). Diese abstrakten Kommunikationsinfrastrukturen unterstützen die oben eingeführten Services in der spezifizierten Form und stellen eine transparente Kommunikation zwischen den Rollen bereit. Die Inter-Org Middleware umfaßt ausschließlich den CSM-RP und unterstützt verbindlich die Dienste Naming & Directory, Security, Authentification & Authorization, Notification und bei Bedarf den Transaction Service. Die Intra-Org Middleware unterstützt verbindlich nur den Naming & Directory Service und den Notification Service, bei Bedarf die anderen Dienste.

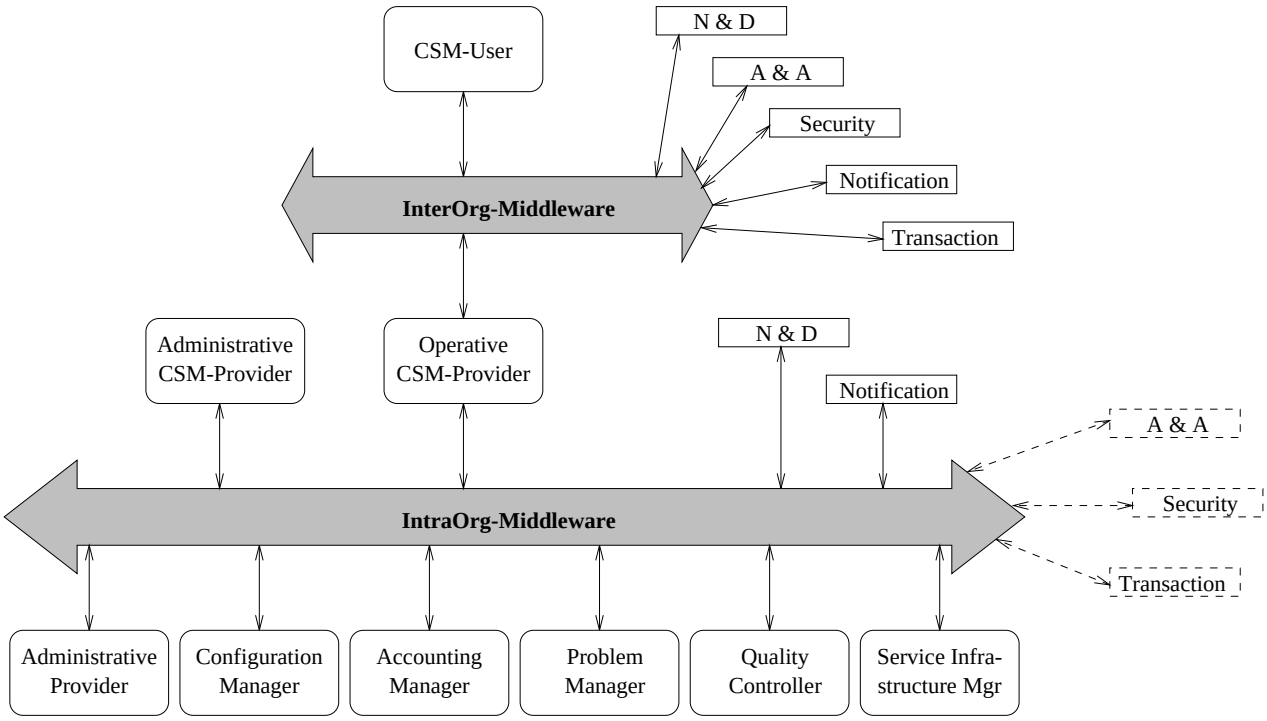

Abbildung 4.29: Die Struktur des CSM-Kommunikationsmodells

Das CSM-Kommunikationsmodell legt aber nicht die Anzahl der verwendeten Implementierungen für diese beiden abstrakten Kommunikationsinfrastrukturen fest, d.h. es wird nicht vorgeschrieben, inwieweit sie von einer einzigen oder beliebig vielen Middlewareimplementierungen realisiert werden. Es widerspricht beispielsweise nicht dem CSM-Kommunikationsmodell, für eine konkrete CSM-Schnittstelle den Account-RP auf Basis von CORBA und den ServInfr-RP auf Basis von SNMP zu implementieren, solange die für diese Referenzpunkte vorgesehenden Services auch in der spezifizierten Form berücksichtigt werden. In Kapitel 5 werden Richtlinien und Szenarien angegeben, um den Entscheidungsspielraum einzuschränken und um die ideale Konfiguration zu selektieren.

Die Trennung in diese beiden Kommunikationsinfrastrukturen impliziert, daß die korrespondierenden Services ebenfalls getrennt instantiiert werden müssen. Dies fördert eine zusätzliche Abschottung der Domänen und schränkt die Anzahl der möglichen Kommunikationsbeziehungen weiter ein. Beispielsweise gewährleisten zwei getrennte Naming & Directory Services daß ein CSM-User nicht die Schnittstellen der Rollen der Service Provider Domain lokalisieren kann.

4.5 Funktionsmodell

Das Funktionsmodell der CSM-Architektur zergliedert den Gesamtaufgabenkomplex *Customer Service Management* auf Basis des CSM-Organisationsmodells in CSM-Funktionsbereiche und

versucht, allgemeine CSM-Funktionen festzulegen. Das Funktionsmodell liefert also die Basis für einen Baukasten, der für konkrete Dienste genutzt werden kann, um eine korrespondierende CSM-Schnittstelle zu entwerfen.

Das Ziel des CSM-Funktionmodells ist es nicht, die Funktionen und Interaktionen an der CSM-Schnittstelle zu identifizieren, sondern die Abbildung dieser Interaktionen auf die Funktionalität geeigneter Informationsquellen (z.B. Managementwerkzeuge) aufzuzeigen. D.h. das Funktionsmodell der CSM-Architektur legt für jeden Referenzpunkt des CSM-Organisationsmodells fest, welche Funktionalität an diesem von einer bestimmten Rolle bereitgestellt werden muß. Zusätzlich legt das CSM-Funktionsmodell das Zusammenspiel und die Koordinierung aller Rollen fest, um am CSM-RP die Funktionalität einer CSM-Schnittstelle anbieten zu können.

Die folgenden Anforderungen verfeinern diese Zielsetzungen:

Abstraktionsniveau: Die im CSM-Funktionsmodell enthaltenen Funktionen sollen generisch definiert werden, d.h. unabhängig von korrespondierenden Diensten sein.

Berücksichtigung dienstspezifischer Charakteristika: Für konkrete Dienste sollen dienstspezifische Managementcharakteristika in der Hinsicht berücksichtigt werden, daß die bereitgestellten generischen Funktionen im Sinne der Objektorientierung verfeinert werden können.

Einbezug der top-level Klassen des CSM-Informationsmodells: Die innerhalb des CSM-Funktionsmodells spezifizierten Schnittstellen und Klassen sollen auf Basis des CSM-Informationsmodells modelliert werden. Damit kann sichergestellt werden, daß an der CSM-Schnittstelle eine einheitliche und integrierte Sichtweise auf die bereitgestellte Information und Funktionalität angeboten wird.

Berücksichtigung der Rollen und Referenzpunkte des CSM-Organisationsmodells: Die Konzeption und Spezifikation der Funktionsbausteine soll auf den Konzepten des CSM-Organisationsmodells aufsetzen. Für jeden Baustein soll berücksichtigt werden, welche Rollen und Referenzpunkte involviert sind, d.h. welche Schnittstellen an den Referenzpunkten ausgeprägt werden müssen und welche Rolle für die Implementierung dieser Schnittstellen verantwortlich ist.

Einbezug der Services des CSM-Kommunikationsmodells: Für die innerhalb des CSM-Funktionsmodells spezifizierten Bausteine sollen die Beziehungen und Abhängigkeiten zu den allgemeinen Diensten des CSM-Kommunikationsmodells hergestellt werden. Insbesondere bei der Durchsetzung von Zugriffsrechten ist eine enge Koppelung der beiden Modelle notwendig, denn das CSM-Kommunikationsmodell ist dafür verantwortlich, für sämtliche Funktionen des CSM-Funktionsmodells zu überprüfen, inwieweit der aufrufende CSM-User dafür berechtigt ist, um gegebenenfalls den Aufruf zurückzuweisen.

Strukturierung von Funktionen: Analog zu dem Funktionsbereichen des OSI-Managements soll auch das CSM-Funktionsmodell einen Rahmen zur Strukturierung der spezifizierten Funktionen bereitstellen. Diese Strukturierung soll bei der Anwendung der CSM-

Architektur dazu herangezogen werden können, eine erste grobe Auswahlmöglichkeit für die an der CSM-Schnittstelle bereitzustellende Funktionalität zu ermöglichen.

4.5.1 Konzeption des CSM-Funktionsmodells

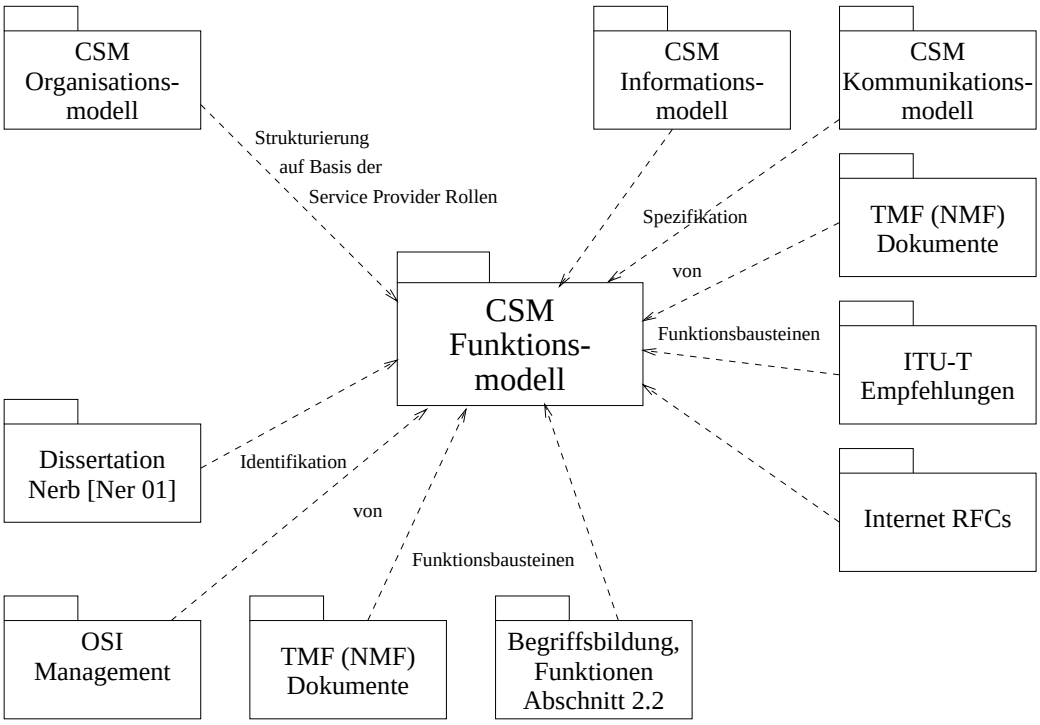

Abbildung 4.30: Gewinnung des CSM-Funktionsmodells

Die Konzeptionsidee zur Spezifikation des CSM-Funktionsmodells basiert auf den folgenden drei Gesichtspunkten (siehe Abbildung 4.30):

1. Die Strukturierung der Funktionalität erfolgt auf Basis der Rollen der Service Provider Domain. Die Identifikation dieser Rollen (siehe Abschnitt 4.3) basiert auf einer konsequenten top-down Vorgehensweise und strukturiert bereits die Aufgaben an einer CSM-Schnittstelle auf Basis der Management-Interaktionsphasen. Folglich kann zu jeder Rolle der Service Provider Domain jeweils ein analoger Funktionsbereich identifiziert werden: Lediglich mit der Ausnahme, daß zu den korrespondierenden Rollen Administrative Provider und Quality Controller nur ein Funktionsbereich ausgeprägt wird, werden für das CSM-Funktionsmodell damit die folgenden 6 Funktionsbereiche definiert (siehe Abbildung 4.31): SLA Management, Problem Management, Ordering Management, Configuration Management, Accounting Management und Service Infrastructure Management. Die Ausnahme liegt darin begründet, daß eine getrennte Strukturierung der in den Dienstvereinbarungen festgelegten Sollwerte (die damit korrespondierende Rolle ist der Administrative Provider)

und den gemessenen Istwerten (die damit korrespondierende Rolle ist der Quality Controller) den wichtigen Aspekt des Abgleichs dieser Ist-/Sollwerte nicht genügend berücksichtigt. Daher wird der Funktionsbereich des SLA Managements eingeführt und entsprechend die Überwachung der Einhaltung der in den Dienstvereinbarungen festgelegten Eigenschaften, insbesondere der Dienstgüte, zugeordnet.
Orthogonal zu der Einteilung in diese 6 Funktionsbereiche muß das CSM-Funktionsmodell eine Formalisierung aller Funktionsbereiche und den darin enthaltenen Funktionsbausteinen bereitstellen, um darauf aufsetzend im CSM-Kommunikationsmodell die Durchsetzung von Zugriffsrechten auf sämtliche Funktionen an der CSM-Schnittstelle realisieren zu können.

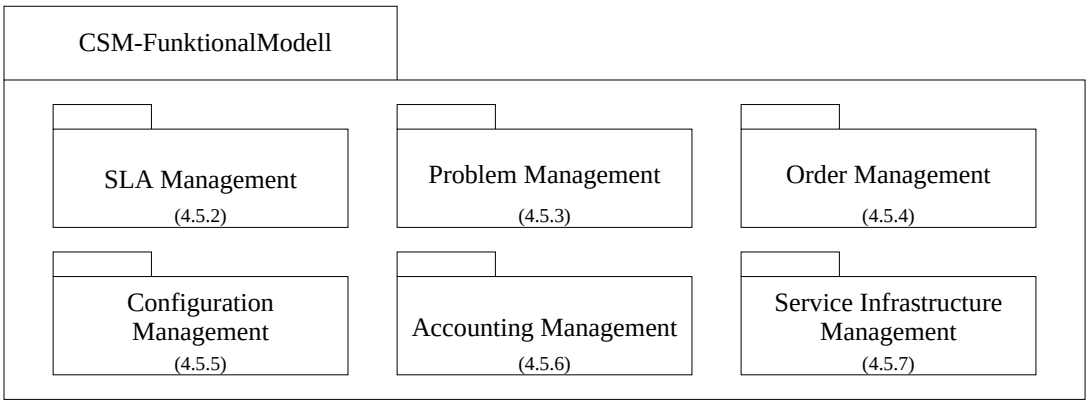

Abbildung 4.31: Überblick über das Funktionsmodell der CSM-Architektur

2. Die Identifikation der Funktionsbausteine eines Funktionsbereichs erfolgt auf Basis von existierenden Arbeiten, z.B. [Nerb 01], TMF (NMF) Dokumente, OSI Management, den in Abbschnitt 2.2.2 eingeführten Begriffsdefinitionen und vorgestellten Aufgaben des Dienstmanagements und schließlich den konkreten Anforderungen an CSM-Schnittstellen aus Abschnitt 2.2.3.

3. Die Spezifikation der Funktionsbausteine erfolgt schließlich auf Basis des CSM-Informationsmodells, unter Einbezug des CSM-Kommunikationsmodells und unter Berücksichtigung existierender Arbeiten, z.B. von TMF (NMF), Internet RFCs oder ITU-T Empfehlungen.

Damit ergibt sich folgende Vorgehensweise für die Spezifikation des CSM-Funktionsmodells: Zuerst werden alle identifizierten Funktionsbereiche einzeln konzipiert und spezifiziert. Dies erfolgt für alle Funktionsbereiche nach dem gleichen Schema. Im ersten Schritt werden die Anforderungen an den jeweiligen Funktionsbereiche identifiziert, d.h. es wird festgelegt, welche Interaktionen zwischen Kunde und Dienstanbieter für diesen Bereich ausgeprägt werden müssen. Anschließend werden die im Zuge der Interaktionen auszutauschenden Datenstrukturen eingeführt. Darauf aufsetzend werden die notwendigen Operationen auf diesen Datenstrukturen für die jeweils involvierten Rollen des CSM-Organisationsmodells festgelegt. Diese Funktionen

geben vor, welche Interaktionen ein Dienstanbieter zwischen den involvierten Rollen etablieren muß, um einen integrierten Informationsfluß in Hinblick auf den Funktionsbereich zwischen Kunde und Anbieter implementieren zu können. Schließlich erfolgt für den Funktionsbereich eine Spezifikation der Ausprägung der Referenzpunkte, d.h. die Spezifikation von Schnittstellen. Diese Schnittstellen beschreiben, welche Funktionen von den involvierten Rollen jeweils an den entsprechenden Referenzpunkten zu implementieren sind. Zuletzt werden für alle in den jeweiligen Funktionsbereichen definierten Funktionen Zugriffsrechte definiert. Auf Basis dieser Zugriffsrechte wird innerhalb des CSM-Kommunikationsmodells eine Autorisierung realisiert.

4.5.2 SLA Management

Die Funktionen des SLA-Managements lassen sich aus der Begriffsdefinition der *Dienstvereinbarung* (und den damit verbundenen Aufgaben in Abschnitt 2.2.2) und anhand der in den Szenarien (Abschnitt 2.1) diskutierten Kundenanforderungen an die Informationen an einer CSM-Schnittstelle ableiten:

Übersicht über abgeschlossene Dienstvereinbarungen: Ein Kunde muß an der CSM-Schnittstelle die Möglichkeit haben, die Inhalte der Dienstvereinbarung abfragen zu können, um einen schnellen und integrierten Informationszugriff auf sämtliche vereinbarte Sollwerte bezüglich seiner abonnierten Dienste zu gewährleisten. Zu den Inhalten einer Dienstvereinbarungen zählen nach Abschnitt 2.2.2 die Funktionalität des Dienstes, die Dienstgüte, die Managementfunktionalität an der CSM-Schnittstelle und anbieterspezifische Aspekte.

Überwachung der vereinbarten Dienstgüte: Neben dem Zugriff auf die vereinbarten Sollwerte spielt für den Kunden die Überwachung der tatsächlichen Dienstgüte eine wichtige Rolle (siehe Szenarien in Abschnitt 2.1). Der Kunde muß an der CSM-Schnittstelle in der Lage sein, die aktuellen Istwerte aller vereinbarten Dienstgüteparameter abzufragen. Zusätzlich muß der Dienstanbieter den Kunden an der CSM-Schnittstelle über aktuelle Verletzungen der Dienstgüte informieren. Beide Aspekte gewährleisten gemeinsam, daß der Kunde jederzeit über die aktuelle Qualität seines abonnierten Dienstes ausreichend informiert ist.

Nachweis der vereinbarten Dienstgüte: Schließlich soll an der CSM-Schnittstelle ein Nachweis über die Einhaltung bzw. Verletzung der vereinbarten Dienstgüte erfolgen. In regelmäßigen Zeitabständen soll der Dienstanbieter mittels sogenannter Kundenreports über die Qualität des Dienstes berichten.

Die Aufgabe der CSM-Architektur ist es, die oben geforderten Funktionen an der CSM-Schnittstelle den Kunden anzubieten. Im Kontext des CSM-Organisationsmodells bedeutet das, daß diese Funktionen vom Operative CSM-Provider am Referenzpunkt CSM-RP dem CSM-User bereitgestellt werden müssen (siehe Abbildung 4.13). Informationen über Kunden, Verträge und Dienstvereinbarungen stehen dem Operative CSM-Provider am Referenzpunkt Admin-RP bereit. Der Quality Controller ist der zentrale Ansprechpartner für den Operative CSM-Provider für die aktuelle und historische Überwachung und den Nachweis der vereinbarten Dienstgüte.

Der Quality Controller ist neben dieser Aufgabe vor allem für die Sicherstellung der Einhaltung der vereinbarten Dienstgüteparameter zuständig. Wie die Szenarien in Abschnitt 2.1 zeigen, kann der Quality Controller dazu ein Reporting System einsetzen, beispielsweise das Produkt InfoVista. Diese Reporting Systeme bieten die Möglichkeit, die Istwerte von Dienstgüteparametern anhand einer vorgegebenen Metrik aus Basiskennzahlen zu berechnen, Schwellwerte auf QoS-Parametern zu definieren, den Abgleich der Istwerte mit vorgegebenen Sollwerten durchzuführen, um QoS-Verletzungen anzuzeigen und allgemeine Trendanalysen vorzunehmen. Das Defizit der existierenden Reporting Tools ist eine fehlende top-down Vorgehensweise, d.h. es ist keine Möglichkeit vorgesehen, explizit Dienste zu modellieren und für diese Dienste die jeweilige Güte zu definieren. Stattdessen verfolgen sie einen bottom-up Ansatz, d.h. ausgehend von einer großen Menge von (komponentenorientierten) Basisparametern bieten sie die Möglichkeit, komplexere Kennzahlen zu berechnen und diese Kennzahlen zu überwachen (Schwellwertüberwachung, Trendanalysen, ...). Es fehlt eine durchgängige Modellierung von QoS-Parametern, Dienstvereinbarung und Dienst.

Um eine durchgängige und integrierte Beschreibung aller dieser Aspekte zu gewährleisten, wird für die beiden Referenzpunkte Admin-RP und SLA-QoS-RP ein einheitliches Datenmodell bereitgestellt. Damit wird sichergestellt, daß die vom Administrative Provider zur Verfügung gestellten (Soll-) Informationen über Kunden, Dienstvereinbarungen und Dienste mit den aktuellen und historischen (Ist-) Werten vom Quality Controller in einen durchgängigen und integrierten Bezug zu setzen sind. Folglich kann der Operative CSM-Provider auf einer einheitlichen Informationsmodellierung aufsetzen und eine integrierte Sichtweise auf vereinbarte (Soll-) Informationen und aktuelle/historische (Ist-) Werte am CSM-RP den Kunden bereitstellen.

Das Objektmodell zum SLA Management

In Abbildung 4.32 ist das Objektmodell zum SLA Management innerhalb des CSM-Funktionsmodells dargestellt, mit dem Ziel, sowohl die Dienstvereinbarungen (`ServiceLevelAgreement`) als auch die Dienstgüteparameter (`QoSParameter`) in einen globalen Zusammenhang im Sinne des Dienstbegriffs aus Abschnitt 2.2.2 zu stellen. Zwischen zwei Organisationen (`Organisation`), einem Kunden (`Customer`) und einem Dienstanbieter (`Service Provider`) wird ein Vertrag (Assoziationsklasse `Contract`) über die Nutzung eines IT- oder TK-Dienstes vereinbart. Dieser Vertrag enthält neben rechtlichen und juristischen Aspekten[6] die Dienstvereinbarungen (`SLA`). Ein Vertrag kann dabei mehrere Dienstvereinbarungen beinhalten, z.B. im Sinne eines Rahmenvertrags.

Wie in Abschnitt 2.2.2 aufgezeigt wurde, setzt sich die Dienstvereinbarung aus den Bestandteilen Funktionalität des Dienstes, Dienstgüte, Managementfunktionalität und anbieterspezifischen Aspekten zusammen. Mittels des Attributs `ServiceID` wird von der Dienstvereinbarung auf den assoziierten Dienst und somit auf die dort im Attribut `description` dokumentierte Funktionalität des Dienstes verwiesen.
Die Dienstgüte wird auf Basis von mehreren Dienstgüteparametern charakterisiert. Folglich

[6] Wobei rechtliche und juristische Vereinbarungen innerhalb dieser Arbeit nicht betrachtet werden.

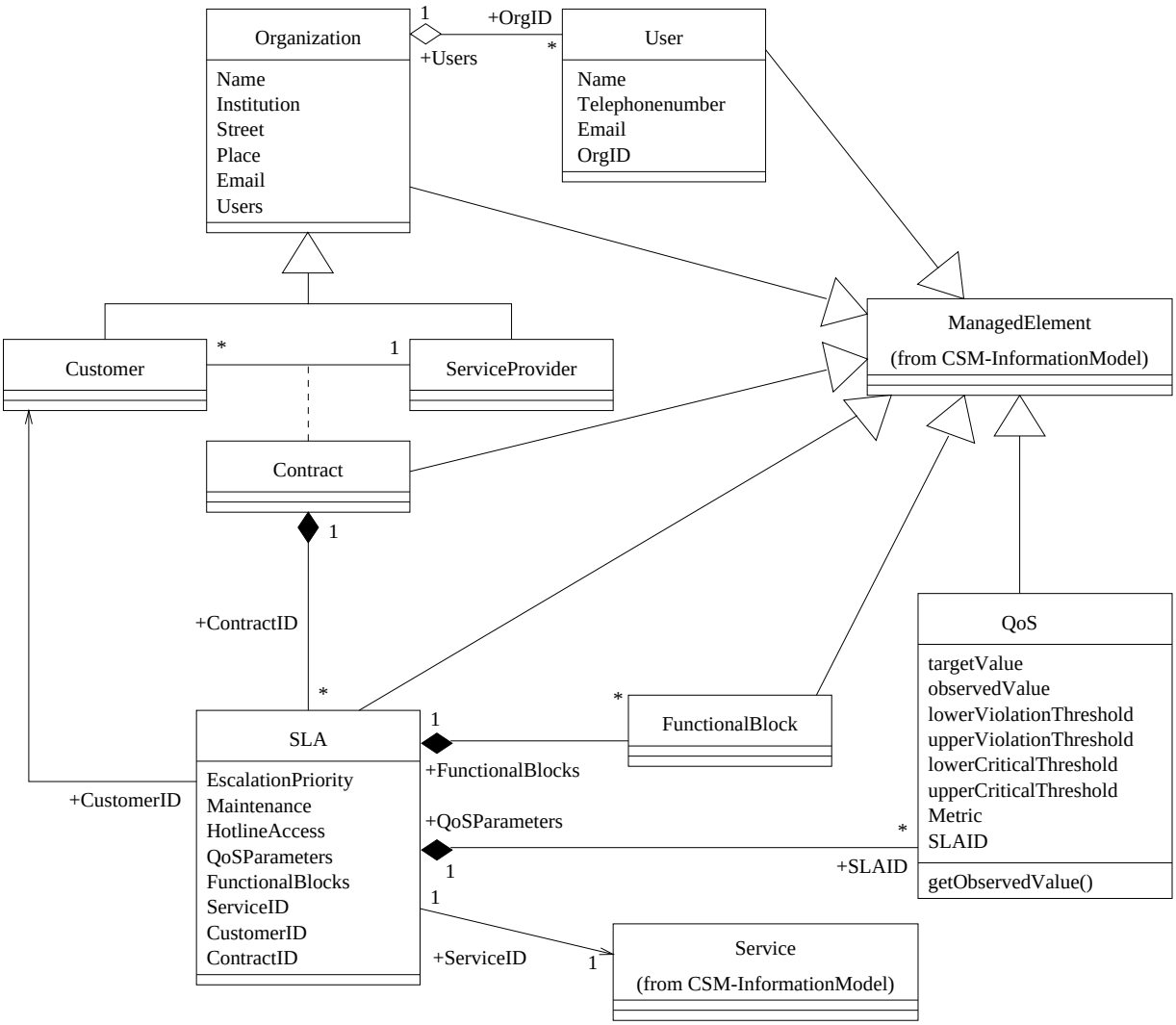

Abbildung 4.32: Das Objektmodell zum SLA Management

werden den Dienstvereinbarungen diese charakteristischen Dienstgüteparameter (Instanzen der Klasse `QoS`) mittels des Attributs (`QoSParameters`) zugeordnet. Wie in [LaNe 00b] gezeigt wurde, kann ein Dienstgüteparameter auf den abstrakten und generischen Konzepten von X.641 [ITU-T X.641] mittels der Attribute `targetValue`, `observedValue`, `lowerViolationThreshold`, `upperViolationThreshold`, `lowerCriticalThreshold`, `upperCriticalThreshold` und `Metric` beschrieben werden. Der `targetValue` beschreibt dabei den vereinbarten Wert und der `observedValue` stellt den tatsächlich gemessenen Wert dar. Die vier Schwellwerte stellen, insofern sie belegt werden, Indikatoren dar, um kritische Regionen dieser Kennzahl zu kennzeichnen, d.h. Regionen, in denen die Dienstgüte verletzt ist (`lowerViolationThreshold, upperViolationThreshold`) und in denen der Dienst nur mit eingeschränkter Dienstgüte zur Verfügung steht (`lowerCriticalThreshold, upperCriticalThreshold`). Eine Metrik gibt schließlich an, wie sich die-

se Kennzahl aus Basiskennzahlen oder anderen meßbaren Parametern zusammensetzt. Das Attribut `SLAID` kennzeichnet die Dienstvereinbarungen, in denen dieser QoS-Parameter enthalten ist und wird ausschließlich zur Navigation durch das Objektmodell genutzt. Die Methode `getObservedValue()` ist mit einem Zeitintervall parametrisiert und liefert den Verlauf des `observedValue` innerhalb des angegebenen Zeitintervall. Diese Methode dient hauptsächlich der Reportgenerierung, kann aber auch zur langfristigen, historischen Analyse des Parameters herangezogen werden.
Anhand der Verfügbarkeit soll die QoS-Modellierung beispielhaft erklärt werden: Für den WWW-Dienst des beispielhaften ISP aus dem ersten Szenario (siehe Abschnitt 2.1) sei eine jährliche Verfügbarkeit von $99,8\%$ vereinbart. Der `targetValue` wird folglich mit diesem Wert belegt. Die kritische Region, in der dieser QoS-Parameter verletzt ist, wird dadurch beschrieben, daß der `lowerViolationThreshold` ebenfalls auf $99,8\%$ gesetzt wird. Die `Metric` beschreibt, wie sich die Verfügbarkeit des WWW-Dienstes aus der Verfügbarkeit des WWW-Servers, der Anwendung (z.B. Apache) des IP-Dienstes und des DNS-Dienstes berechnet.
Die Beschreibung der Managementfunktionalität an der CSM-Schnittstelle erfolgt durch das Attribut `FunctionalBlocks`. Jeder Eintrag dieser Liste kennzeichnet die Berechtigung eines Kunden zur Nutzung eines bestimmten Funktionsbausteins an der CSM-Schnittstelle (in Abschnitt 4.5.8 werden zu allen identifizierten Funktionsbausteinen die entsprechenden Berechtigungen definiert).
Anbieterspezifische Aspekte werden in den Dienstvereinbarungen mittels der Methoden `EscalationPriority`, `Maintenance` und `HotlineAccess` modelliert. Das Attribut `EscalationPriority` gibt die vereinbarte Priorität an, mit der der Dienstanbieter die Bearbeitung von Störungen der Dienstnutzung des Kunden bearbeitet. `Maintenance` beschreibt ein regelmäßiges Wartungsfenster und `HotlineAccess` dokumentiert den Zugang des Kunden zum HelpDesk des Dienstanbieters (z.B. Hotline ist Werktags zwischen 8:00 und 18:00 Uhr telefonisch erreichbar).

Schließlich werden einer Organisation Kontaktpersonen (`User`) zugeordnet. Für jeden Kunden wird damit modelliert, welche Mitarbeiter auf Kundenseite mit dem Management des abonnierten Dienstes betroffen sind. Diesen Mitarbeitern wird im Kontext des CSM-Organisationsmodells die Rolle CSM-User zugewiesen und somit in die gesamte CSM-Architektur integriert.

Alle in diesem Objektmodell neu eingeführten Klassen werden von `ManagedElement` abgeleitet und erben entsprechend die dort definierten Attribute. Speziell kann somit auf alle definierten Klassen mittels des Attributs `ID` zugegriffen werden. Im weiteren werden oftmals Objekte dieser Klassen nur durch diesen Identifikator bezeichnet bzw. referenziert, beispielsweise wird ein Dienst oder ein Kunde mittels einer `ServiceID` oder `CustomerID` angesprochen.

Die Funktionen zum SLA Management

Abfrage von Kundeninformationen: Zur Abfrage von Kundeninformationen stehen dem Kunden am CSM-RP folgende Funktionen bereit (siehe oberen, linken Teil von Abbildung 4.33): `getCustomerInfo()` liefert das Objekt der Klasse `Customer` zurück, das

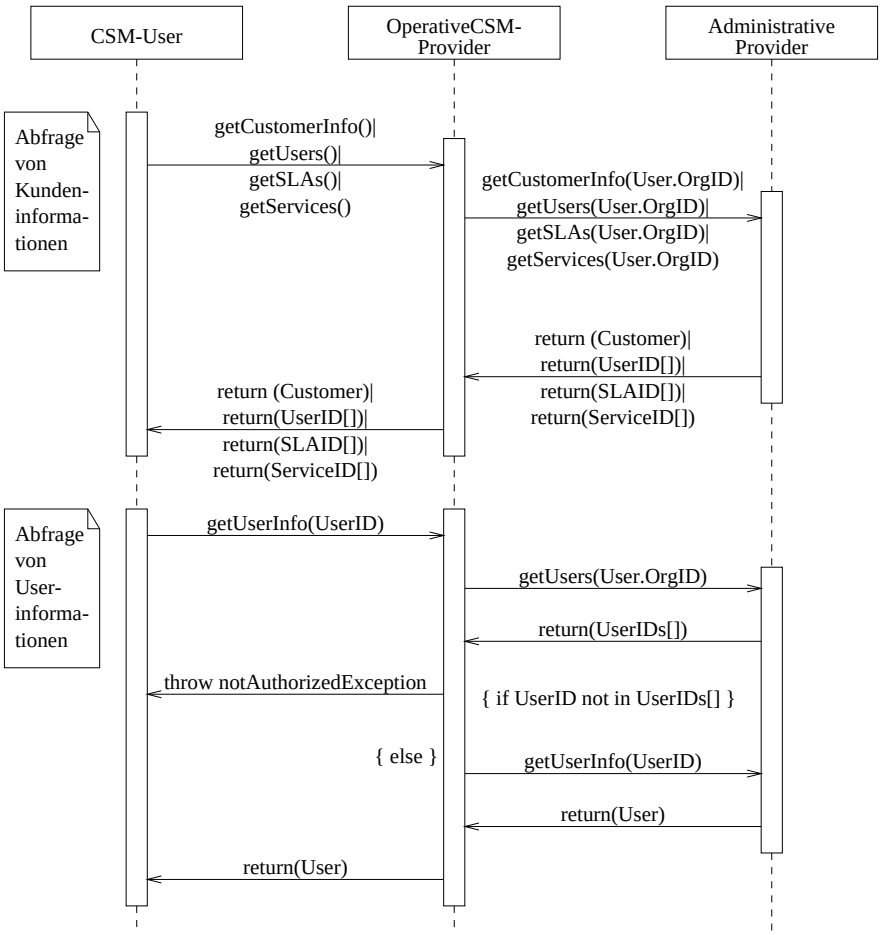

Abbildung 4.33: Workflow zur Abfrage von Kunden/Dienstinformationen

die Kundenorganisation des CSM-Users repräsentiert. `getUsers()` liefert eine Liste von Identifikatoren (`UserID[]`) zurück, die für die Kundenorganisation des CSM-Users alle registrierten Mitarbeiter referenzieren. `getSLAs(CustomerID)` liefert eine Liste von Identifikatoren (`SLAID[]`) zurück, die für die Kundenorganisation des CSM-Users alle abgeschlossenen Dienstvereinbarungen enthält. `getServices(CustomerID)` liefert eine Liste von Identifikatoren (`ServiceID[]`) zurück, die für die Kundenorganisation des CSM-Users alle abonnierten Dienste enthält. Diese Methode ist eine *convenience* Methode, die für einen Kunden direkt, ohne über die Dienstvereinbarungen navigieren zu müssen, seine abonnierten Dienste liefert.

Die Bearbeitung dieser vier Operationen erfolgt vom Operative CSM-Provider in gleicher Art und Weise. Der Operative CSM-Provider ergänzt die Anfrage um den Kundenidentifikator des CSM-Users und leitet die Anfrage zum Administrative Provider weiter. Analog wird das Ergebnisobjekt vom Administrative Provider über den Operative CSM-Provider zum aufrufenden CSM-User zurückgegeben. Dadurch, daß der Operative CSM-Provider die Anfrage des CSM-Users um die entsprechende Kundenkennung ergänzt, kann der CSM-

User keine vertrauliche Informationen über andere Kunden und über nicht selbst abonnierter Dienste abfragen. Mit der Operation `getUserInfo(UserID)` kann ein CSM-User Informationen über einen Mitarbeiter seiner eigenen Kundenorganisation abfragen (siehe unteren Teil von Abbildung 4.33). Als Ergebnis wird ein Objekt der Klasse `User` geliefert. Der Operative CSM-Provider holt sich vom Administrative Provider die Daten des gewünschten Benutzers. Anschließend muß er überprüfen, ob der selektierte Benutzer überhaupt Mitarbeiter der Kundenorganisation des anfragenden CSM-Users ist. Dazu holt der Operative CSM-Provider sich alle Benutzer der Kundenorganisation des aufrufenden CSM-User (`User.OrgID`). Anschließend überprüft er, ob der angeforderte User (`UserID`) in der Liste aller Benutzer (`UserIDs[]`) enthalten ist. Ist der angegebene Benutzer nicht enthalten, wird eine `notAuthorizedException` ausgelöst, andernfalls wird das Benutzerobjekt zurückgeliefert.

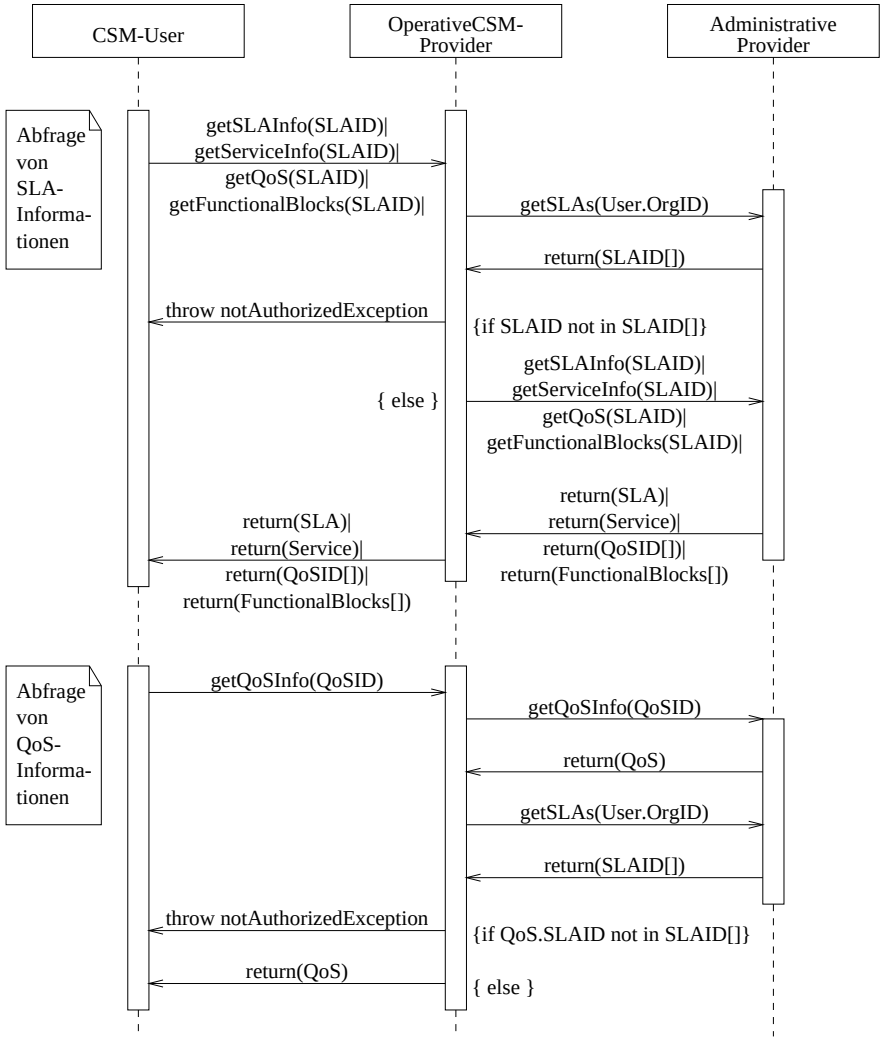

Abbildung 4.34: Workflow zur Abfrage von Informationen über Dienstvereinbarungen

Abfrage von Informationen zu Dienstvereinbarungen: Zur Abfrage von Informationen über die Dienstvereinbarungen, die seine Kundenorganisation mit dem Dienstanbieter abgeschlossen hat, stehen dem CSM-User folgende Operationen am CSM-RP bereit (siehe linken, oberen Teil von Abbildung 4.34): `getSLAInfo(SLAID)` liefert ein Objekt der Klasse `SLA` mit der angegebenen `SLAID` zurück. `getServiceInfo(SLAID)` liefert ein Objekt der Klasse `Service` zu der angegebenen `SLAID` zurück. `getQoS(SLAID)` liefert eine Liste von Identifikatoren (`QoSID[]`) zurück, die für die angegebene Dienstvereinbarung (`SLAID`) alle enthaltenen Dienstgüteparameter enthält. Und schließlich liefert die Operation `getFunctionalBlocks(SLAID)` eine Liste von Funktionsbausteinen (`FunctionalBlocks[]`) zurück, die für die angegebene Dienstvereinbarung (`SLAID`) die verfügbare Managementfunktionalität an der CSM-Schnittstelle beschreibt.
Für die Bearbeitung dieser vier Methoden muß der Operative CSM-Provider zuerst überprüfen, ob der aufrufende CSM-User überhaupt berechtigt ist, Informationen über die jeweils angegebene Dienstvereinbarung abzurufen. Dazu holt er sich beim Administrative Provider eine Liste aller Dienstvereinbarungen der Kundenorganisation des aufrufenden CSM-Users (`User.OrgID`). Anschließend sucht er die angegebene Dienstvereinbarung in der Liste aller Dienstvereinbarungen der Kundenorganisation. Ist die angegebene Dienstvereinbarung nicht enthalten, wird eine `notAuthorizedException` ausgelöst, andernfalls wird die ursprüngliche Anfrage an den Administrative Provider weitergeleitet. Die jeweiligen Ergebnisobjekte werden schließlich vom Administrative Provider über den Operative CSM-Provider zum aufrufenden CSM-User zurückgegeben.
Die Methode `getQoSInfo(QoSID)` liefert ein Objekt der Klasse `QoS` mit der angegebenen `QoSID` zurück. Das Rückgabeobjekt unterliegt der Einschränkung, daß das Attribut `observedValue` nicht gesetzt ist. Dies liegt darin begründet, daß diese Methode die charakterisierenden Soll-Werte eines QoS-Parameters enthalten soll, so wie er in den Dienstvereinbarungen festgelegt wurde. Der beobachtete Wert ist somit in dieser Sichtweise undefiniert. Zur Überprüfung, ob der CSM-User berechtigt ist, Informationen zum angegebenen QoS-Parameter abzurufen, holt er sich zuerst die angeforderten Daten über den QoS-Parameter vom Administrative Provider. Anschließend holt er sich zusätzlich alle Dienstvereinbarungen der Kundenorganisation des aufrufenden CSM-Users (`getSLAs(User.OrgID)`). Zeigt das Attribut `SLAID` des angeforderten QoS-Parameters auf einen Eintrag in der Liste (`SLA[]`), wird als Ergebnis das QoS-Objekt zurückgegeben. Andernfalls wird eine `notAuthorizedException` ausgelöst.

Abfrage von einzelnen Dienstgüteparametern: Mit der Operation `getObservedQoS(QoSID,TimeInterval)` kann ein CSM-User den zeitlichen Verlauf des `observedValue` eines angegebenen QoS-Parameters (`QoSID`) für ein angegebenes Zeitintervall abfragen (siehe Abbildung 4.35). Durch geeignete Wahl des Zeitintervalls kann auch der momentan aktuelle Wert abgerufen werden. Die Überprüfung, ob der aufrufende CSM-User diese Operation für den angegebenen QoS-Parameter durchführen darf, erfolgt analog zur Abfrage der Sollwerte von QoS-Parametern (siehe unteren Teil von Abbildung 4.34). Ist der CSM-User zugriffsberechtigt, wird die ursprüngliche Anfrage

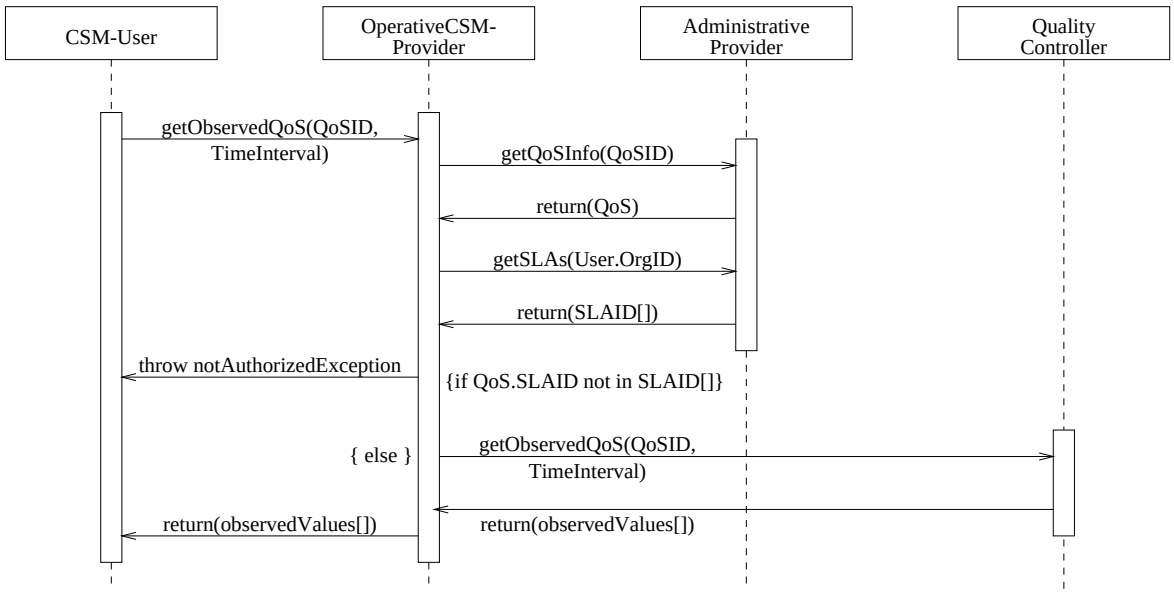

Abbildung 4.35: Workflow zur Abfrage von einzelnen Dienstgüteparametern

an den Quality Controller weitergeleitet. Dieser berechnet den gewünschten zeitlichen Verlauf des QoS-Parameters und das Ergebnisobjekt (`observedValues[]`) wird an den aufrufenden CSM-User zurückgegeben.

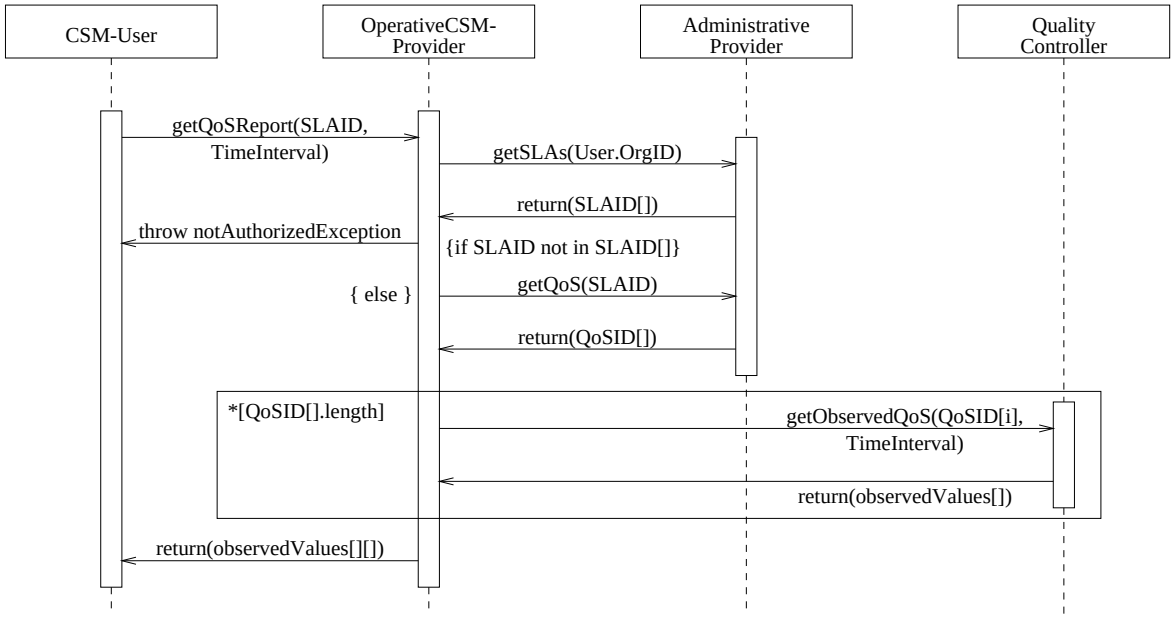

Abbildung 4.36: Workflow zur Abfrage von QoS-Reports

Reports über Einhaltung/Verletzung der Dienstgüte: Mit der Methode `getQoSReport(SLAID,TimeInterval)` kann ein CSM-User für eine ausgewählte Dienstver-

einbarung (`SLAID`) und ein gewünschten Zeitraum (`TimeInterval`) den zeitlichen Verlauf aller in diesen Dienstvereinbarungen enthaltenen QoS-Parameter abrufen (siehe Abbildung 4.36). Dazu überprüft der Operative CSM-Provider zuerst, inwieweit der aufrufende CSM-User für die angegebene Dienstvereinbarung berechtigt ist (analog zu Abbildung 4.34). Ist der CSM-User zugriffsberechtigt, holt sich der Operative CSM-Provider für die angegebene Dienstvereinbarung alle enthaltenen QoS-Parameter vom Administrative Provider (Liste `QoSID[]`). Für jedes Listenelement (`QoSID[i]`) wird anschließend der zeitliche Verlauf des entsprechenden QoS-Parameters für das angegebene Intervall vom Quality Controller bestimmt (`getObservedQoS(QoSID[i],TimeInterval)`, siehe oben)[7]. Schließlich werden alle Rückgabeobjekte in das Ergebnisobjekt `observedValues[][]` gepackt und an den aufrufenden CSM-User zurückgegeben.

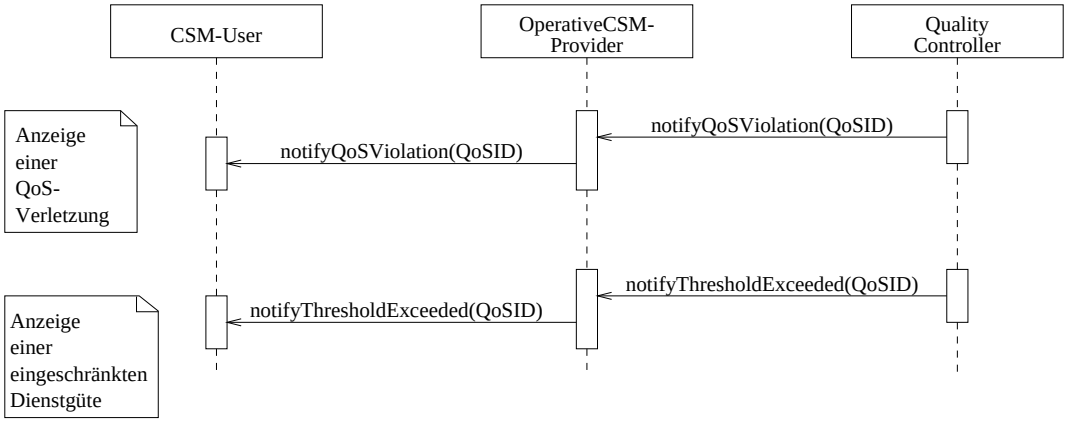

Abbildung 4.37: Workflow zur Benachrichtigung über QoS-Verletzungen bzw. eingeschränkte Dienstgüte

Notifikationen über Dienstgüteverletzungen/eingeschränkte Dienstgüte: Der Quality Controller benachrichtigt alle betroffenen Kunden, d.h. CSM-User, über Verletzungen der Dienstgüte bzw. eingeschränkte Dienstgüte bezüglich ihrer abonnierten Dienste (siehe Abbildung 4.37). Dafür stehen ihm die beidem Notifikationen `notifyQoSViolation` und `notifyThresholdExceeded` zur Verfügung. Beide Nachrichten beinhalten den Identifikator auf den jeweils betroffenen QoS-Parameter. Die eingeschränkte Dienstgüte wird durch Überschreiten eines Schwellwerte, entweder `upperCriticalThreshold` oder `lowerCriticalThreshold`, der Klasse `QoS` definiert (siehe Objektmodell zum SLA Management). Der in Abbildung 4.37 vorgestellte Benachrichtigungsmechanismus ist aus Übersichtlichkeitsgründen nur vereinfacht dargestellt, er erfolgt nach dem vom Notification Service definierten Benachrichtigungsschema (siehe Abbildung 4.27).

[7] Das Rechteck um die beiden Messages `getObservedQoS(QoSID[i],TimeInterval)` und `return(observedValues[][])` mit der Iterationsbedingung `*[QoSID[].length]` ist die UML-Syntax für Iterationen von Nachrichten. Die Iterationsbedingung zeigt dabei an, daß die Anzahl der Iteration sich aus der Länge der Liste `QoS[].length` berechnet.

Die in diesem Abschnitt vorgestellten Funktionen beschreiben, wie das SLA Management zwischen Kunde und Dienstanbieter zum Austausch von Informationen über Kunden, Dienste, Dienstvereinbarungen und Dienstgüte realisiert werden kann. Die in den Abbildungen 4.33, 4.34, 4.35, 4.36 und 4.37 dargestellten Sequenzdiagramme zeigen die für das SLA Management innerhalb des CSM-Funktionsmodells notwendigen Interaktionen zwischen allen involvierten Rollen.

Ausprägung der involvierten Referenzpunkte

Nachdem im vorherigen Abschnitt die Funktionen des SLA Managements vorgestellt wurden, werden in diesem Abschnitt die daraus resultierenden Schnittstellen an den Referenzpunkten spezifiziert. Wie in Abbildung 4.38 dargestellt, sind im Zuge des SLA Managements die Referenzpunkte CSM-RP, SLA-QoS-RP und Admin-RP involviert.

Für jeden dieser Referenzpunkte werden im folgenden bereits existierende Schnittstellen erweitert oder bei Bedarf neue Schnittstellen spezifiziert, die von den jeweils assoziierten Rollen zu implementieren sind. Diese Schnittstellen stellen zusammen mit dem oben vorgestellen Objektmodell und den Funktionen den Funktionsbereich SLA Management innerhalb des CSM-Funktionsmodells dar.

Am unidirektionalen Referenzpunkt Admin-RP kommuniziert der Operative CSM-Provider mit dem Administrative Provider. Der Administrative Provider implementiert die beiden Schnittstellen `CustomerInfo` und `SLAInfo` und der Operative CSM-Provider nutzt die Methoden dieser Schnittstellen.

Der bidirektionale Referenzpunkt SLA-QoS-RP setzt sich aus den beiden Schnittstellen `QoS` und `QoSNotification` zusammen. Die Schnittstelle `QoS` wird vom Quality Controller implementiert und vom Operative CSM-Provider genutzt, um den zeitlichen Verlauf der Ist-Werte von einzelnen QoS-Parametern abzurufen. Die Schnittstelle `QoSNotification` wird dagegen vom Operative CSM-Provider implementiert und vom Quality Controller genutzt, um den Operative CSM-Provider über QoS-Verletzungen oder über eine eingeschränkte Dienstgüte zu informieren.

Der Operative CSM-Provider reicht am Referenzpunkt CSM-RP die Funktionalität der Schnittstellen `CustomerInfo`, `SLAInfo`, `QoS` und `QoSNotification` an den CSM-User weiter (Schnittstellen `CSMCustomerInfo`, `CSMSLAInfo`, `CSMQoS` und `CSMQoSNotification`), ergänzt um die Durchsetzung von Zugriffsrechten. Damit stehen am CSM-RP auf Basis eines einheitlichen, integrierten und durchgängigen Objektmodells Informationen über Dienste, Dienstvereinbarungen und Dienstgüte zur Verfügung.

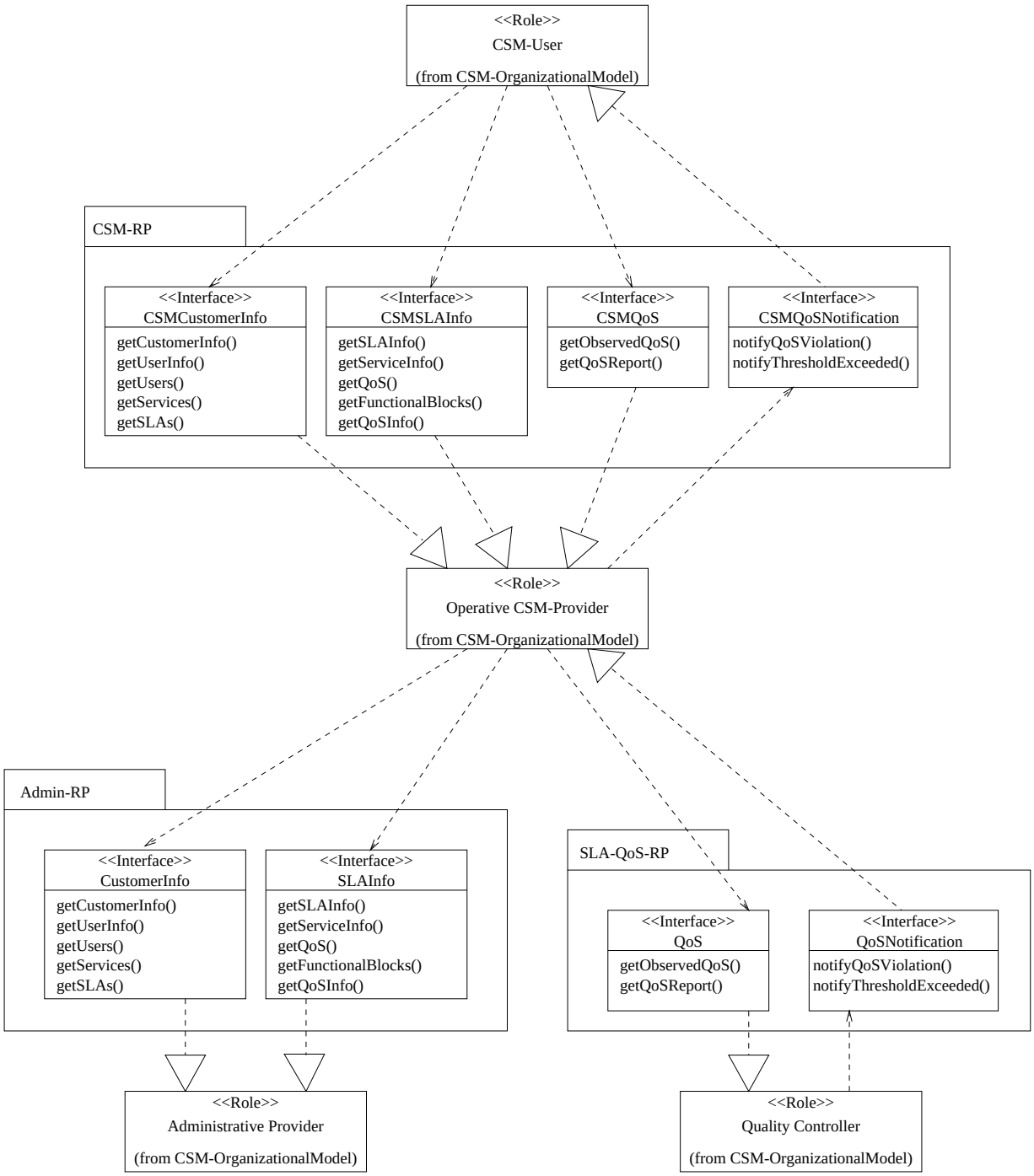

Abbildung 4.38: Ausprägung der Referenzpunkte für das SLA Management

4.5.3 Problem Management

Die Funktionen des Problem Managements an der CSM-Schnittstelle können nach [Nerb 01] mit den vom NMF im Zuge des SMART Projekts in der *Customer to Service Provider Trouble Administration Business Agreement* [NMF 501] (bzw. [NMF 601]) vorgestellten Schnittstelle und ihren Methoden abgedeckt werden. Diese Schnittstelle bietet den Kunden die Möglichkeit, aktiv am Fehler- bzw. Störungsbearbeitungsprozeß mitzuwirken, d.h. es wird ihm folgende Funktionalität zur Verfügung gestellt:

Übersicht über alle Problemmeldungen: Der Kunde muß an der CSM-Schnittstelle die Möglichkeit haben, eine aktuelle Übersicht über alle ihn betreffenden Problemmeldungen bezüglich seines abonnierten Dienstes zu erhalten. Zu diesen Problemmeldungen zählen vom Kunden selbst abgesetzte Störungsmeldungen, vom Dienstanbieter erkannte Probleme und Meldungen über regelmäßige oder außerplanmäßige Wartungsarbeiten. Der Dienstanbieter nutzt Problemmeldungen auch dazu, den Kunden über auftretende Verletzungen der Dienstgüte zu informieren und deren Bearbeitungsstand zu dokumentieren.

Problemmeldungen eingeben, ändern und stornieren: Der Kunde muß in der Lage sein, Störungen, Probleme oder allgemeine Fragen bezüglich seines abonnierten Dienstes beim Dienstanbieter absetzen zu können. Es muß weiterhin in der Lage sein, diese Meldungen zu ändern, z.B. um zusätzliche Informationen, neu aufgetretene Symptome oder aktuelle Auswirkungen zu dokumentieren und den Dienstanbieter darüber zu informieren. Schließlich muß der Kunde in der Lage sein, schon abgesetzte Meldungen zu stornieren. Dies tritt beispielsweise bei Störungen der Dienstnutzung ein, die auf den ersten Blick dem abonnierten Dienst zugeordnet werden, sich aber nach detaillierter Störungsanalyse als Fehler in der lokalen Umgebung des Kunden herausstellten.

Bearbeitungsstand einer Problemmeldung verfolgen: Gerade vor dem Hintergrund von komplexen Diensthierarchien, in denen eine Organisation sowohl als Kunde als auch als Dienstanbieter auftritt (siehe G-WiN-Szenario 2.1), ist die Verfolgung des Bearbeitungszustands einer Störung eine sehr wichtige Funktion. Tritt eine Störung bezüglich des abonnierten Dienstes auf und wird dazu eine Problemmeldung beim korrespondierenden Dienstanbieter abgesetzt, muß ständig überwacht werden, inwieweit diese Störung sich auf die eigenen, angebotenen Dienste auswirkt. Eine wesentliche Aufgabe dabei ist sicherlich, den aktuellen Bearbeitungszustand und die erwartete Störungsdauer abzufragen.

Weiterleiten von neuen Problemen und von Zustandsänderungen: Der Dienstanbieter muß an der CSM-Schnittstelle den Kunden über neue Probleme, Störungen oder Wartungsarbeiten benachrichtigen. Gerade in Hinblick darauf, daß der Kunde den abonnierten Dienst als Basisdienst für einen eigenen, darauf aufsetzenden Mehrwertdienst verwendet, muß der Kunde in der Lage sein, über aktuelle Probleme schnell informiert zu werden, um auf eventuelle Auswirkungen auf seine selbst angebotenen Dienste rechtzeitig reagieren zu können. Der gleiche Sachverhalt ist auch für die Benachrichtigung über Zustandsänderungen des aktuellen Bearbeitungsstandes gültig. Der Kunde ist für den effizienten Betrieb seiner lokalen

Umgebung und seiner selbst erbrachten Dienste auf diese Benachrichtigungen angewiesen. Sämtliche Zustandsänderungen müssen in einer zwischen Kunde und Dienstanbieter einvernehmlichen Art und Weise stattfinden. Insbesondere im Falle der Fehlerbehebung muß dem Kunden die Möglichkeit gegeben werden, die Behebung zu überprüfen und die ungestörte Dienstnutzung zu testen.

Historie über Problemmeldungen: Der Kunde muß in der Lage sein, eine historische Übersicht über sämtliche Problemmeldungen zu erhalten. Diese Übersicht kann als Nachweis der vereinbarten Dienstgüte herangezogen werden, gibt aber auch weiterhin Aufschluß darüber, welche Fehler häufig aufgetreten sind. Werden häufig auftretende Fehler in einer Wissensdatenbank gespeichert (z.B. innerhalb eines Trouble Ticket Systems), können sie die Dauer des Bearbeitungsprozesses erheblich verringern. Durch den Vergleich des aufgebauten Wissensbestandes mit aktuellen Problemfällen lassen sich bekannte Fehlerfälle identifizieren.

Alle diese Funktionen operieren auf einer gemeinsamen Datenstruktur, einem sogenannten Trouble Report. Ein Trouble Report beschreibt dabei sowohl Fehler-, Störungs- oder Problemmeldungen als auch regelmäßige oder außerordentliche Wartungsarbeiten.

Die Aufgabe der CSM-Architektur ist es, die oben geforderten Funktionen an der CSM-Schnittstelle den Kunden anzubieten. Im Kontext des CSM-Organisationsmodells bedeutet das, daß diese Funktionen vom Operative CSM-Provider am Referenzpunkt CSM-RP dem CSM-User bereitgestellt werden müssen (siehe Abbildung 4.13). Der Problem Manager ist der zentrale Ansprechpartner für den Operative CSM-Provider für das gesamte Problem Management innerhalb der CSM-Architektur. Über den Referenzpunkt Problem-RP kann der Operative CSM-Provider Problem-, Fehler- und Wartungsmeldungen eingeben, abfragen, modifizieren und stornieren. Zusätzlich wird er an diesem Referenzpunkt vom Problem Manager über neue Meldungen informiert.

Der Problem Manager ist aber neben diesen Aufgaben auch für das gesamte interne Fehlermanagement des Dienstanbieters verantwortlich. Wie die Szenarien in Abschnitt 2.1 zeigen, wird das interne Fehlermanagement und der Help Desk mittels eines Trouble Ticket Systems unterstützt. Ein Trouble Ticket System kann als ein Workflowmanagementsystem speziell für das Fehlermanagement angesehen werden, um Fehlerfälle systematisch zu erfassen und den darauf folgenden Bearbeitungsprozeß zu dokumentieren. Zusätzlich übernimmt ein Trouble Ticket System auch eine Reihe von Funktionen, die an der Schnittstelle zwischen Kunde und Dienstanbieter stattfinden (siehe oben). Existierende Produkte wie z.B. ARS von Remedy bieten auch Schnittstellen für Kunden an. Diese Schnittstellen ermöglichen zwar einen bidirektionalen Informationsfluß zwischen Kunde und Dienstanbieter, basieren aber auf keiner weitergehenden Integration mit anderen Managementsystemen, z.B. mit Datenbanken zur Kunden- und Dienstverwaltung.

Um dieses Defizit zu vermeiden, werden vom Operative CSM-Provider Fehler-, Störungs- und Wartungsmeldungen nicht nur einfach zwischen dem Problem Manager und dem CSM-User weitergeleitet, sondern die auszutauschenden Trouble Reports mit notwendigen und wichtigen Informationen angereichert. Dazu greift der Operative CSM-Provider über den Referenzpunkt

Admin-RP auf dienst- und kundenspezifische Informationen zurück, die vom Administrative Provider bereitgestellt werden. Damit kann der Operative CSM-Provider beispielsweise beim Eingeben einer Problemmeldung durch den CSM-User den generierten Trouble Report bereits beim Erstellen automatisch mit Kunden- und Vertragsinformationen füllen und dem Problem Manager somit zeitintensive Informationssuche danach ersparen. Diese Dienst- und Kundeninformationen werden dem Operative CSM-Provider am Referenzpunkt Admin-RP vom Administrative Provider bereitgestellt (siehe Abschnitt 4.5.2).

Trouble Report Format

In [LaNe 99] wurde aufgezeigt, daß existierende Trouble Report Formate, wie sie beispielsweise die ITU in der Empfehlung X.790 [ITU X.790], das TMF in den oben erwähnten Dokumenten ([NMF 501, NMF 601]) oder die IETF im RFC 1297 [RFC 1297] vorschlagen, nicht für den Einsatz an einer CSM-Schnittstelle geeignet sind. Dies liegt im wesentlichen darin begründet, daß alle Ansätze aus einer sehr Dienstanbieter-bezogenen Sichtweise ihre jeweiligen Formate festlegen und darüber hinaus die Ansätze der ITU und des TMF auf Telekommunikationsdienste spezialisiert sind.

Daher wird in [LaNe 99] eine Methodik eingeführt, die auf obigen Ansätzen aufsetzt und zusätzlich die Datenstrukturen existierender Trouble Ticket Systeme wie z.B. Remedy ARS [Remedy] oder GNATS [OsB. 96] berücksichtigt. Das Ergebnis ist ein dienstunabhängiges und speziell auf die Bedürfnisse an der CSM-Schnittstelle ausgerichtetes Trouble Report Format (siehe Abbildung 4.39).

Aus den obigen Anforderungen lassen sich zwei Klassen von Problemmeldungen extrahieren: auf der einen Seite reine Störungsmeldungen, die sowohl vom Kunden als auch vom Dienstanbieter initiiert werden können, und auf der anderen Seite Wartungsmeldungen, die nur vom Dienstanbieter abgesetzt werden können. Basierend auf dieser Tatsache werden ein `ITTroubleReport` zur Modellierung von Störungsmeldungen und ein `ProviderTroubleReport` zur Beschreibung von Wartungsmeldungen eingeführt. Beide Reports werden als Klassen beschrieben und ihre Gemeinsamkeiten werden in der abstrakten Oberklasse `CSMTroubleReport` zusammengefaßt. Alle drei Klassen werden in das CSM-Informationsmodell dahingehend eingebunden, daß sie von `ManagedElement` abgeleitet werden und mittels der Assoziation `AffectedServices` (siehe unten) zwischen `CSMTroubleReport` und `Service`) Diensten zugeordnet werden.
Der `CSMTroubleReport` beschreibt allgemeine Eigenschaften einer Fehler-, Störungs-, Problem- oder Wartungsmeldung in einer dienst- und anbieterunabhängigen Weise:

Activity: Dieses Attribut beschreibt sämtliche Tätigkeiten zur Dokumentation der Bearbeitung eines Trouble Reports. Unter diesen Tätigkeiten werden nicht nur die mit der Fehlerbehebung direkt verbundenen Maßnahmen verstanden, sondern auch allgemeine Tätigkeiten, wie zum Beispiel auch Rückfragen beim Kunden zur Fehlereingrenzung. Dieses Attribut setzt sich aus einer Beschreibung der durchgeführten Tätigkeit, der Person, die die Tätigkeit durchgeführt hat, den Zeitpunkt der Durchführung und dem neuen Zustand des Reports

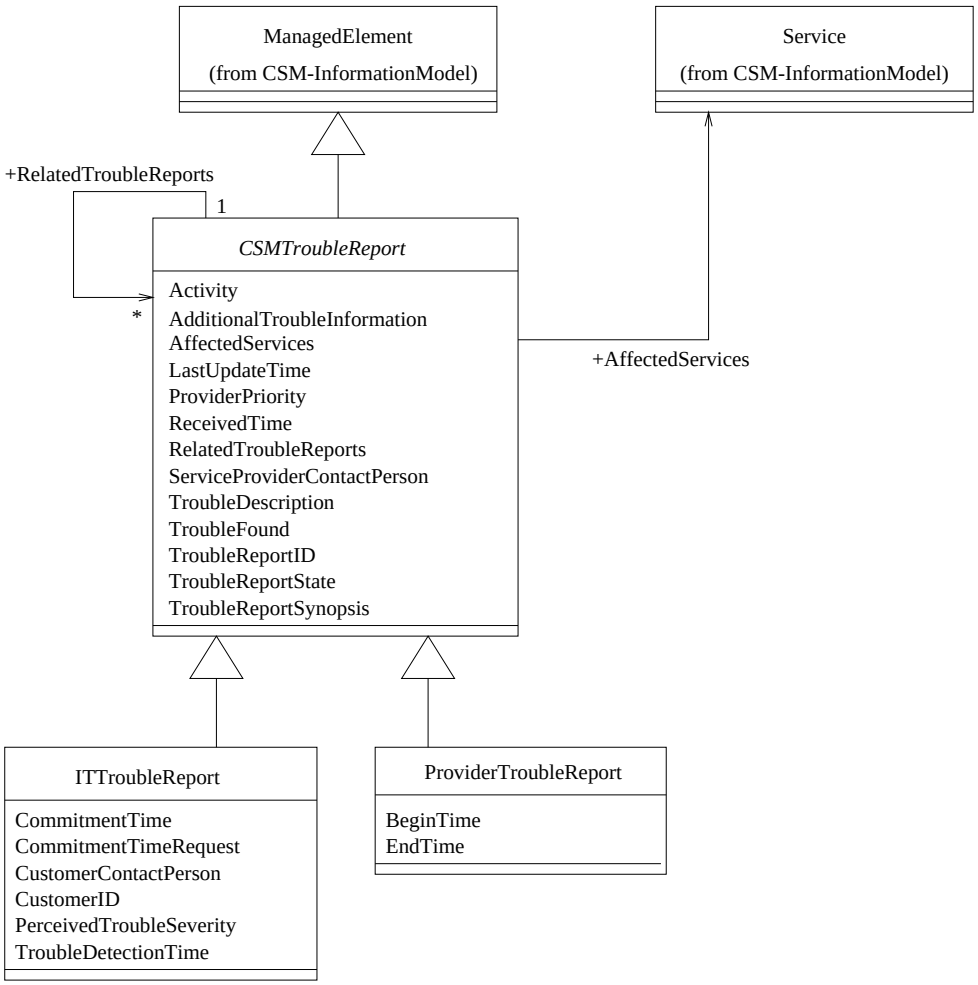

Abbildung 4.39: Format des Trouble Reports

zusammen. Die Beschreibung der Tätigkeit orientiert sich nicht wie bei [NMF 601] an einem vordefiniertem Code, sondern wird mittels freier Textform modelliert. Vordefinierte Maßnahmen sind im TK-Umfeld durch die ITU standardisiert, aber im heterogenen und dynamischen IT-Umfeld bei ISPs nicht anzutreffen bzw. durchsetzbar.

AdditionalTroubleInformation: Dieses Attribut bietet Kunden bzw. Anbietern die Möglichkeit, neben der eigentlichen Beschreibung des Problems (siehe `TroubleDescription`) zusätzliche Informationen zu dokumentieren.

AffectedServices: Dieses Attribut kennzeichnet den (oder die) betroffenen Dienst(e). Es enthält eine Liste von Identifikatoren, die die betroffenen Dienste eindeutig bezeichnen (Assoziation `AffectedServices`).

LastUpdateTime: Dieses Attribut gibt Auskunft über den Zeitpunkt der letzten Änderung bezüglich des Trouble Reports. Dies ist unabhängig davon, wer die letzte Änderung vorgenommen hat, der Kunde oder der Anbieter.

ProviderPriority: Hiermit wird die Dringlichkeit bezeichnet, mit welcher der Dienstanbieter an der Bearbeitung des Reports arbeitet. Das Attribut kann folgende Werte einnehmen: `high, medium, low, unknown`. Diese Attribut ist nicht mit der `PerceivedTroubleSeverity` (siehe unten) zu verwechseln, mit welchem der Kunde seine Dringlichkeit zum Ausdruck bringen kann.

ReceivedTime: Dieses Attribut dokumentiert den Zeitpunkt, zu dem der Dienstanbieter den Trouble Report empfangen hat. Zusammen mit der `CommitmentTime` kann die gesamte Bearbeitungsdauer berechnet werden und ist somit gerade vor dem Hintergrund von maximalen Fehlerbearbeitungszeiten und Verfügbarkeitsberechnungen eine wichtige Information.

RelatedTroubleReports: Hiermit wird vom Dienstanbieter eine Liste von schon existierenden Trouble Reports angegeben, um auf verwandte Reports aufmerksam zu machen (Assoziation `RelatedTroubleReports`). Dies ist sowohl für den Kunden interessant, um die Tragweite der dokumentierten Störung anhand der zusätzlichen Reports detailliert nachvollziehen zu können, aber auch für den Dienstanbieter selbst, um den Fehlerbehebungsprozeß dadurch zu vereinfachen, indem möglichst viele Symptome in einen Zusammenhang gesetzt werden. Dabei muß sichergestellt sein, daß für einen Kunde nicht die Reports eines anderen Kunden einsehbar sind, d.h. daß die Mandantenfähigkeitsanforderungen nicht verletzt wird.

ServiceProviderContactPerson: Dieses Attribut kennzeichnet die jeweilige Person des Dienstanbieters, die gerade für die Bearbeitung des Reports verantwortlich ist.

TroubleDescription: Dieses Attribut gibt detaillierte Auskunft über den eigentlichen Inhalt des Reports. Kunde und Dienstanbieter dokumentieren hiermit Fehler, Störungen, Probleme oder auch allgemeine Anfragen.

TroubleFound: Dieses Attribut beschreibt die Ursache für das in `TroubleDescription` dokumentierte und identifizierte Symptom. Das Attribut wird erst dann gesetzt, falls der TRState (siehe unten) in den Zustand `Cleared` wechselt und somit die Behebung des Problems angezeigt wird.

TroubleReportID: Ein eindeutiger Identifikator zur Referenzierung des Trouble Reports.

TroubleState: Dieses Attribut beschreibt die grundlegenden fünf Zustände, in denen sich der Report befinden kann. Diese Zustände bezeichnen den aktuellen Bearbeitungszustand des Trouble Reports (siehe Abbildung 4.40). Nachdem ein Trouble Report erstellt wird, ist es entweder im Zustand `Queued` oder `Open`. Der Zustand `Queued` kennzeichnet, daß die Bearbeitung des Reports noch nicht begonnen hat. Der Zustand `Open` beschreibt, daß ein Trouble Report bearbeitet wird, d.h., daß an der Entstörung des dokumentierten Fehlers gearbeitet wird. Falls der Bearbeitungsprozeß unterbrochen wird, z.B. durch Rückfragen bei Kunden oder anderen Organisationen (z.B. Herstellern, anderen Anbietern, ...) wechselt der Zustand auf `Deferred`. Ist die Ursache des mit einem Trouble Report dokumentierten Problems behoben, wechselt der Zustand von `Open` zu `Cleared`. Ein Report wird erst

geschlossen, d.h. der Zustand wechselt zu `Closed`, wenn der Ersteller des Reports (üblicherweise der Kunde) die Behebung des Fehlers bestätigt oder der Report storniert wurde (`Cancel`).

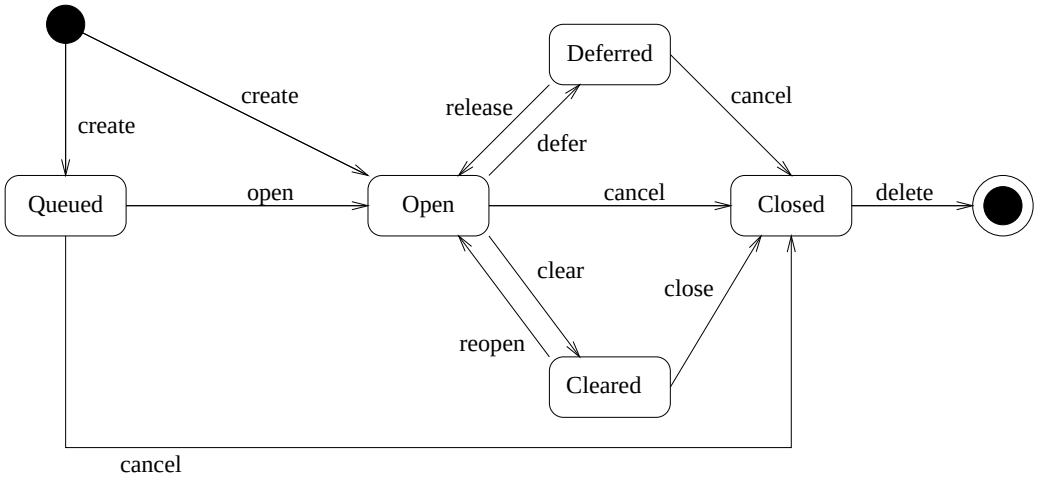

Abbildung 4.40: Zustandsdiagramm bezüglich des TRState nach [NMF 601]

TroubleReportSynopsis: Eine Kurzbeschreibung des Inhalts des Reports.

Ein `ITTroubleReport` beschreibt eine Fehler-, Störungs- oder Problemmeldung bezüglich eines Dienstes. Es kann sowohl vom Kunden als auch von Dienstanbieter abgesetzt werden.

CommitmentTime: Dieses Attribut beinhaltet den Zeitpunkt, zu dem der Report geschlossen wird, d.h. sich Kunde und Dienstanbieter über die Beseitigung des Problems verständigen.

CommitmentTimeRequest: Mit diesem Attribut kann der Verfasser des Reports einen Zeitpunkt angeben, an dem das dokumentierte Problem aus seiner Sicht behoben sein soll.

CustomerContactPerson: Dieses Attribut beschreibt diejenige Person, die mit der Behebung des dokumentierten Problem auf Kundenseite verantwortlich ist.

CustomerID Dieses Attribut kennzeichnet den Kunden des betroffenen Dienstes (siehe `AffectedServices`). Dieser eindeutige Identifikator wird vom Dienstanbieter vergeben.

PerceivedTroubleSeverity: Dieses Attribut bezeichnet die Priorität, mit der der Kunde die Bearbeitung aus seiner Sicht wünscht.

TroubleDetectedTime: Beschreibt den Zeitpunkt, zu welchen der Verfasser dieses Reports das Symptom zum ersten Mal beobachtet hat.

Der Dienstanbieter nutzt ein `ProviderTroubleReport`, um regelmäßige oder außerplanmäßige Wartungsarbeiten und deren Auswirkungen auf die jeweiligen betroffenen Dienste anzukündigen.

BeginTime: Zeitpunkt des Beginns der Wartungsarbeit.

EndTime: Voraussichtliches Ende der Wartungsarbeiten.

Trouble Report Funktionen

Der im vorherigen Abschnitt vorgestellte Trouble Report ist das zentrale Austauschformat zwischen allen beteiligten Rollen, um einem Fehler zu melden und den Bearbeitungsprozeß zu dokumentieren. In diesem Abschnitt wird für alle beteiligten Rollen beschrieben, welche Operationen sie jeweils auf einem Trouble Report ausführen können und in welchen zeitlichen Zusammenhang diese Operationen stehen.

Erstellen von Trouble Reports: Für die Eingabe eines Trouble Reports müssen zwei Fälle unterschieden werden: Einerseits ist der Provider in der Lage, den Kunden über aufgetretene Störungen zu informieren, andererseits muß aber auch der Kunde die Möglichkeit haben, eine Problemmeldung beim Dienstanbieter abzusetzen.

1.Fall: Für die Implementierung der CSM-Schnittstelle ist der erste Fall einfacher, da hauptsächlich dienstanbieter-interne Aktionen stattfinden, die für die Realisierung der CSM-Schnittstelle nicht relevant sind. Denn falls der Dienstanbieter eine Störung vor dem Kunden entdeckt, wird er in seinem Trouble Ticket System diese als Trouble Report dokumentieren und somit seinen etablierten, internen Workflow anstoßen. Dazu wird er u.a. analysieren, welche Ressourcen, wichtiger aber, welche Dienste von der Störung betroffen sind. Anschließend müssen alle Kunden, die einen betroffenen Dienst abonniert haben, von der Störung benachrichtigt werden, d.h. über den erstellten Trouble Report informiert werden. In

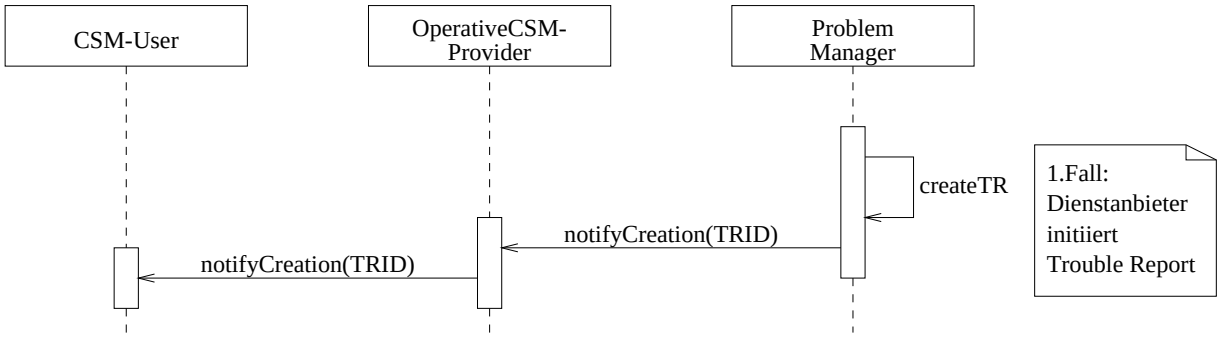

Abbildung 4.41: Workflow zur Eingabe von Trouble Reports (1.Fall)

Abbildung 4.41 ist dieser Sachverhalt anhand der Rollen des CSM-Organisationsmodells dargestellt. Der Problem Manager identifiziert die betroffenen Dienste und somit Kunden und erstellt für jeden Kunden einen individuellen Trouble Report. Anschließend informiert er alle betroffenen CSM-User, indem er beim Operative CSM-Provider ein `notifyCreation` absetzt und der Operative CSM-Provider diese wiederum an die selektierten CSM-User weiterleitet (Der Notification Service definiert die Details dieses Benachrichtigungsschemas).

2.Fall: Abbildung 4.42 stellt den Fall dar, daß ein Kunde eine Problemmeldung beim Dienstanbieter absetzt. Dazu wird vom CSM-User ein `createTR` beim Operative CSM-Provider aufgerufen. Dieser Aufruf beinhaltet die Attribute `AdditionalTroub-`

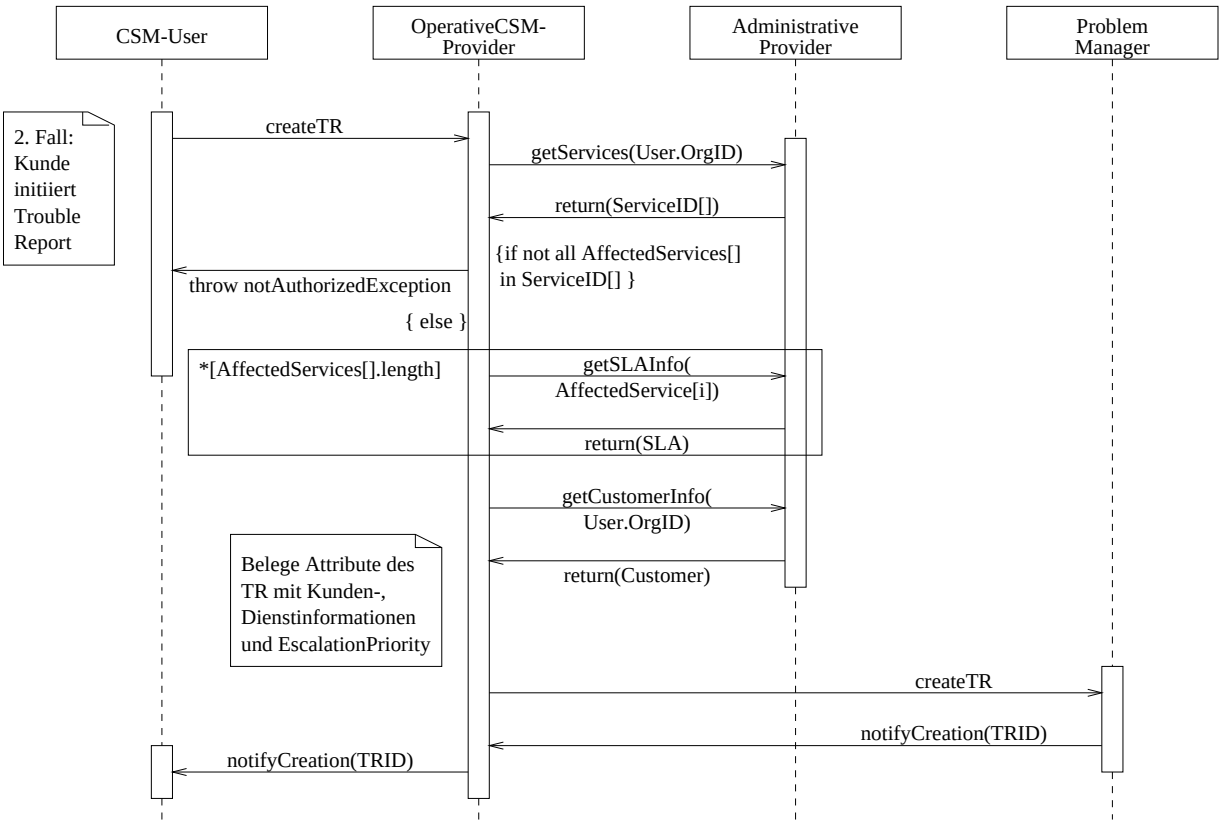

Abbildung 4.42: Workflow zur Eingabe von Trouble Reports (2.Fall)

`leInformation`, `AffectedServices`, `TroubleDescription`, `TroubleReportSynopsis`, `CommitmentTimeRequest`, `CustomerContactPerson`, `CustomerTroubleReportID`, `PerceivedTroubleSeverity` und `TroubleDetectionTime`. Der Operative CSM-Provider überprüft zuerst, ob der CSM-User überhaupt zu den angegebenen `AffectedServices` Zugriffsrechte hat. Dies erfolgt, indem er beim Administrative Provider die abonnierten Dienste der Kundenorganisation des CSM-Users abfragt (`getServices(User.OrgID)`). Anschließend überprüft er, ob alle unter `AffectedServices[]` angegebenen Dienste auch in der Liste der abonnierten Dienste (`ServiceID[]`) enthalten sind. Ist dies nicht der Fall, löst der Operative CSM-Provider eine `notAuthorizedException` aus, im anderen Fall ergänzt er den bisherige Report um weitere Informationen (siehe Abbildung 4.42): Der Operative CSM-Provider holt sich zuerst Informationen bezüglich aller betroffenen Dienste `getServiceInfo(AffectedServices[])` und des betroffenen Kunden `getCustomerInfo(User.OrgID)`. Die Ergebnisse dieser beiden Anfragen werden dem Attribut `AdditionalTroubleInformation` beigefügt und stellen wichtige Informationen, z.B. über den Dienstzugangspunkt, die vereinbarten Eskalationsmechanismen, usw. dar, die ein Bearbeiter des Reports benötigt. Anschließend wird die Dringlichkeit gesetzt, mit der der Report bearbeitet werden soll. Die Dringlichkeit wird im Attribut `ProviderPriority`

abgelegt und wird aus dem Attribut `EscalationPriority` der Klasse `SLA` gewonnen. Dazu werden alle `EscalationPriority` Attribute der betroffenen Dienste (diese liegen bereits vor, denn sie wurden zuvor mittels `getSLAInfo(AffectedService[i])` berücksichtigt und die höchste Priorität ausgewählt. Schließlich belegt der Operative CSM-Provider das Attribut `CustomerID` mit dem entsprechenden Kundenidentifikator des CSM-User. Anschließend wird der aufbereitete Report zum Problem Manager weitergeleitet (`createTR`). Dieser wird in seinem lokalen Trouble Ticket System ein entsprechenden Report öffnen und es werden die Attribute `ReceivedTime`, `RelatedTroubleReport`, `ServiceProviderContactPerson`, `TroubleReportID` und `TroubleState` ergänzt. Anschließend wird, wie auch im ersten Fall, der CSM-User über den Operative CSM-Provider über die Erstellung des Reports informiert (`notifyCreation`).

Stornieren / Modifizieren von Trouble Reports: Die Stornierung bzw. Modifikation von existierenden Trouble Reports kann sowohl vom Kunden als auch vom Dienstanbieter initiiert werden (siehe Abbildung 4.43). Die Identifikation des zu stornierenden bzw. verändernden Reports erfolgt über die `TroubleReportID`. Erfolgt die Initiierung dieser Operationen von Seiten des CSM-Users (1.Fall), muß vom Operative CSM-Provider zuerst eine Berechtigungsüberprüfung durchgeführt werden. Dazu holt sich der Operative CSM-Provider den angegebenen Trouble Report vom Problem Manager. Anschließend vergleicht er das Attribut `CustomerID` des Reports mit der Kundenidentität des CSM-Users. Kann der anfragende CSM-User nicht dem im Report beschriebenen Kunden zugeordnet werden, wird eine `notAuthorizedException` ausgelöst. Damit wird vermieden, daß ein Kunde die Trouble Reports eines anderen Kunden bearbeiten kann. Andernfalls wird die Stor-

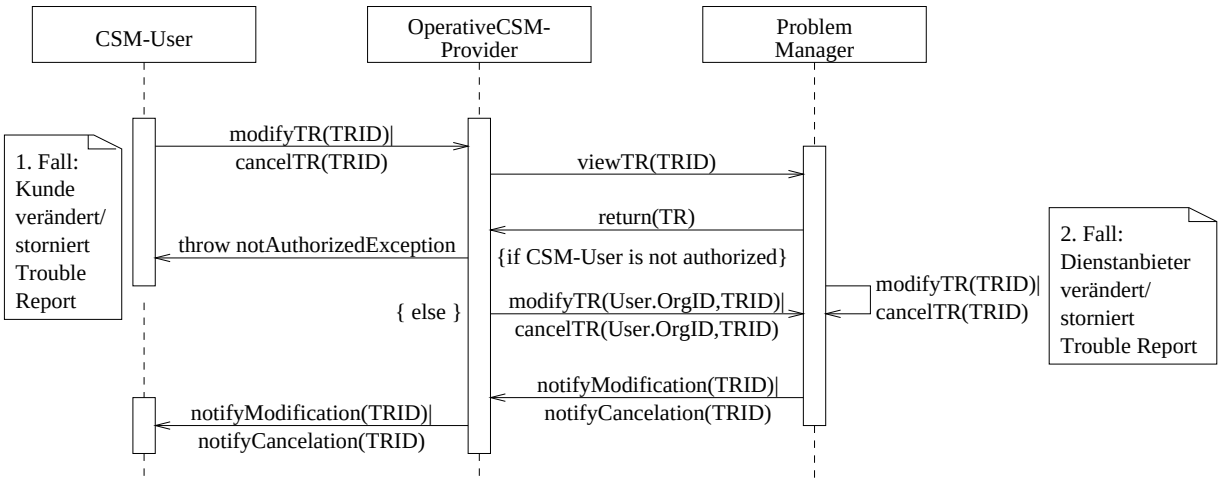

Abbildung 4.43: Workflow zum Verändern/Stornieren von Trouble Reports

nierung/Veränderung veranlaßt, d.h. zum Problem Manager weitergeleitet. Von dieser Stelle gleicht die Bearbeitung einer Veränderung bzw. Stornierung dem 2. Fall, d.h. der Dienstanbieter initiiert die Stornierung/Veränderung selbst. Im Falle einer Stornierung schließt der

Problem Manager den Report und informiert auf Basis des Notification Services die betroffenen CSM-User (`notifyCancelation`). Im Falle einer Modifikation verändert der Problem Manager die gewünschten Attribute und paßt zusätzlich die Attribute `Activities` und `LastUpdateTime` an. Anschließend benachrichtigt er die betroffenen CSM-User (`notifyModification`).

Abfrage von Trouble Reports: Für die Abfrage von Trouble Reports können drei Möglichkeiten unterschieden werden. Einerseits die Abfrage aller aktuellen Reports, die zu einem abonnierten Dienst eines Kunden vorliegen (`listTR`), andererseits die Abfrage aller geschlossenen Reports eines Dienstes (`listClosedTR()`) und schließlich die Abfrage aller Attribute eines vorgegebenen Reports (`viewTR`). Diese Abfragen erfolgen im Unterschied zur Stornierung/Modifikation synchron, d.h. das Ergebnis wird nicht als Notifikation verschickt, sondern als Rückgabeparameter der Operation (siehe Abbildung 4.44). Ein `listTR` bzw. `listClosedTR()` gibt zu einem ausgewählten Dienst eine Liste von `TroubleReportID` zurück, die die zu diesem Dienst aktuell existierenden bzw. die geschlossenen Trouble Reports kennzeichnen. Zur Überprüfung der Berechtigung holt sich der Operative CSM-Provider zuerst eine Liste mit allen abonnierten Diensten zu der Kundenorganisation des CSM-Users. Ist der angegebene Dienst dort nicht enthalten, wird eine `notAuthorizedException` ausgelöst. Andernfalls wird die Anfrage um die entsprechende Kundenkennung des CSM-Users ergänzt und der Problem Manager generiert für die angegebenen Parameter (`User.OrgID, ServiceID`) die Liste der existierenden Reports. Falls keine Reports vorliegen wird eine leere Liste zurückgegeben. Die Berechtigungsüberprüfung für die Abfrage von dedizierten Reports gestaltet sich gegenüber der Auflistung von Reports einfacher: Der Operative CSM-Provider leitet die Anfrage (`viewTR`) an den Problem Manager weiter und überprüft anhand des u.a. zurückgelieferten `CustomerID` Attributs, ob die Kundenkennung des CSM-User mit diesem Attribut übereinstimmt. Stimmen die beiden Werte nicht überein, wird eine `notAuthorizedException` ausgelöst, andernfalls wird der Trouble Report zum CSM-User weitergeleitet.

Verifikation und Löschen eines Trouble Reports: Nachdem der Dienstanbieter die mit einem Trouble Report dokumentierten Störung behoben hat, wird der Report nicht sofort geschlossen, sondern erst dem Kunden die Möglichkeit gegeben, sich von der nun vorliegenden, fehlerfreien Dienstnutzung zu überzeugen. Falls beim Kunden die Störung trotzdem noch vorliegt, wird der Bearbeitungsprozeß erneut angestoßen. Andernfalls wird der Trouble Report geschlossen. Dieser Sachverhalt ist in Abbildung 4.45 mit den involvierten Rollen des CSM-Organisationsmodells dargestellt: Der Problem Manager informiert mittels des Operative CSM-Provider den USM-User über die Behebung der Störung (`notifyStatusUpdate(TRID,cleared)`). Daraufhin überprüft der CSM-User, inwieweit aus seiner Sicht die Störung tatsächlich behoben ist. Stellt er eine uneingeschränkte Dienstnutzung fest, benachrichtigt er den Operative CSM-Provider darüber (`verifyTR(TRID)`). Die Weiterleitung, Validierung und Bearbeitung dieser Operation erfolgt in Analogie zur Stornierung/Modifikation mit dem Ergebnis, daß der CSM-User mittels einer `notifyCloseOut(TRID)` Benachrichtigung über den geschlossenen Report informiert wird. Alle

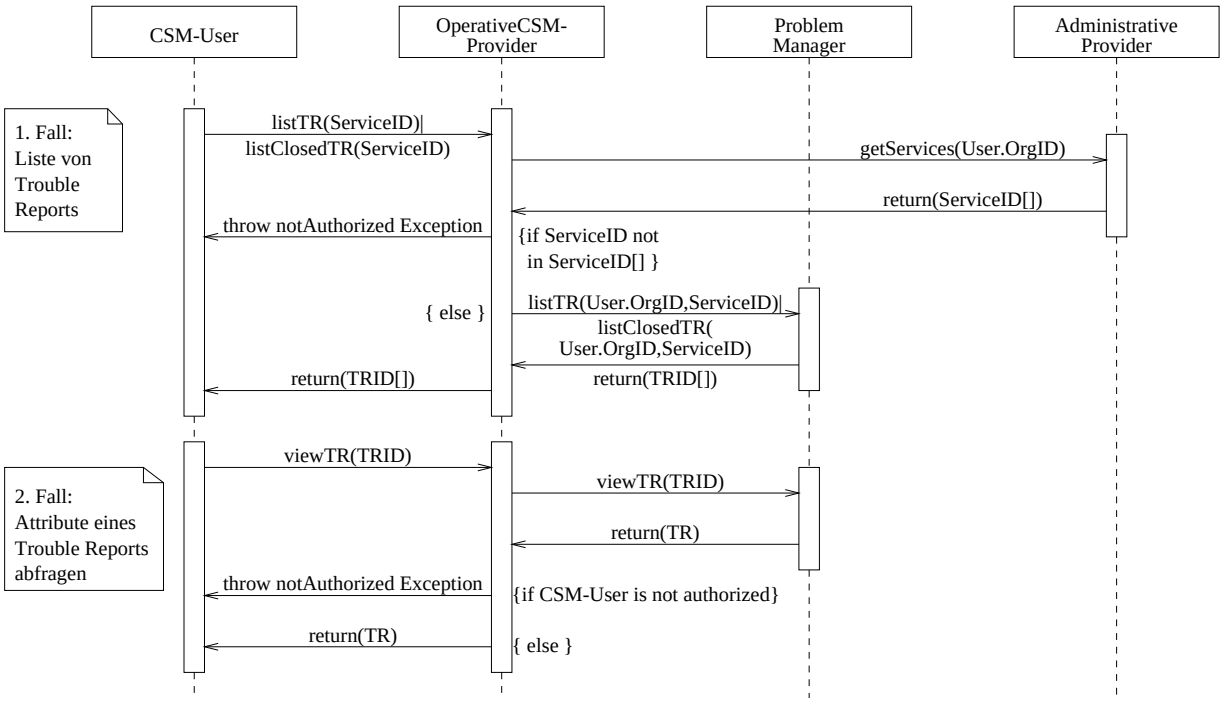

Abbildung 4.44: Workflow zur Abfrage von Trouble Reports

Benachrichtigungen erfolgen auf Basis des vom Notification Service festgelegten Schemas.

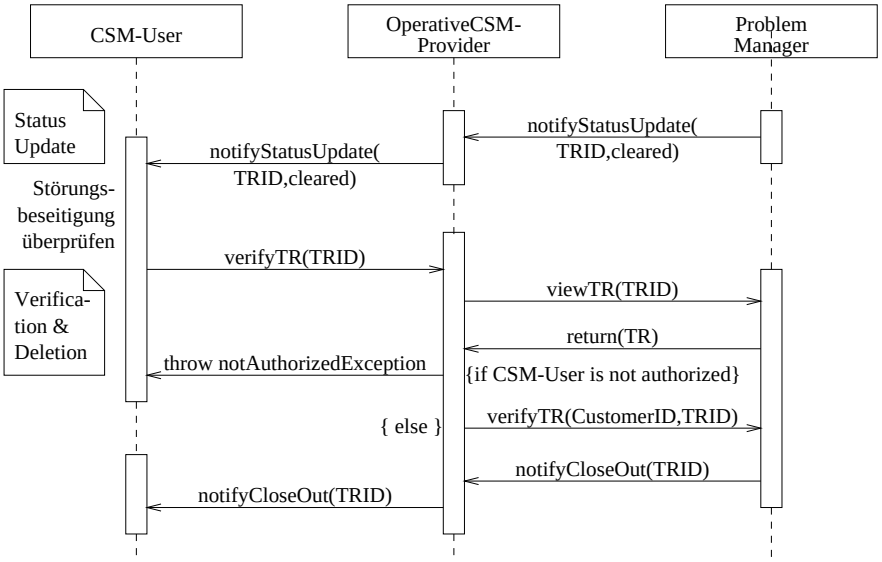

Abbildung 4.45: Workflow zur Verifikation und Löschung von Trouble Reports

Die in diesem Abschnitt vorgestellten Funktionen beschreiben, wie der Fehlerbearbeitungsprozeß zwischen Kunde und Dienstanbieter realisiert werden kann. Die in den Abbildungen 4.41,

4.42, 4.43, 4.44 und 4.45 dargestellten Sequenzdiagramme zeigen die für das Problem Management innerhalb der CSM-Architektur notwendigen Informationsflüsse zwischen allen beteiligten Rollen auf.

Ausprägung der involvierten Referenzpunkte

Nachdem im vorherigen Abschnitt die Trouble Report Funktionen vorgestellt wurden, werden in diesem Abschnitt die daraus resultierenden Schnittstellen an den Referenzpunkten spezifiziert. Wie in Abbildung 4.13 dargestellt, sind im Zuge des Problem Management die Referenzpunkte CSM-RP, Problem-RP und Admin-RP involviert.

Für jeden dieser Referenzpunkte werden im folgenden bereits existierende Schnittstellen erweitert oder bei Bedarf neue Schnittstellen spezifiziert, die von den jeweils assoziierten Rollen zu implementieren sind. Diese Schnittstellen stellen zusammen mit den Trouble Report Funktionen den Funktionsbereich Problem Management innerhalb des CSM-Funktionsmodells dar.

Bei genauerer Analyse der Interaktionen, die an den Referenzpunkten CSM-RP und Problem-RP stattfinden, kann festgestellt werden, daß im wesentlichen dort syntaktisch die gleichen Schnittstellen vorzufinden sind, die sich semantisch dadurch unterscheiden, daß am CSM-RP als Mehrwert gegenüber dem Problem-RP Zugriffsrechte durchgesetzt werden. Darüberhinaus entsprechen diese Schnittstellen ebenfalls inhaltlich den in [NMF 601] definierten Schnittstellen `Customer_TTR` und `TTR_Notification`. Das Interface `Customer_TTR` wird vom Dienstanbieter implementiert und definiert Methoden zum Erstellen, Verändern, Stornieren, Verifizieren und Abfragen von Trouble Reports. `TT_Notification` wird vom Kunden implementiert und von Dienstanbieter aufgerufen, um den Kunden über neue Probleme und Veränderungen an existierenden Reports zu informieren.

Bezogen auf das CSM-Organisationsmodell können diese Interfaces in abgewandelter Form an beiden Referenzpunkten CSM-RP und Problem-RP herangezogen werden (siehe linken Teil von Abbildung 4.46): CSM-User implementiert `CSMTRNotification`, Operative CSM-Provider implementiert sowohl `CSMTR` als auch `PMTRNotification` und der Problem Manager implementiert `PMTR`. Der CSM-User nutzt die `CSMTR` des Operative CSM-Providers, um Reports zu erstellen, abzufragen, zu verändern oder zu stornieren und wird an der selbst implementierten Schnittstelle `CSMTRNotification` vom Operative CSM-Provider über neue bzw. veränderte Reports informiert. Der Operative CSM-Provider wird wiederum an der selbst implementierten `PMTRNotification` Schnittstelle vom Problem Manager über neue bzw. veränderte Reports informiert und kann an der Schnittstelle `PMTR` des Problem Managers Reports erstellen, verändern, stornieren und abfragen. Alle Schnittstellen operieren auf einer gemeinsamen Datenstruktur, dem oben eingeführten `Trouble Report` und den davon abgeleiteten Klassen.

Der bidirektionale Referenzpunkt Problem-RP setzt sich somit aus den zwei Schnittstellen `PMTR` und `PMTRNotification` zusammen, die wechselseitig vom Operative CSM-Provider und vom Problem Manager genutzt und selbst implementiert werden.
Analog setzt sich der Referenzpunkt CSM-RP somit bisher aus den Schnittstellen `CSMTR` und `CSMTRNotification` zusammen, die wechselseitig vom CSM-User und vom Operative CSM-Provider implementiert und genutzt werden.

Die Abhängigkeiten des Operative CSM-Providers vom Referenzpunkt Admin-RP sind in Abbildung 4.46 nicht detaillierter dargestellt, da die Schnittstellen dieses Referenzpunktes schon im Zuge des SLA Managements vorgestellt wurden und innerhalb des Problem Management keine neue Funktionalität hinzugefügt wurde.

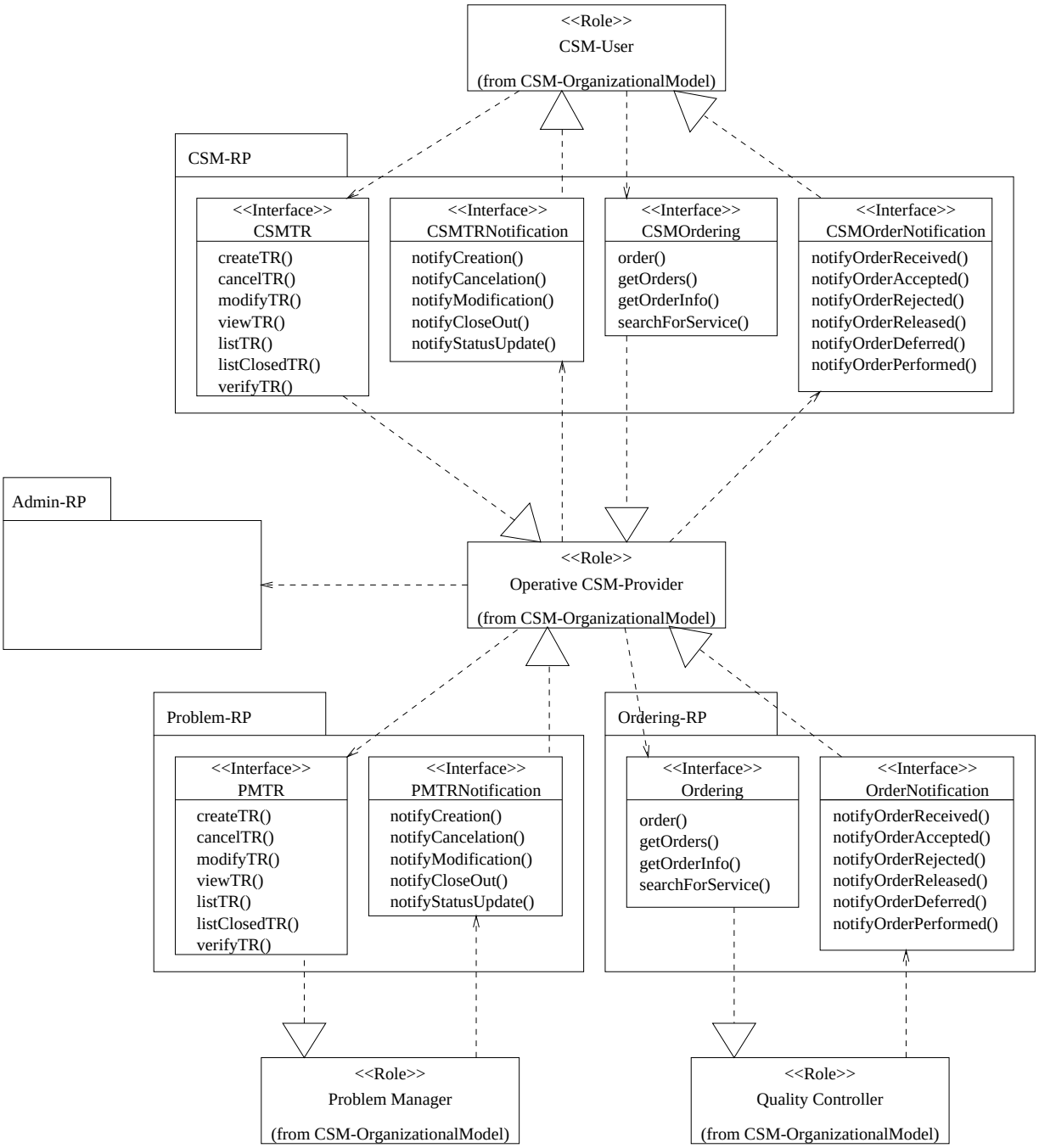

Abbildung 4.46: Ausprägung der Referenzpunkte für das Problem und Order Management

4.5.4 Order Management

Das Order Management innerhalb des CSM-Funktionsmodells umfaßt diejenigen Interaktionen zwischen Kunde und Dienstanbieter, die sich mit der Bestellung, der Stornierung, der Änderung und der Kündigung von Diensten befassen. Das Order Management umfaßt jedoch nicht Vertragsverhandlungen und Vertragsvereinbarungen (d.h. den juristisch verbindlichen Vertragsabschluß), da diese Prozesse heutzutage üblicherweise nicht auf elektronischem Weg stattfinden, sondern durch Repräsentanten der beiden Organisationen durchgeführt werden. Neue Marktanforderungen, ECommerce und Signaturgesetze schaffen jedoch die Grundlage, daß in Zukunft diese Interaktionen auch innerhalb von CSM-Schnittstellen anzutreffen sind. Da jedoch gegenwärtig noch viele Fragen ungelöst sind und ausschließlich technische Insellösungen existieren, sollen und können diese Aspekte im folgenden nicht behandelt werden.

So können für das Order Management folgende Interaktionen identifiziert werden:

Abfrage von Dienstangeboten: An der CSM-Schnittstelle soll der Kunde die Möglichkeit haben, das Angebotsspektrum des Dienstanbieters abzurufen. Der Kunde soll in der Lage sein, sich einen Überblick über die vom Anbieter realisierbaren Dienste zu verschaffen.

Auftrag bezüglich eines Dienstes eingeben: An der CSM-Schnittstelle muß dem Kunden die Möglichkeit gegeben werden, Aufträge bezüglich eines Dienstes einzugeben. Bei diesen Aufträgen kann es sich um die Bestellung eines Dienstes, die Kündigung eines Dienstes, die Änderung eines Dienstes oder die Stornierung eines zuvor bestellten Dienstes handeln. Das Ergebnis einer Bestellung ist der Abschluß einer Dienstvereinbarung zwischen Kunde und Dienstanbieter und die Bereitstellung des Dienstes gemäß diesen Vereinbarungen.

Abfrage von Aufträgen: Der Kunde soll an der CSM-Schnittstelle die Möglichkeit haben, existierende Aufträge abzurufen und sich somit über die Details der Aufträge informieren zu können.

Auftragsbearbeitung verfolgen: Schließlich soll der Kunde über den aktuellen Bearbeitungszustands eines Auftrags informiert werden. Am Ende der Bearbeitung eines Auftrags muß der Kunde benachrichtigt werden, ob der Auftrag zurückgewiesen wurde oder ob der Auftrag im positiven Sinne erledigt wurde.

Diese Interaktionen basieren im wesentlichen auf den in NMF504 *SMART ORDERING: SP to SP Interface Business Agreement* [NMF 504] eingeführten Phasen des Auftragsmanagements zwischen zwei Dienstanbietern. Mit den drei Phasen `Pre-Ordering`, `Ordering` und `Tracking` wird der Informationsfluß im Zuge der Bestellung eines Dienstes durch einen Kunden zwischen zwei Dienstanbietern beschrieben. Obwohl NMF504 eine andere Schnittstelle beschreibt (zwischen zwei Dienstanbietern) können die Aktivitäten innerhalb der drei Phasen auf die Schnittstelle zwischen Kunde und Dienstanbieter übertragen werden. Dies liegt darin begründet, daß innerhalb von NMF504 der Kunde der Initiator der mit diesen Phasen verbundenen Aufgaben ist. Das Abrufen von Angeboten wird der `Pre-Ordering` Phase zugeordnet, das Eingeben von Aufträgen ist die zentrale Funktionalität der `Ordering` Phase und das Abfragen von Aufträgen bzw. den Bearbeitungszustand verfolgen kann der `Tracking` Phase zugeordnet

werden. Ein Defizit von NMF504 ist es allerdings, daß keine Methoden und Datenstrukturen beschrieben werden, die in den drei Phasen zwischen den beteiligten Anbietern aufgerufen bzw. ausgetauscht werden.

Das Objektmodell zum Order Management

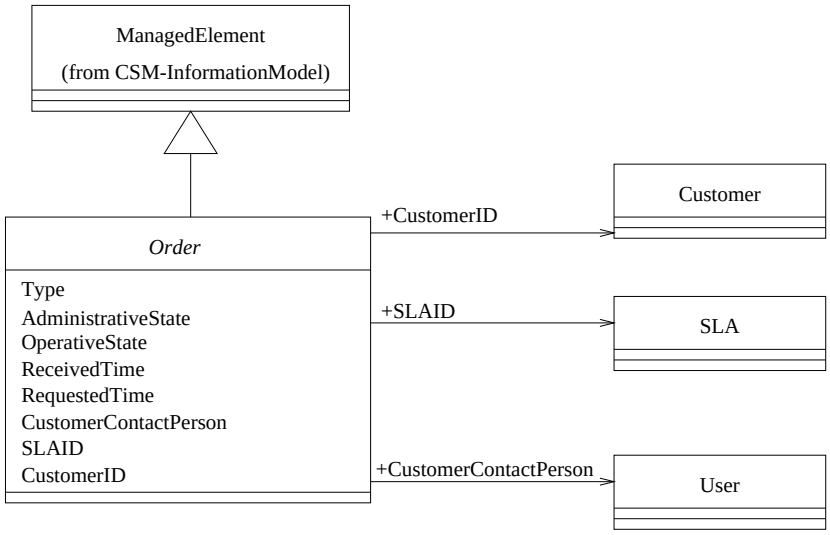

Abbildung 4.47: Das Objektmodell zum Order Management

Ein Auftrag wird innerhalb des CSM-Funktionsmodells mittels der abstrakten Klasse `Order` modelliert (siehe Abbildung 4.47). Die Klasse `Order` beschreibt allgemeine Aspekte, die charakteristisch für alle Arten von Aufträgen sind. Für konkrete Aufträge muß diese Klasse entsprechend verfeinert werden (d.h. es müssen Klassen von `Order` abgeleitet werden), um spezifische Organisations-, Dienst- oder Vertragsgegebenheiten zu berücksichtigen. Ein Auftrag wird durch folgende Attribute gekennzeichnet:

Type: Dieses Attribut kennzeichnet den Typ des Auftrags. Dabei kann es sich um eine Bestellung, Kündigung, Änderung und Stornierung eines Dienstes handeln: `orderRequest, terminateRequest, changeRequest, cancelationRequest`.

AdministrativeState: Der administrative Status beschreibt den aktuellen Auftragszustand: `performed, rejected` und `accepted`. Der Zustand `performed` kennzeichnet, daß der Auftrag durchgeführt ist, `accepted` beschreibt, daß der Auftrag positiv geprüft wurde, aber noch nicht durchgeführt ist, und `rejected` kennzeichnet einen zurückgewiesenen Auftrag.

OperativeState: Der operative Zustand eines Auftrags beschreibt den aktuellen Bearbeitungszustand des Auftrags (siehe Abbildung 4.48). Nachdem ein Auftrag erstellt wurde, ist er im Zustand `OrderReceived`. Anschließend erfolgt die Prüfung auf vertragliche Konformität (`ContractualVerification`), d.h. ob die im Auftrag angegebenen Parameter

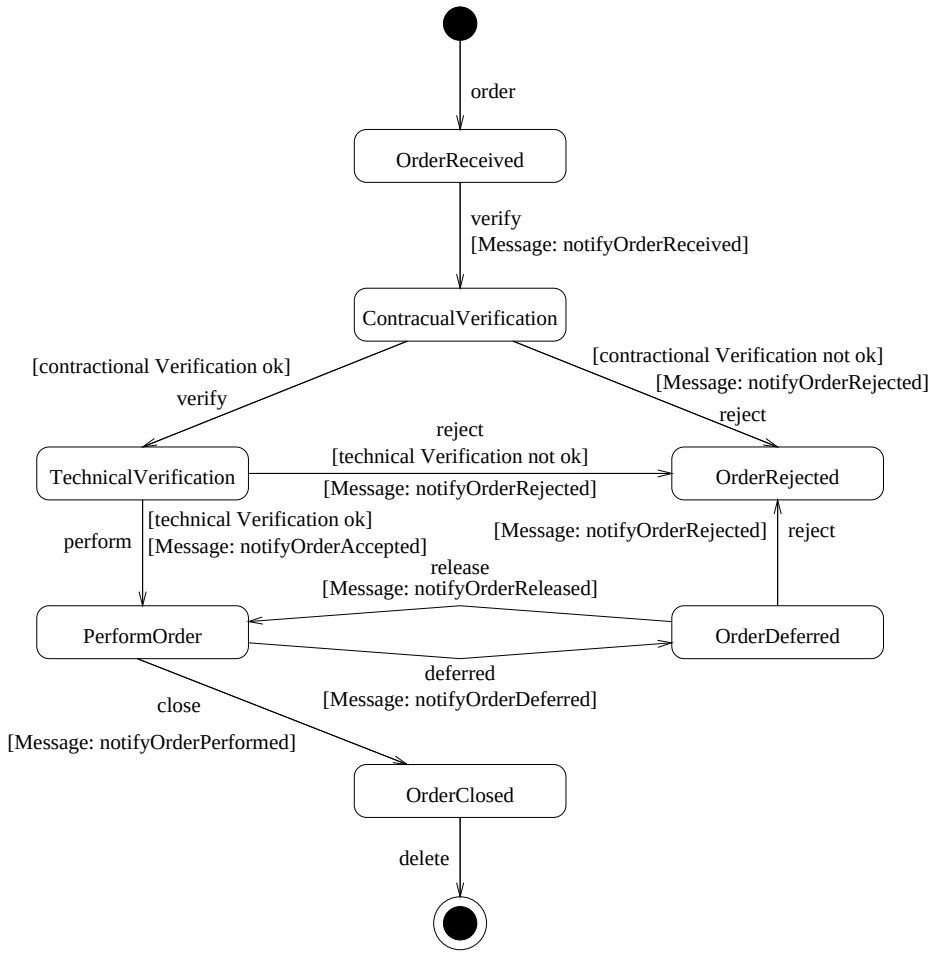

Abbildung 4.48: Zustandsdiagramm bezüglich des `OperativeState`

(z.B. Tarife) vom Dienstanbieter überhaupt zugesichert werden können. Beim Übergang vom Zustand `OrderReceived` zum Zustand `ContractualVerification` wird der Auftraggeber mittels einer `notifyOrderReceived` Meldung über den Eingang des Auftrags benachrichtigt. Fällt die vertragliche Prüfung negativ aus, wird der Auftrag zurückgewiesen. Dazu wechselt der `OperativeState` in den Zustand `OrderRejected` und es wird eine entsprechende Meldung an den Auftraggeber geschickt (`notifyOrderRejected`). Andernfalls wird der Auftrag einer technischen Prüfung unterzogen, d.h. es wird überprüft, ob zum Beispiel genügend freie Ressourcen zur Verfügung stehen, um den Auftrag durchzuführen. Dazu wechselt der `operativeState` in den Zustand `TechnicalVerification`. Fällt die technische Prüfung negativ aus, wird analog zur vertraglichen Prüfung in den Zustand `OrderRejected` gewechselt und eine `notifyOrderRejected` Meldung ausgelöst. Nach erfolgreicher technischer Prüfung wird der Auftrag durchgeführt, d.h. der Zustand wechselt zu `PerformOrder` und die Meldung `notifyOrderAccepted` teilt dem Auftraggeber mit, daß sein Auftrag technisch und vertraglich in Ordnung ist und nun durchgeführt wird. Die Durchführung eines Auftrags kann

aus bestimmten Gründen unterbrochen werden. In diesem Fall wechselt der `operativeState` in den Zustand `OrderDeferred`. Von diesem Zustand aus kann entweder in den Zustand `PerformOrder` zurückgewechselt werden oder in den Zustand `OrderRejected` gewechselt werden, um den Auftrag zurückzuweisen. Bei den Zustandsübergängen werden entsprechend die Meldungen `notifyOrderDeferred, notifyOrderRelease` und `notifyOrderRejected` verschickt. Die erfolgreiche Durchführung des Auftrags wird mittels des Zustands `OrderClosed` gekennzeichnet und entsprechend beim Zustandsübergang eine `notifyOrderPerformed` Meldung verschickt.

ReceivedTime: Dieses Attribut dokumentiert den Zeitpunkt, zu dem der Dienstanbieter den Auftrag empfangen hat.

RequestedTime: Mit diesem Attribut kann der Auftraggeber einen Wunschtermin angeben, zu dem der Auftrag fertig bearbeitet sein soll.

CustomerContactPerson: Dieses Attribut beschreibt den Auftraggeber. Es handelt sich dabei um einen Identifikator auf ein Objekt der Klasse `User`.

SLAID: Dieses Attribut verweist auf die mit diesem Auftrag assoziierten Dienstvereinbarung. Dieses Attribut wird bei einer Bestellung erst beim Übergang in den operativen Zustand `OrderClosed` gesetzt, da vorher noch keine Dienstvereinbarungen vorhanden sind.

CustomerID: Das Attribut `CustomerID` zeigt auf den mit diesem Auftrag assoziierten Kunden. Das Attribut wird dazu herangezogen, um für einen Kunden alle existierenden Aufträge ausgeben zu können.

Die Funktionen zum Order Management

Anfrage von Dienstangeboten: Mit der Methode `searchForService(Pattern)` kann ein CSM-User Informationen über die vom Dienstanbieter realisierbaren Dienste abrufen. Da es im Internet-Umfeld keine standardisierten, formalen Dienstbeschreibungen gibt, liefert diese Funktion eine Beschreibung in freier Textform zurück. Mit `Pattern` kann ein Suchkriterium angegeben werden, wobei die Mächtigkeit dieser Suchfunktionalität aber von Dienstanbieter aufgrund seiner spezifischen Dienste und deren Charakteristika individuell festzulegen ist. Die Bearbeitung dieser Methode erfolgt analog zur Abfrage von Kundeninformationen in Abbildung 4.33. Der Operative CSM-Provider leitet die Anfrage an den Administrative Provider weiter und gibt die Ergebnisse an den aufrufenden CSM-User zurück.

Auftrag bezüglich eines Dienstes eingeben: Wie in Abbildung 4.49 dargestellt ist, kann ein CSM-User beim Operative CSM-Provider einen Auftrag bezüglich eines Dienstes eingeben. Für eine Bestellung eines neuen Dienstes müssen dazu die folgenden Attribute der Klasse `Order` angegeben werden: `Type, Description` und `RequestedTime`. Bezüglich einer Kündigung, Stornierung oder Änderung muß zusätzlich das Attribut `SLAID` zur Identifikation der betroffenen Dienstvereinbarung und somit des assoziierten Dienstes

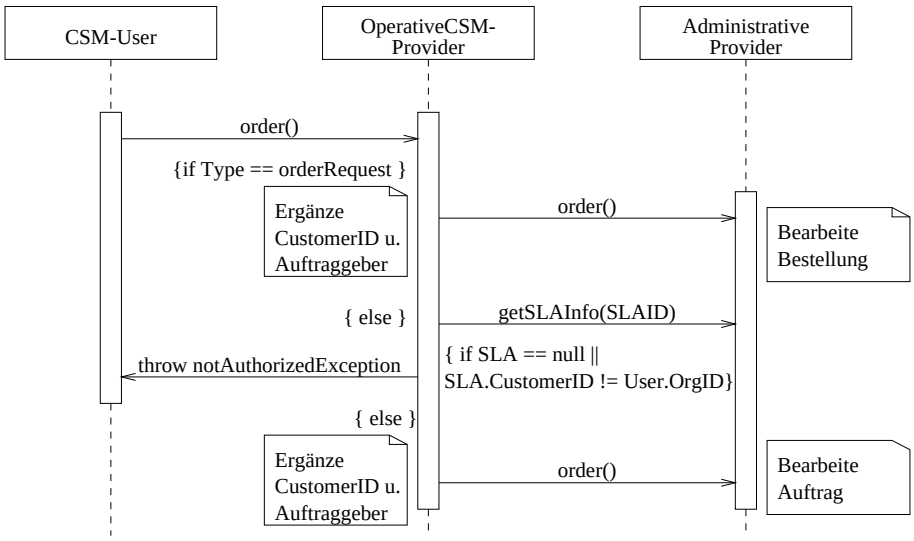

Abbildung 4.49: Workflow zur Eingabe eines Auftrags

spezifiziert sein. Das von `ManagedElement` geerbte Attribut `Description` beschreibt für eine Bestellung den gewünschten Dienst, für eine Änderung die gewünschte Modifikation und enthält für Stornierungen bzw. Kündigungen evtl. notwendige Kommentare. Falls es sich um eine Bestellung eines Dienstes handelt (`Type == orderRequest`) leitet der Operative CSM-Provider den Auftrag zur Bearbeitung an den Administrative Provider weiter, ergänzt um die Kundenorganisation und den Auftraggeber, d.h. die Attribute `CustomerID` und `CustomerContactPerson`. Andernfalls, d.h. bei dem Auftrag handelt es sich um eine Stornierung, Kündigung oder Änderung, überprüft der Operative CSM-Provider zuerst, ob der aufrufende CSM-User für die angegebene Dienstvereinbarung zugriffsberechtigt ist. Dazu holt er sich beim Administrative Provider Detailinformationen zur im Auftrag angegebenen Dienstvereinbarung (`SLAID`). Falls unter dem angegebenen Identifikator kein Objekt der Klasse `SLA` existiert (`SLA == null`) oder die Kundenorganisation der angegebenen Dienstvereinbarung nicht mit der Kundenorganisation des aufrufenden CSM-Users übereinstimmt, wird der Auftrag zurückgewiesen (`notAuthorizedException`). Andernfalls wird der Auftrag um die Kundenorganisation und den Auftraggeber ergänzt und an den Administrative Provider zur Bearbeitung weitergeleitet.

Abfrage von Aufträgen: Zur Abfrage von Aufträgen stehen einem CSM-User zwei Operationen zur Verfügung (siehe Abbildung 4.50). Mit der Methode `getOrders()` kann ein CSM-User alle Aufträge abfragen, die mit seiner Kundenorganisation assoziiert sind. Diese Anfrage wird vom Operative CSM-Provider um den Kundenidentifikator des CSM-Users ergänzt und an den Administrative Provider weitergeleitet.
Mit der Methode `getOrderInfo` kann ein CSM-User detaillierte Informationen über einen Auftrag abrufen. Dazu holt sich der Operative CSM-Provider zuerst den ausgewählten Auftrag vom Administrative Provider und überprüft anschließend, ob der angegebene Auftrag (`OrderID`) überhaupt mit der Kundenorganisation des aufrufenden CSM-Users as-

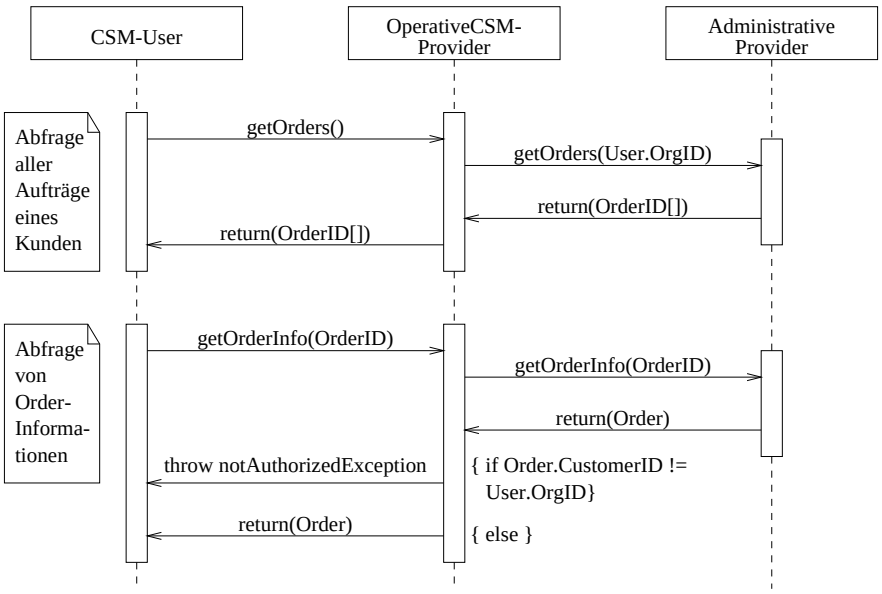

Abbildung 4.50: Workflow zur Abfrage von Informationen über Aufträge

soziiert ist. Ist dies nicht der Fall (`if Order.CustomerID != User.OrgID`), wird eine `notAuthorizedException` ausgelöst, andernfalls wird das `Order`-Objekt zurückgegeben.

Notifikationen über den Bearbeitungszustand eines Auftrags: Die im Zuge der Vorstellung des Attributs `OperativeState` der Klasse `Order` eingeführten Meldungen (siehe Abbildung 4.48) werden in Analogie zu den Notifikationen über Dienstgüteverletzungen bzw. eingeschränkte Dienstgüte (siehe Abbildung 4.37) direkt vom Administrative Provider über den Operative CSM-Provider zum CSM-User weitergeleitet (gemäß dem vom Notification Service vorgegebenen Schemas).

Ausprägung der involvierten Referenzpunkte

In Analogie zum Problem Management zeigt der rechte Teil von Abbildung 4.46 die Ausprägung der Referenzpunkte für das Order Management. Der Referenzpunkt CSM-RP wird um die beiden Schnittstellen `CSMOrdering` und `CSMOrderNotification` erweitert, wobei `CSMOrdering` vom Operative CSM-Provider und `CSMOrderNotification` vom CSM-User implementiert wird. Für diese beiden Schnittstellen setzt der Operative CSM-Provider die definierten Zugriffsrechte durch und bildet die Methoden der Schnittstellen auf die Funktionalität am Referenzpunkt Ordering-RP ab. Dort implementiert der Administrative Provider die Schnittstelle `Ordering` und der Operative CSM-Provider die Schnittstelle `OrderNotification`. Analog zum Problem Management stehen dem Operative CSM-Provider am Admin-RP Informationen über Kunden und Dienste zur Verfügung.

4.5.5 Configuration Management

Die Konfiguration eines Dienstes umfaßt alle Tätigkeiten, die notwendig sind, um den Dienst gemäß der in den Dienstvereinbarungen festgelegten Funktionalität und Güte am Dienstzugangspunkt bereitstellen zu können. Die für den Kunden wichtigen Informationen bezüglich des Konfigurationsmanagements umfassen somit die gemäß den Dienstvereinbarungen konfigurierten Sollwerte (siehe Abschnitt 2.2.2), d.h. die Funktionalität des Dienstes, die vereinbarten Ziel-/Schwellwerte der QoS-Parameter, anbieterspezifische Eigenschaften, die Funktionalität an der CSM-Schnittstelle und die Ausprägung der Dienstzugangspunkte.

Vom SLA Management (siehe Abschnitt 4.5.2) werden bereits ein Großteil dieser Anforderungen abgedeckt, lediglich die Ausprägung der Dienstzugangspunkte wird dort nicht behandelt. Unter der Ausprägung eines Dienstzugangspunktes sollen seine technischen Konfigurationsparameter verstanden werden (siehe Abschnitt 4.2). Dazu zählen die vereinbarten Protokollschnittstellen (z.B. basiert der SAP des LRZ zum IP-Dienst des G-WiN auf einem OC-12 POS-Interface, siehe Szenario in Abschnitt 2.1) und die zugewiesene Adresse (z.B. IP-Adresse).

Weiterhin umfaßt das Konfigurationsmanagement eines Dienstes auch die Durchführung von Änderungen. Änderungen können dabei entweder die Dienstvereinbarungen selbst betreffen oder sind als Teil der Managementfunktionalität an der CSM-Schnittstelle in den Dienstvereinbarungen festgelegt worden, z.B. die Bestellung von Subdiensten. Da beide Änderungstypen eine vertragliche Konformitätsprüfung voraussetzen und diese aufgrund der Aufgabenverteilung gemäß des CSM-Organisationsmodells vom Administrative Provider durchgeführt wird (siehe Abschnitt 4.3), ist die Beauftragung von Änderungen Teil des Referenzpunktes Ordering-RP (siehe Abschnitt 4.5.4).

Ein Dienstzugangspunkt wird bereit als Top-level Klasse im CSM-Informationsmodell beschrieben (siehe Abschnitt 4.2). Dort wird auch die Assoziation eines Dienstzugangspunktes zum korrespondierenden Dienst modelliert. Eine detailliertere Beschreibung des dem Configuration Management zugrundeliegendem Objektmodell ist somit an dieser Stelle nicht notwendig.

Die Funktionen zum Configuration Management

Für die Abfrage von Dienstzugangspunkten können zwei Möglichkeiten unterschieden werden. Einerseits die Abfrage aller SAPs, die zu einem abonnierten Dienst eines Kunden vorliegen (`getSAPs`) und andererseits die Abfrage aller Attribute eines vorgegebenen Zugangspunktes (`getSAPInfo(SAPID)`, siehe Abbildung 4.51). Die Methode `getSAPs()` gibt zu einem ausgewählten Dienst eine Liste von `SAPID` zurück, die die zu diesem Dienst existierenden Zugangspunkte kennzeichnen. Zur Überprüfung der Berechtigung holt sich der Operative CSM-Provider zuerst eine Liste mit allen abonnierten Diensten zu der Kundenorganisation des CSM-Users. Ist der angegebene Dienst dort nicht enthalten, wird eine `notAuthorizedException` ausgelöst. Andernfalls wird die Anfrage an den Configuration Manager weitergeleitet und dieser generiert die angeforderte Liste. Die Berechtigungsüberprüfung für die Abfrage von dedizierten Zugangspunkten gestaltet sich gegenüber der Auflistung von Reports analog: Der Operative CSM-Provider holt sich zuerst eine Liste mit allen abonnierten Diensten zu der Kundenorganisa-

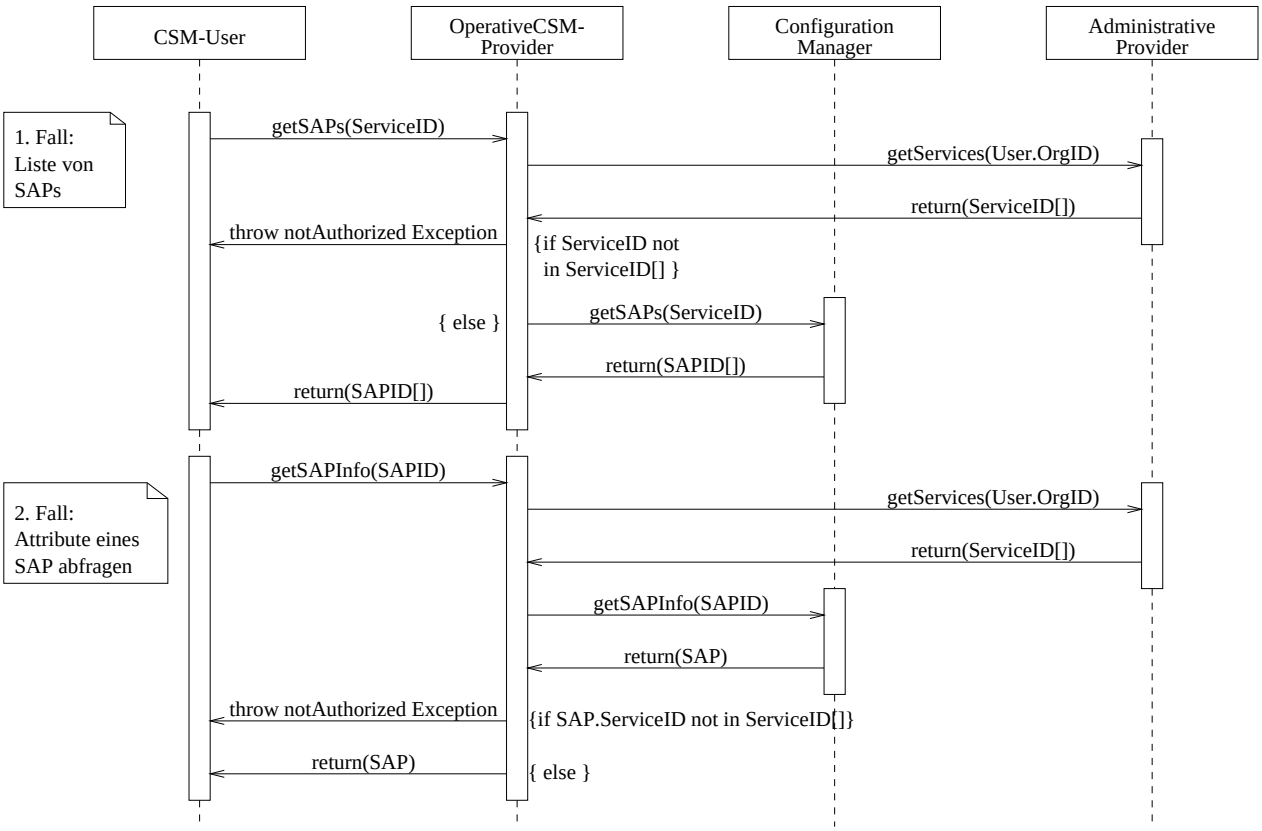

Abbildung 4.51: Workflow zur Abfrage von Informationen über Dienstzugangspunkte

tion des CSM-Users und leitet anschließend die Anfrage (`getSAPInfo`) an den Configuration Manager weiter. Anhand des u.a. zurückgelieferten `ServiceID` Attributs der Klasse `ServiceAccessPoint` überprüft der Operative CSM-Provider, ob der angegebene Dienst ein abonnierter Dienst der Kundenorganisation des CSM-Users ist. Stimmen die beiden Werte nicht überein, wird eine `notAuthorizedException` ausgelöst, andernfalls wird die Instanz der Klasse `ServiceAccessPoint` zum CSM-User weitergeleitet.

Ausprägung der involvierten Referenzpunkte

Im linken Teil von Abbildung 4.52 ist die Ausprägung der Referenzpunkte CSM-RP und Config-RP für das Configuration Management dargestellt. Der Configuration Manager implementiert die Schnittstelle `Configuration` und stellt damit dem Operative CSM-Provider Methoden zur Abfrage von Informationen über Dienstzugangspunkte bereit. Der Operative CSM-Provider wiederum implementiert die Schnittstelle `CSMConfiguration` und stellt somit dem CSM-User eine um die Durchsetzung von Zugriffsrechten erweiterte Abfragemöglichkeit über Dienstzugangspunkte zur Verfügung. Da für das Configuration Management nur ein unidirektionaler und synchroner Informationsfluß etabliert werden muß, ist kein Einbezug des Notification Service zu berücksichtigen.

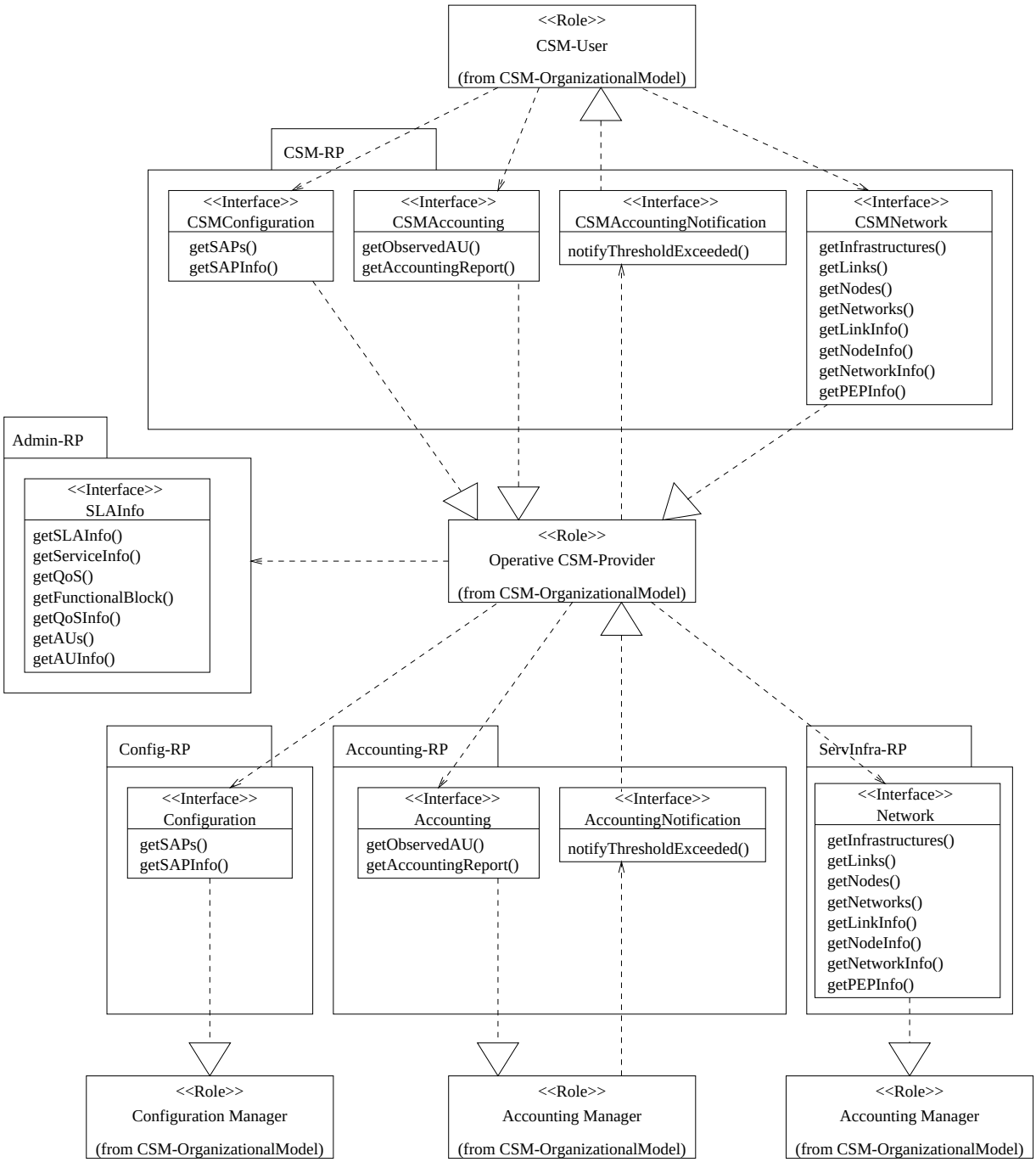

Abbildung 4.52: Ausprägung der Referenzpunkte für das Configuration und Accounting Management

4.5.6 Accounting Management

Nach den Vorgaben des OSI-Management umfaßt das Accounting Management in Bereich des Netz- und Systemmanagements die drei Bereiche *Billing*, *Charging* und *Metering*. Übertragen auf das Dienstmanagement können sie folgendermaßen definiert werden:
Das Metering umfaßt die Messung der Dienstnutzung auf Basis von Abrechnungseinheiten. Die Abrechnungseinheiten werden dabei zusammen mit einer Metrik, die beschreibt, wie die Abrechnungseinheit aus existierenden Ressourcen berechnet werden kann, in den Dienstvereinbarungen festgelegt.
Auf Basis der beim Metering ermittelten Dienstnutzung werden beim Charging die Nutzungskosten bestimmt. Diese Berechnung greift auf einen in den Dienstvereinbarungen definierten Tarif zurück. Bei diesem Tarif kann es sich beispielsweise um ein Flat-Rate Schema (konstanter Betrag), ein Prioritäts-Schema (z.B. Gold-Silber-Bronze Dienst-/Preisklassen) oder ein Quota-Schema (gewichtete Preisklassen) handeln.
Das Billing umfaßt schließlich die Rechnungsstellung der im Charging ermittelten Nutzungskosten.

Konzeptionell spielen alle drei Aspekte *Billing*, *Charging* und *Metering* an der CSM-Schnittstelle eine wichtige Rolle. Jedoch aufgrund der noch offenen Fragestellungen in der generischen Modellierung des dienstorientierten Abrechnungsmanagements, insbesondere der fehlenden Berücksichtigung von QoS-Verletzungen in existierenden Tarifmodellen, konzentriert sich diese Arbeit auf die Beschreibung der Abrechnungseinheiten, die als Ergebnis des Meterings vorliegen und die Nutzung des Dienstes quantifizieren.

Damit lassen sich an das Accounting Management innerhalb des CSM-Funktionsmodells folgende Anforderungen ableiten:

Abfrage der Abrechnungseinheiten: Der Kunde soll an der CSM-Schnittstelle die Möglichkeit haben, die in den Dienstvereinbarungen festgelegten Abrechnungseinheiten abzurufen (Sollwerte) und die aktuellen und historischen Abrechnungseinheiten über die gemessene Dienstnutzung abzufragen (Istwerte).

Generierung von Abrechnungsreports: Zusätzlich zu dieser Abfragemöglichkeit soll an der CSM-Schnittstelle ein Nachweis über die gesamte Dienstnutzung in einem gegebenen Zeitintervall erfolgen. In regelmäßigen Zeitabständen soll der Dienstanbieter mittels sogenannter Abrechnungsreports über die von Kunden verbrauchten Ressourcen berichten.

Das Objektmodell zum Accounting Management

Für die Modellierung von Abrechnungsdaten existiert eine große Anzahl von dienst- und anwendungsspezifischen Ansätzen. RFC 2924 [RFC 2924] gibt beispielsweise einen Überblick über Abrechnungsattribute und -datenstrukturen, die im Umfeld der einzelnen IETF Working Groups und in anderen Standardisierungsgremien festgelegt worden sind (RADIUS, DIAMETER, ITU-T, usw.). Um diese verschiedenen Ansätze zu integrieren, bietet der Internet Draft “The Accounting Data Interchange Format (ADIF)” [BA 00] einen “Überbau” für die einzelnen

Abrechnungsformate aus RFC 2924. Dazu werden aber keine generischen Attribute zur Quantifizierung der Dienstnutzung eingeführt, sondern es wird nur ein gemeinsames Austauschformat für die existierenden Abrechnungsformate spezifiziert.

Aufgrund dieses Defizites einerseits, aber andererseits der Notwendigkeit, innerhalb des CSM-Funktionsmodells die Quantifizierung der Dienstnutzung generisch und abstrakt zu spezifizieren, wird die in Abbildung 4.53 dargestellte Datenstruktur `AccountableUnit` eingeführt.

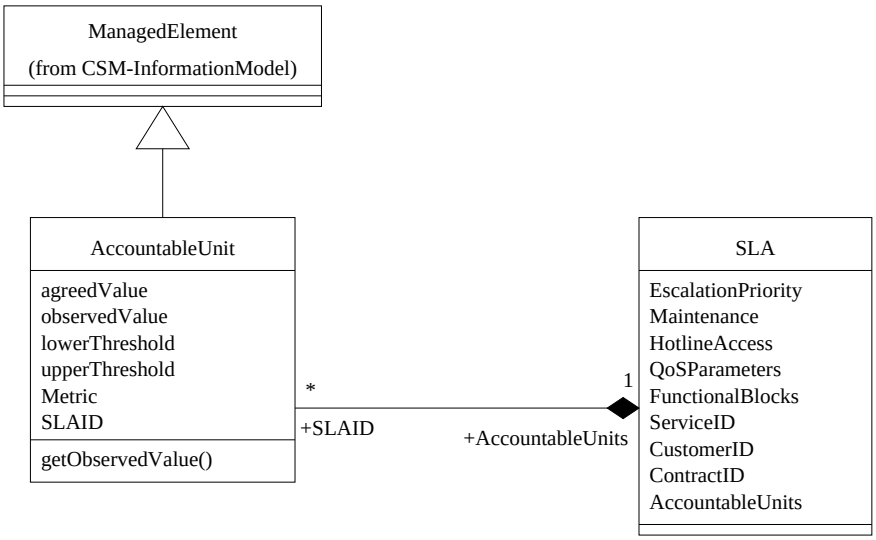

Abbildung 4.53: Das Objektmodell zum Accounting Management

Die in dieser Arbeit verfolgte Idee bei der Quantifizierung der Dienstnutzung basiert auf Konzepten, wie sie schon bei der Modellierung der Dienstgüte angewandt wurden: Abrechnungsdaten werden auf dem gleichen Abstraktionsniveau wie QoS-Parameter modelliert, d.h. es werden zur Quantifizierung der Dienstnutzung verschiedene Zähler, Schwellwerte und eine Metrik zur Berechnung der Zähler eingeführt. In den Dienstvereinbarungen können ein oder mehrere Abrechnungseinheiten (Instanzen von `AccountableUnit`) vereinbart werden, wobei jede Abrechnungseinheit sich aus den Attributen `agreedValue`, `observedValue`, `lowerThreshold`, `upperThreshold`, `Metric` und `SLAID` zusammensetzt. Der `agreedValue` beschreibt den vereinbarten Wert und der `observedValue` stellt den tatsächlich gemessenen Wert dar. Die beiden Schwellwerte bezeichnen kritische Regionen des `observedValue`. Die `Metric` beschreibt, wie sich der `observedValue` aus Basisparametern berechnet. Anhand des G-Win Szenarios (siehe Abschnitt 2.1) soll die Anwendung dieser Modellierung veranschaulicht werden: Zur Beschreibung der Abrechnung des IP-Dienstes des DFN-Vereins für den Kunden LRZ wird eine Instanz der Klasse `AccountableUnit` erstellt. Das Attribut `agreedValue` wird mit der festgelegten Volumenklasse, d.h. 12.500 GByte/Monat, belegt, der `lowerThreshold` wird mit 80% des `agreedValue` und der `upperThreshold` wird mit 100% des `agreedValue` eingestellt. Die `Metric` beschreibt, daß der `observedValue` basierend auf einem Interfacezähler des Routers, an dem das LRZ angeschlossen ist, monatsweise berechnet wird. Wird der `lowerThreshold` überschritten, wird der Kunde darüber informiert,

wird der `upperThreshold` überschritten, erfolgt eine Mahnung. Die schon eingeführte Klasse `SLA` zur Modellierung von Dienstvereinbarungen wird um eine Liste von Abrechnungseinheiten erweitert.

Die Funktionen zum Accounting Management

Abfrage von einzelnen Abrechnungseinheiten: Die Methode `getAUs(SLAID)` liefert eine Liste von Identifikatoren (`AUID[]`) zurück, die für die angegebene Dienstvereinbarung (`SLAID`) alle enthaltenen Abrechnungseinheiten enthält. Die Bearbeitung dieser Operation erfolgt in Analogie zur getQoS(SLAID) in Abbildung 4.34.

Die Methode `getAUInfo(AUID)` liefert ein Objekt der Klasse `AccountableUnit` mit der angegebenen `AUID` zurück. Die Bearbeitung dieser Methode erfolgt in Analogie zur Operation `getQoSInfo(QoSID)` in Abbildung 4.34 und das Rückgabeobjekt unterliegt somit ebenfalls der Einschränkung, daß das Attribut `observedValue` nicht gesetzt ist (es sollen ausschließlich Soll-Werte zurückgegeben werden).

Mit der Operation `getObservedAU(AUID,TimeInterval)` kann ein CSM-User den zeitlichen Verlauf des `observedValue` einer selektierten Abrechnungseinheit (`AUID`) abfragen (siehe Abbildung 4.54). Durch geeignete Wahl des Zeitintervalls kann auch der

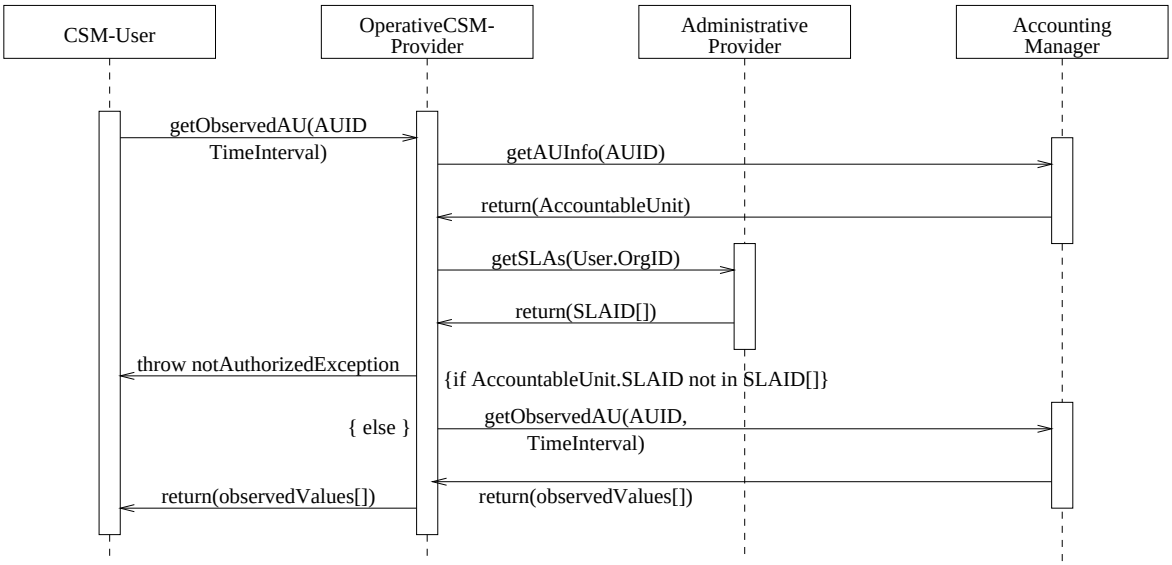

Abbildung 4.54: Workflow zur Abfrage von einzelnen Abrechnungseinheiten

momentan aktuelle Wert abgerufen werden. Die Überprüfung, ob der aufrufende CSM-User diese Operation für die angegebene Abrechnungseinheit durchführen darf, erfolgt analog zur Abfrage der Sollwerte von QoS-Parametern (siehe unteren Teil von Abbildung 4.34). Ist der CSM-User zugriffsberechtigt, wird die ursprüngliche Anfrage an den Accounting Manager weitergeleitet. Dieser berechnet den gewünschten zeitlichen Verlauf und das Ergebnisobjekt (`observedValues[]`) wird an den aufrufenden CSM-User zurückgegeben.

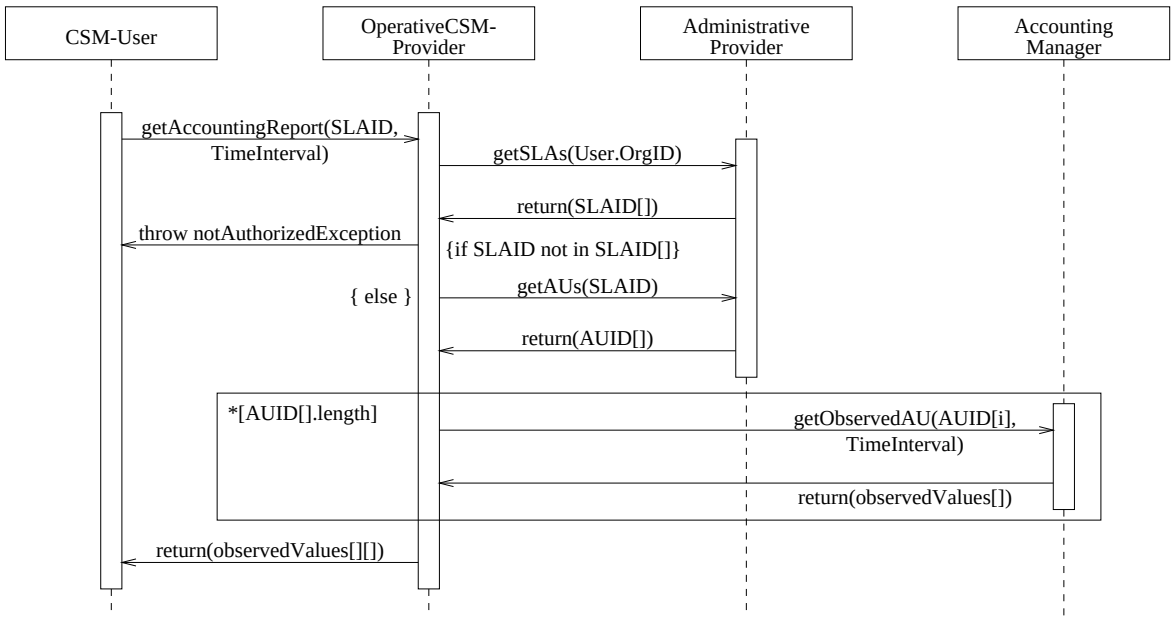

Abbildung 4.55: Workflow zur Abfrage von Abrechnungsreports

Reports über die Dienstnutzung: Mit der Methode `getAccountingReport(SLAID,TimeInterval)` kann ein CSM-User für eine ausgewählte Dienstvereinbarung (`SLAID`) und einen gewünschten Zeitraum (`TimeInterval`) den zeitlichen Verlauf aller in diesen Dienstvereinbarungen enthaltenen Abrechnungseinheiten abrufen (siehe Abbildung 4.55). Die Bearbeitung dieser Operation erfolgt in Analogie zur Abfrage von QoS-Reports (siehe oben).

Notifikationen bzgl. der Überschreitung von Schwellwerten: In Analogie zu den Notifikationen über Dienstgüteverletzungen bzw. eingeschränkte Dienstgüte (siehe Abbildung 4.37) werden bei Überschreiten der für die Klasse `AccountableUnit` definierten Schwellwerte Notifikationen (`notifyThresholdExceeded`) direkt vom Accounting Manager über den Operative CSM-Provider auf Basis des Notification Service zum CSM-User weitergeleitet.

Ausprägung der involvierten Referenzpunkte

Im mittleren Teil von Abbildung 4.52 ist die Ausprägung der Referenzpunkte CSM-RP, Admin-RP und Accounting-RP für das Accounting Management dargestellt.

Für das Accounting Management wird das Interface `SLAInfo` des Admin-RP um die Methoden `getAUs()` und `getAUInfo()` erweitert.

Der bidirektionale Referenzpunkt Accounting-RP setzt sich aus den beiden Schnittstellen `Accounting` und `AccountingNotification` zusammen. Die Schnittstelle `Accounting` wird vom Accounting Manager implementiert und vom Operative CSM-Provider genutzt, um den zeitlichen Verlauf der Ist-Werte von einzelnen Abrechnungsdaten abzurufen. Die Schnittstel-

le `AccountingNotification` wird dagegen vom Operative CSM-Provider implementiert und vom Accounting Manager genutzt, um den Operative CSM-Provider über Schwellwertüberschreitungen zu informieren.

Der Operative CSM-Provider reicht am Referenzpunkt CSM-RP die Funktionalität der Schnittstellen `SLAInfo`, `Accounting` und `AccountingNotification` an den CSM-User weiter (Schnittstellen `CSMSLAInfo`, `CSMAccounting` und `CSMAccountingNotification`), ergänzt um die Durchsetzung von Zugriffsrechten[8].

4.5.7 Service Infrastructure Management

Der Funktionsbereich des Service Infrastructure Managements beschäftigt sich mit dem komponentenorientierten Netz-, System-, und Anwendungsmanagement der Infrastruktur, auf der die Dienste des Anbieters realisiert werden. Wie schon in Abschnitt 4.3 bei der Vorstellung der Aufgaben des Service Infrastructure Manager bemerkt wurde, ist diese Basisfunktionalität als Informations- und Funktionsquelle für CSM von eher geringem Interesse, da ein Dienstanbieter normalerweise nicht die konkrete Realisierung und Implementierung seines Dienstes veröffentlichen wird. Außerdem ist für einen Kunden die technische Realisierung transparent, d.h. es sind ausschließlich die in den Dienstvereinbarungen zugesicherten Eigenschaften und die Einhaltung der ausgehandelten Güte relevant. Im Einzelfall oder bei bestimmten Diensten kann es aber durchaus notwendig und sinnvoll sein, technische Details der Infrastruktur den Kunden zur Verfügung zu stellen.
Im folgenden sollen daher am Beispiel von Kommunikationsdiensten komponentenorientierte Konfigurations- und Leistungsdaten modelliert werden. Unter Kommunikationsdiensten werden Dienste des OSI Transportsystems (OSI Schicht 1 bis 4) verstanden, d.h. ein Kommunikationsdienst kann Glasfasern oder Wellenlängen umfassen, Protokolle festlegen (z.B. SDH, ATM, Ethernet, IP, TCP, ...) oder komplexe virtuelle private Netze (VPN) darstellen. Ein wesentliches gemeinsames Charakteristikum aller Kommunikationsdienste ist es, daß neben den in der Dienstvereinbarungen festgelegten Eigenschaften auch Topologieinformationen (Konfigurationsmanagement) und Performancedaten über die Kommunikationsinfrastruktur für den Kunden eine wichtige Rolle spielen.

Im G-WiN Szenario (siehe Abschnitt 2.1) benötigt der DFN-Verein beispielsweise Konfigurations und Leistungsinformationen von der DeTeSystem bezüglich der zwischen den Standorten geschalteten SDH-Verbindungen. Diese Verbindungen werden genutzt, um die DFN-eigenen Router untereinander zu verbinden, um darauf aufsetzend den IP-Dienst des DFN-Verein zu realisieren. Ohne komponentenorientierte Daten über die einzelnen SDH-Verbindungen (Identifikatoren, Bandbreite, ...) können beispielsweise die Interfaces der Router nicht konsistent und damit betriebsstabil konfiguriert werden.

Für eine Modellierung der Kommunikationsinfrastruktur innerhalb des CSM-Funktionsmodells lassen sich folgende Anforderungen identifizieren:

[8] Wobei in Abbildung 4.52 die Schnittstelle `CSMSLAInfo` nicht mehr explizit als Teil des CSM-RP dargestellt wird.

Informationsverdichtung: Obwohl Konfigurations- und Leistungsdaten über die Infrastruktur eines Kommunikationsdienstes eine wichtige Informationsquelle für den Kunden darstellen, muß gewährleistet werden, daß nur relevante und vorverdichtete Daten dem Kunden zur Verfügung gestellt werden. Beispielsweise sind Inventarisierungsdaten für den Anbieter zur Identifikation der Ressourcen notwendig, für den Kunden aber uninteressant. Die große Anzahl an existierenden Managementobjekten bezüglich der Kommunikationsinfrastruktur muß vor dem Kunden verborgen werden, mit dem Ziel, dem Kunden eine logische Sichtweise auf ausschließlich die für ihn relevanten Daten bereitzustellen.

Abstraktionsniveau: Die Modellierung der Kommunikationsinfrastruktur muß auf einem Abstraktionsniveau erfolgen, das eine Anwendung auf verschiedenen Ebenen der Diensthierarchie und der Protokollschichtung innerhalb des OSI-Transportsystems gewährleistet. Innerhalb der Diensthierarchie des G-WiNs muß die Modellierung für den IP-Dienst des LRZ, den IP-Dienst des DFN-Vereins und für den SDH-Kernnetzdienst der DeTeSystem anwendbar sein. Neben diesen Diensten sollen aber auch Dienste basierend auf beliebigen anderen Protokollen der unteren 4 OSI-Schichten modellierbar sein.

Abbildbarkeit: Weiterhin muß sichergestellt sein, daß die gewählte Modellierung der Kommunikationsinfrastruktur abbildbar auf existierende Topologiemodellierungen von Standards oder Managementwerkzeugen ist.

Das Objektmodell für Kommunikationsinfrastrukturen

Die ITU-T Empfehlung G.805 [ITU G.805] verfolgt das Ziel, Transportnetze generisch zu modellieren. In [LaNe 00b] wurde gezeigt, daß die Konzepte von G.805 bereits die Abstraktions- und Abbildbarkeitsanforderung erfüllen. Die Topologiemodellierung innerhalb des Service Infrastructure Management basiert daher auf G.805, insbesondere auf den *Layering* und *Partitioning* Konzepten. *Layering* beschreibt dabei, wie Kommunikationsnetze hierarchisch aus unabhängigen Schichten aufgebaut werden können. *Partitioning* erlaubt die Komposition von großen Kommunikationsnetzen aus einer Menge von kleineren, unabhängigen Subnetzen.

Auf Basis dieser beiden Konzepte setzt sich das Objektmodell zur Topologiemodellierung wie folgt zusammen (siehe Abbildung 4.56):
Ein Kommunikationsdienst (`CommunicationService`) verfeinert die Klasse `Service` um das Attribut `Type` und eine Assoziation (`implementedBy`) zu einer Kommunikationsinfrastruktur. Bei einem Kommunikationsdienstes kann es sich entweder um einen Dienst mit garantierter Dienstgüte oder einen best-effort Dienst handeln. Kommunikationsinfrastrukturen können dabei allgemein als eine *black box* angesehen werden, die über eine definierte Anzahl von Zugangspunkten charakterisiert werden. Beispielsweise ist der interne Aufbau eines virtuellen privaten Netzes für den Kunden nicht erkennbar, er sieht nur die vereinbarten Zugangspunkte. Ebenso kann eine Verbindung, z.B. Glasfaser, Koaxialkabel, logische TCP-Verbindung, usw., durch ihre Endpunkte beschrieben werden. Schließlich wird auch ein Router, ein Switch oder jede andere Netzkomponente durch ihre Zugangspunkte, d.h. Ports, charakterisiert. Aufgrund dieser Erkenntnis können Kommunikationsinfrastrukturen und deren Bausteine mittels der ab-

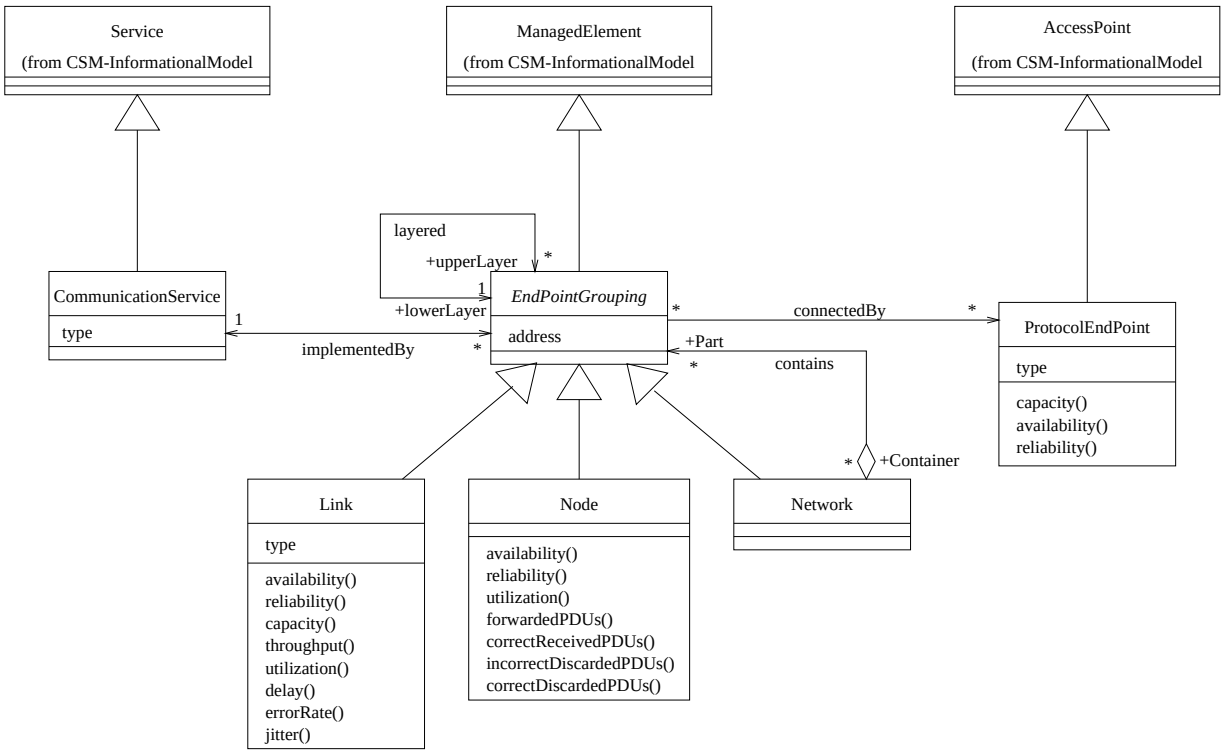

Abbildung 4.56: Das Objektmodell zur Topologiemodellierung

strakten Klasse `EndPointGrouping` modelliert werden. Ein `EndPointGrouping` ist charakterisiert durch seine Zugangspunkte, modelliert mittels der Assoziation `connectedBy` zwischen `EndPointGrouping` und `ProtocolEndPoint`. `ProtocolEndPoint` stellt eine Verfeinerung von `AccessPoint` dar und modelliert Protokollendpunkte im Sinne des OSI-Architekturmodells.

Als konkrete Bausteine einer Kommunikationsinfrastruktur werden `Link`, `Node` und `Network` eingeführt. Ein `Link` repräsentiert eine logische Verbindung (z.B. Glasfaser, Wellenlänge, SDH-Trunk, ATM VP/VC, IP Subnetz, ...) zwischen einer beliebigen Anzahl von Protokollendpunkten. Ein `Node` beschreibt eine beliebige Netzkomponente (z.B. Wellenlängenmultiplexer, SDH Crossconnect, ATM Switch, IP Router, ...). Die Klasse `Network` modelliert das *Partitioning* Konzept von G.805. Mittels der `contains` Assoziation zwischen `Network` und `EndPointGrouping` wird beschrieben, aus welchen Bausteinen, d.h. `Link`, `Node` oder `Network`, sich ein Kommunikationsnetz zusammensetzt. Die Assoziation `layered` modelliert das *Layering* Konzept von G.805. Instanzen von `EndPointGrouping` können beliebig über anderen Instanzen von `EndPointGrouping` geschichtet werden, um hierarchische Protokollschichtungen zu beschreiben (z.B. IP über ATM über SDH über WDM). Die Basisbausteine zur Modellierung der Kommunikationsinfrastruktur, insbesondere `Link`, `Node` und `ProtocolEndPoint`, stellen Methoden zum Zugriff auf komponentenorientierte Kennzahlen als Funktion der Zeit dar.

Ausprägung der involvierten Referenzpunkte

Die Funktionen bezüglich des oben vorgestellten Objektmodells werden im Interface `Network` bzw. `CSMNetwork` zusammengefaßt und beziehen sich in erster Linie auf die Navigation durch die Kommunikationsinfrastruktur. Mit der Methode `getInfrastructures(CommunicationServiceID[])` können die zu einem Kommunikationsdienst zugehörigen Infrastrukturen abgerufen werden. Die Methoden `getLinks(NetworkID)`, `getNodes(NetworkID)` und `getNetworks(NetworkID)` liefert zu einer Instanz der Klasse `Network` die enthaltenen Instanzen von `Link`, `Node` bzw. `Network`. Schließlich liefern die Methoden `getLinkInfo(LinkID)`, `getNodeInfo(NodeID)`, `getNetworkInfo(NetworkID)` und `getPEPInfo(ProtocolEndPointID)` detaillierte Informationen zu den angegeben Bausteinen.

Im rechten Teil von Abbildung 4.52 ist die Ausprägung der Referenzpunkte CSM-RP und ServInfr-RP für das Service Infrastructure Management am Beispiel der Modellierung der Infrastruktur für Kommunikationsdienste dargestellt. Der Service Infrastructure Manager implementiert die Schnittstelle `Network` und stellt damit dem Operative CSM-Provider Methoden zur Navigation durch die Kommunikationsinfrastruktur bereit. Der Operative CSM-Provider wiederum implementiert die Schnittstelle `CSMNetwork` und stellt somit dem CSM-User eine um die Durchsetzung von Zugriffsrechten erweiterte Navigationsmöglichkeit durch die Kommunikationsinfrastruktur zur Verfügung.

4.5.8 Definition von Zugriffsrechten

Die Definition von Zugriffsrechten erfolgt über die bereits im CSM-Kommunikationsmodell erwähnte Klasse `AccessRight` (siehe Abbildung 4.57). Diese Klasse definiert für jeden `FunctionalBlock` die korrespondierenden Zugriffsrechte vom Typ `AccessRightType`. Der Datentyp `AccessRightType` kann entweder den Wert `noAccess` oder den Wert `fullAccess` annehmen. Die Klasse `FunctionalBlock` ist ebenfalls wie `AccessRight` von `ManagedElement` abgeleitet und beschreibt alle möglichen Operationen innerhalb der CSM-Architektur, zugeordnet zu den jeweiligen Schnittstellen. Die an den verschiedenen Referenzpunkten vorhandenen Operationen werden mit der Datenstruktur `FunctionalBlockType` beschrieben, die existierenden Schnittstellen mittels der Datenstruktur `FunctionalAreaType`. Jede Instanz von `FunctionalBlock` beschreibt durch die Attribute `Type` und `Area` somit eine Operation und die Schnittstelle, die diese Operation implementiert.

Wie bei der Vorstellung des Authentification & Authorization Service des CSM-Kommunikationsmodells dargestellt wurde, werden zu Beginn einer Sitzung eines CSM-Users alle zur Verfügung stehenden Schnittstellen im Naming & Directory Service abgelegt (siehe Abbildung 4.22). Dies erfolgt auf Basis der für diesen CSM-User ermittelten Funktionsbereiche (`getFunctionalBlocks()`), indem mittels des `Area` Attributs der Klasse `FunctionalBlock` alle notwendigen Schnittstellen identifiziert werden.

Folglich werden auch die Werte der Datenstruktur `FunctionalAreaType` zur Suche von Schnittstellen im Naming & Directory Service verwendet, siehe Abbildung 4.21.

4.5.9 Zusammenfassung

In diesem Abschnitt wurden die 6 Funktionsbereiche der CSM-Architektur ausgeprägt. Jeder Funktionsbereich spezifiziert auf dem geforderten Abstraktionsniveau dienstunabhängige Managementinteraktionen zwischen den Rollen des CSM-Organisationsmodells. In Abbildung 4.58 werden nochmals alle Rollen und Referenzpunkte, und für jeden Referenzpunkt die enthaltenen Schnittstellen, abgebildet. Speziell für die beiden Rollen CSM-User und Operative CSM-Provider sind aus Übersichtlichkeitsgründen nicht alle Nutzungs- bzw. Implementierungsbeziehungen zwischen den Rollen und den Schnittstellen der Referenzpunkte dargestellt. Diese Schnittstellen mit den ausgeprägten Beziehungen zu den entsprechenden Rollen stellen einen Baukasten dar, mit dem ein Dienstanbieter für einen konkreten Dienst die Funktionalität an der CSM-Schnittstelle spezifisch zusammenstellen und realisieren kann.

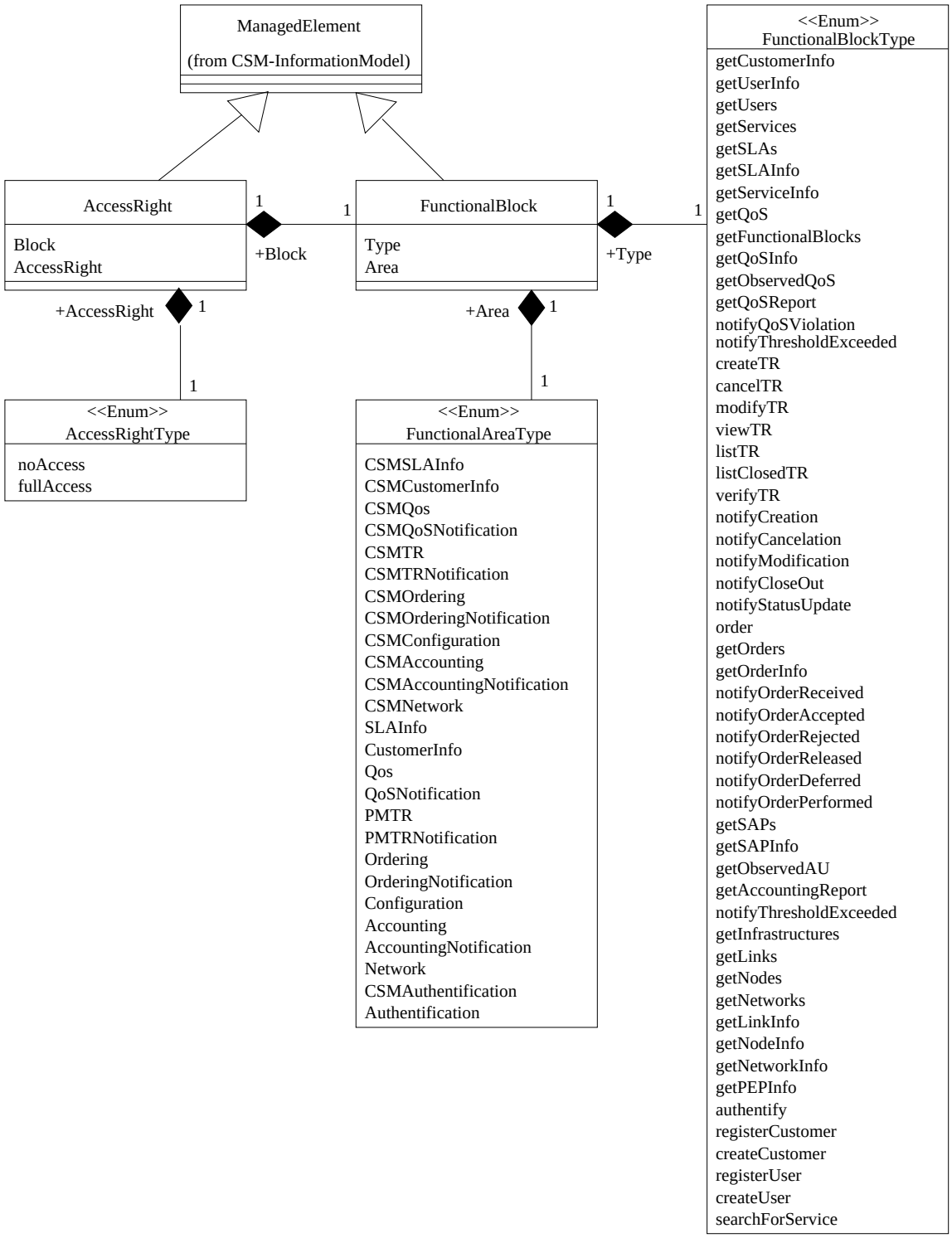

Abbildung 4.57: Definition von Zugriffsrechten

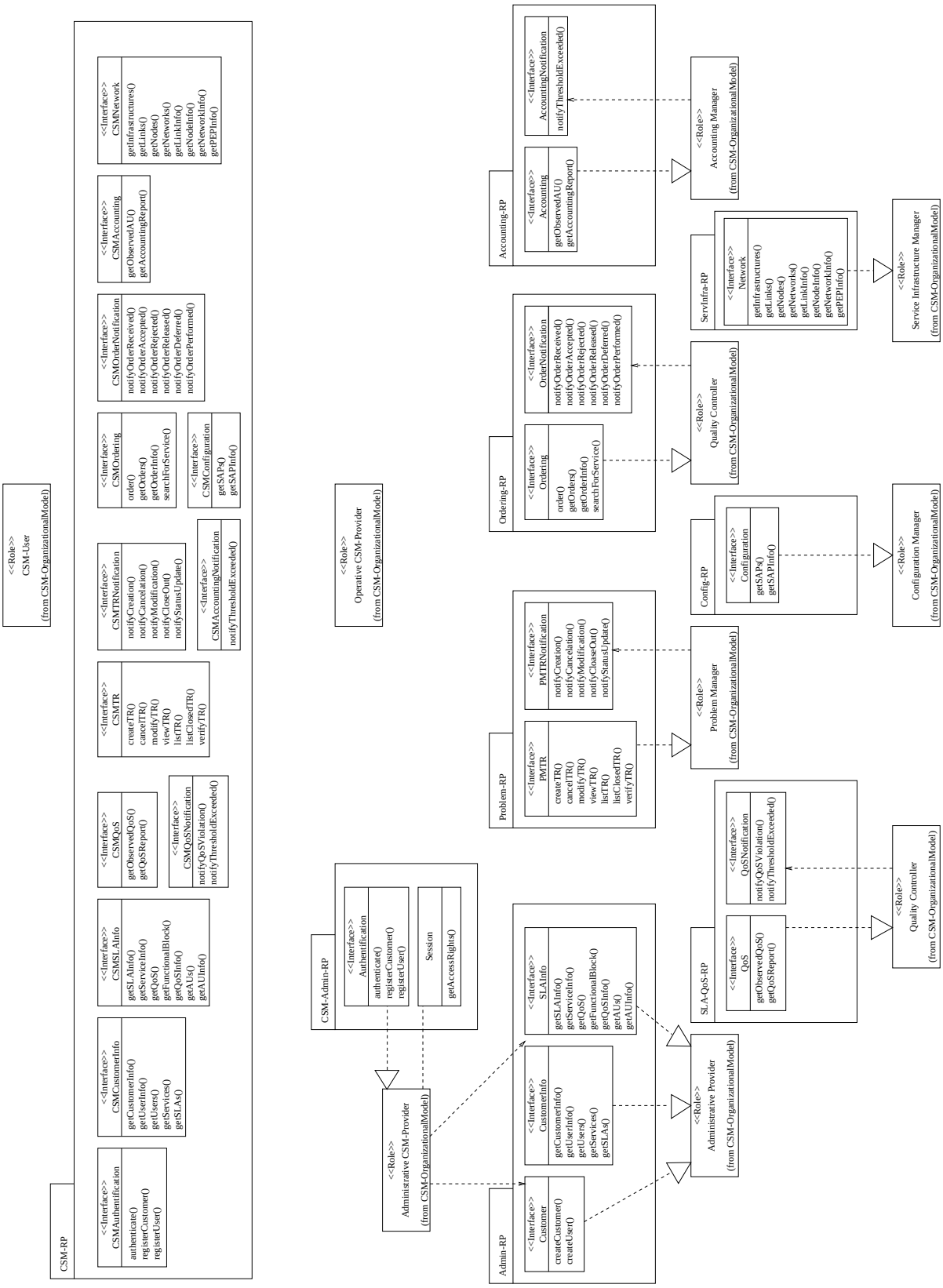

Abbildung 4.58: Ausprägung aller Referenzpunkte

4.6 Zusammenfassung

Die CSM-Architektur definiert, welche Informationen von den jeweiligen Managementsystemen des Dienstanbieters bereitgestellt werden müssen und wie diese Informationen zusammenspielen, um den Kunden eine einheitliche, logische und kundenorientierte Sichtweise auf das Dienstmanagement ihrer abonnierten Dienste zur Verfügung zu stellen. Zusammenfassend soll im folgenden gezeigt werden, daß die in diesem Kapitel vorgestellte CSM-Architektur sämtliche in Abschnitt 2.3 aufgestellten Anforderungen erfüllt.

Da die CSM-Architektur aufgrund des Abstraktionsniveaus als Modell existierender Managementarchitekturen in Bezug auf CSM angesehen werden kann, werden die allgemeinen Anforderungen bezüglich Managementarchitekturen (Abschnitt 2.3.1) nicht direkt von der CSM-Architektur selbst erfüllt, sondern von den bei einer Realisierung einer CSM-Schnittstelle eingesetzten Managementwerkzeugen (und deren Managementarchitekturen) gefordert.

Für die Anforderungen bezüglich der Teilmodelle (Abschnitt 2.3.2) kann folgendes Resultat gezogen werden:
Das CSM-Informationsmodell legt ein gemeinsames Verständnis über die Managementinformationen fest, die zwischen Kunde und Dienstanbieter bezüglich eines abonnierten Dienstes ausgetauscht werden. Die Nutzung von UML als Spezifikationssprache der CSM-Architektur sichert eine breite Abbildbarkeit auf die Beschreibungssprachen der Informationsmodelle existierender Managementarchitekturen.
Das CSM-Organisationsmodell definiert den organisationsübergreifenden Kontext, in dem CSM den Austausch von Managementinformationen und -funktionen zwischen Kunde und Dienstanbieter bereitstellt, näher. Die bereitgestellten Rollen, Domänen und Referenzpunkte beschreiben die involvierten Akteure, ihre Gruppenzugehörigkeiten und ihre Kooperationsbeziehungen untereinander.
Das CSM-Kommunikationsmodell definiert die Anforderungen an die Kommunikationsmechanismen zwischen den Rollen des CSM-Organisationsmodells. Es werden Dienste zur Unterstützung der sicheren Übertragung, der Benutzervalidierung, der Durchsetzung von Zugriffsrechten, diverse Benachrichtigungsmechanismen und verschiedene Aufrufsemantiken eingeführt.
Das Funktionsmodell der CSM-Architektur zergliedert schließlich den Gesamtaufgabenkomplex *Customer Service Management* auf Basis des CSM-Organisationsmodells in CSM-Funktionsbereiche und legt allgemeine CSM-Funktionen fest. Das Funktionsmodell liefert die Basis für einen Baukasten, der für konkrete Dienste genutzt werden kann, um eine korrespondierende CSM-Schnittstelle zu entwerfen.
Somit werden von der CSM-Architektur alle Anforderungen aus Abschnitt 2.3.2 erfüllt.

Für die Anforderungen bezüglich des Dienstmanagements (Abschnitt 2.3.3) lassen sich folgende Aussagen treffen:
Die CSM-Architektur und speziell die Funktionsbausteine des CSM-Funktionsmodells beschreiben die Realisierung von CSM-Schnittstellen unabhängig von konkreten Diensten. Das Order Management zeigt, daß mit der Bestellung, Stornierung, Änderung und Kündigung der gesamte Lebenszyklus eines Dienstes abgedeckt wird. Durch die strikten Schnittstellendefinitionen an

den Referenzpunkten zwischen der Service Provider Domain und der CSM Domain wird einerseits eine klare und eindeutige Trennung von CSM und dem Dienstmanagement des Anbieters erreicht, andererseits wird dadurch die Heterogenität der Managementwerkzeuge des Anbieters verschattet (CSM als Managementschirm) und schließlich werden damit die Abhängigkeiten zu den notwendigen Werkzeugen des Anbieters beschrieben. Durch die Zusammenfassung aller für den Kunden relevanter Information und Funktionalität am Referenzpunkt CSM-RP wird dem Kunden eine einheitliche und integrierte Schnittstelle bereitgestellt. Die Gewährleistung der Mandantenfähigkeit wird durch das Zusammenspiel des CSM-Kommunikationsmodells mit dem CSM-Funktionsmodell in Hinblick auf die Authentifikation und Autorisierung erreicht.

Schließlich zeigt die Ausprägung der Schnittstellen an den Referenzpunkten, speziell am Referenzpunkt CSM-RP, daß sämtliche geforderten Funktionen an einer CSM-Schnittstelle aus den Bereichen des Fehler-, Konfigurations-, Abrechnungs-, QoS- und Vereinbarungs-/Bestellungs-Managements (Abschnitt 2.3.4) abgedeckt werden.

Kapitel 5

Methodik zur Anwendung der Architektur

Das Ziel dieses Kapitels ist es, eine Methodik zur Anwendung der Architektur einzuführen, die aufzeigt, welche Schritte zur Realisierung einer CSM-Schnittstelle für beliebige Dienste notwendig sind. Das Ziel der Methodik ist es, einen Dienstanbieter anzuleiten, wie er die innerhalb der CSM-Architektur vorgegebenen Konzepte auf seine existierende Managementwerkzeuge abbilden kann, um für einen IT- oder TK-Dienst eine korrespondierende CSM-Schnittstelle in seine Managementumgebung integrieren zu können.

5.1 Von der CSM-Architektur zur CSM-Schnittstelle

In Kapitel 4 wurde die Konzeption der CSM-Architektur vorgestellt, die einen Baukasten darstellt, der allgemeine, dienstunabhängige und grundlegende Voraussetzungen und Festlegungen in Bezug auf CSM bereitstellt. Bevor auf Basis dieses Baukastens eine CSM-Schnittstelle implementiert werden kann, müssen die Bausteine der Architektur angepaßt und zusammengesetzt werden. Die Anpassung erfolgt dabei in zweierlei Hinsicht: Einerseits müssen die generischen Konzepte der CSM-Architektur um dienstspezifische Merkmale erweitert und organisationsspezifische Charakteristika des Anbieters berücksichtigt werden. Andererseits müssen aber die auf diese top-down orientierte Weise erstellten Modelle auch an die vorhandene Managementumgebung des Anbieters angepaßt werden, d.h. es müssen Abbildungen und Schnittstellen zu den existierenden, heterogenen Werkzeugen konzipiert werden (bottom-up). Beim Design einer CSM-Schnittstelle muß immer berücksichtigt werden, daß sämtliche Managementfunktionalität und -information, die an einer CSM-Schnittstelle bereitgestellt werden soll, auf die Datenbestände und Interaktionsschnittstellen der existierenden Managementwerkzeuge abgebildet werden muß.

Abbildung 5.1 gibt einen Überblick über die in diesem Kapitel vorgestellte Methodik zur Anwendung der CSM-Architektur:

Als ersten Schritt muß der Dienstanbieter den Dienst, zu dem eine korrespondierende CSM-Schnittstelle erstellt werden soll, analysieren, um dessen charakteristische Merkmale zu identifizieren. Auf Basis der dienst- und organisationsspezifischen Merkmale kann der Dienstanbieter einen Anforderungskatalog an die Funktionalität an der CSM-Schnittstelle aufstellen. Anschließend wird der Dienstanbieter aufgefordert, die mit dem technischen Management des Dienstes

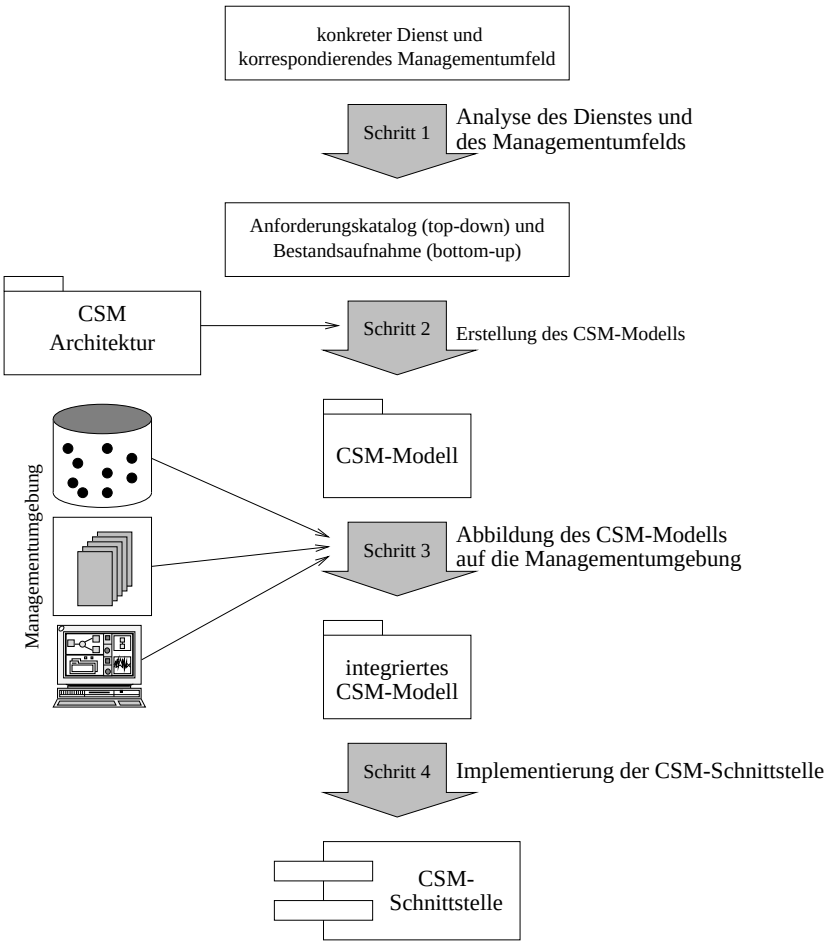

Abbildung 5.1: Von der CSM-Architektur zur CSM-Schnittstelle

verbundenen Managementprozesse zu analysieren, um die Aufgabenverteilungen, die beteiligten Organisationseinheiten und die unterstützenden Werkzeugen festzulegen.

Im zweiten Schritt wird auf Basis dieser Analysen das CSM-Modell für den Dienst erstellt. Das CSM-Modell erweitert die in der CSM-Architektur vorgegebenen Bausteine um dienst- und organisationsspezifische Merkmale: Das CSM-Organisationsmodell wird für das spezifische Managementumfeld des Anbieters ausgeprägt und somit werden die relevanten Referenzpunkte festgelegt. Auf Basis des CSM-Informationsmodell und des CSM-Funktionsmodells werden dienstspezifische Objektmodelle zur Spezifikation der innerhalb der CSM-Schnittstelle auszutauschenden Informationen beschrieben. Anschließend können auf Basis dieser Objektmodelle die notwendigen Schnittstellen an den beteiligten Referenzpunkten bestimmt werden. Schließlich werden die Services des CSM-Kommunikationsmodells an die vorgegebene Umgebung des Dienstanbieters angepaßt.

Das CSM-Modell spezifiziert die Anforderungen an die CSM-Schnittstelle noch unabhängig von den konkret von Dienstanbieter eingesetzten Werkzeugen. Um jedoch die CSM-Schnittstelle auch implementieren zu können, erfolgt im dritten Schritt eine Abbildung des CSM-Modells

auf die existierende Managementumgebung des Dienstanbieters. Dazu werden sämtliche Referenzpunkte entsprechend der von den beteiligten Rollen eingesetzten Werkzeuge ausgeprägt, die Objektmodelle auf die dort verwendeten Informationsbeschreibungen abgebildet und die entsprechenden Schnittstellen ausgeprägt. Schließlich werden die notwendigen Kommunikationsinfrastrukturen, d.h. Managementprotokolle oder Middlewareimplementierungen, für sämtliche Referenzpunkte festgelegt.

Mit diesem, in die Managementumgebung des Dienstanbieters integrierten, CSM-Modell sind alle Voraussetzungen erfüllt, um die CSM-Schnittstelle implementieren zu können (Schritt 4). Für die Beschreibung der Implementierung wird in die Umsetzung der Customer Domain, der CSM Domain und der Service Provider Domain unterschieden.

Als Ergebnis der Anwendung dieser Methodik liegt schließlich eine CSM-Schnittstelle für einen Dienst vor, die vollständig in die Managementumgebung des Dienstanbieters integriert ist und den Kunden eine logische, dienst- und kundenspezifische Sichtweise auf das Dienstmanagement des Anbieters bereitstellt.

5.2 Schritt 1: Analyse des Dienstes und des Managementumfelds

Als ersten Schritt muß der Dienstanbieter festlegen, welche funktionalen Anforderungen er aufgrund seines Dienstes und dessen Merkmale an die CSM-Schnittstelle stellt. Anschließend führt er eine Bestandsaufnahme seiner lokalen Managementumgebung durch, d.h. er analysiert, welche Prozesse und Werkzeuge im Zuge des technischen Managements des Dienstes ausgeprägt sind bzw. eingesetzt werden (siehe Abbildung 5.2).

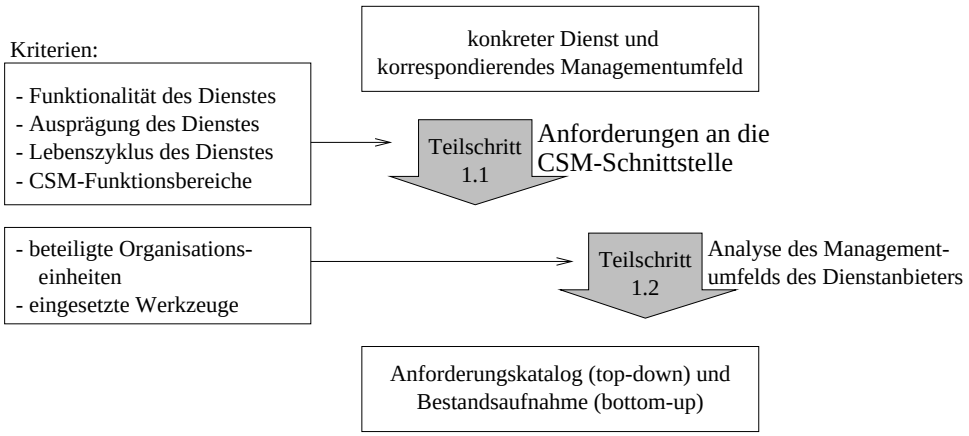

Abbildung 5.2: Analyse des Dienstes und des Managementumfelds

5.2.1 Teilschritt 1.1: Anforderungen an die CSM-Schnittstelle

Um die Anforderungen an die Funktionalität an der CSM-Schnittstelle spezifizieren zu können, müssen zuerst die charakteristischen Merkmale des Dienstes analysiert werden. Als Kriterien für diese Analyse werden die Funktionalität des Dienstes, die Ausprägung des Dienstes für den konkreten Dienstanbieter (z.B. die Ausprägung der Dienstvereinbarungen, der Dienstgüteparameter, der Dienstzugangspunkte oder anderer spezifischer Eigenschaften) und der Lebenszyklus des Dienstes herangezogen. Die Funktionsbereiche des CSM-Funktionsmodells werden schließlich als Kriterium herangezogen, um die Funktionalität an der CSM-Schnittstelle zu gruppieren und zu strukturieren.

Auf Basis der Funktionalität des Dienstes und der vorhandenen bzw. geplanten Inhalte der Dienstvereinbarungen kann entschieden werden, inwieweit das SLA Management ausgeprägt werden soll. Das Problem Management, das Configuration Management und das Accounting Management beschreiben wesentliche CSM-Funktionalität, die prinzipiell an jeder CSM-Schnittstelle vorkommen und ebenfalls aus der Funktionalität und der Ausprägung des Dienstes resultieren. Das Order Management ist nur für Dienste sinnvoll, für die eine kurze Vertragslaufzeit und eine kurzfristige und unbürokratische Bestellung charakteristische Kundenanforderungen sind, d.h. im Lebenszyklus des Dienstes die Bestellphase ausgeprägt ist. Für den IP-Dienst des DFN-Vereins (siehe Abschnitt 2.1) ist beispielsweise die Ausprägung des Order Managements nicht sinnvoll, da der gesamte Prozeß der Verhandlung, Bestellung und Vereinbarung eines Dienstes einmalig und auf einem nicht elektronischen Weg erfolgt. Weiterhin muß der Dienstanbieter festlegen, inwieweit es für die Funktionalität des Dienstes charakteristisch ist, das Service Infrastructure Management auszuprägen. Für Netzdienste wie den IP-Dienst des DFN-Vereins ist es durchaus wichtig, an der CSM-Schnittstelle Informationen über die Kommunikationsinfrastruktur bereitzustellen. Das korrespondierende Entscheidungskriterium ist somit, inwieweit Informationen über die Infrastruktur für den Kunden relevant sind.

Diese Vorgehensweise gewährleistet die vollständige Abdeckung des gesamten möglichen Funktionsspektrums der CSM-Schnittstelle und damit einen umfassenden Anforderungskatalog an die zu entwickelnde CSM-Schnittstelle.

Auf Basis dieser Analyse ist es das Ziel dieses Teilschritts, die Anforderungen an die Funktionalität der CSM-Schnittstelle für diesen Dienst aufzustellen.

5.2.2 Teilschritt 1.2: Analyse des Managementumfelds des Dienstanbieters

Die Analyse des Managementumfelds des Dienstanbieters verfolgt die Zielsetzung, die im Zuge des technischen Managements des Dienstes beteiligten Organisationseinheiten zu identifizieren und eine Bestandsaufnahme der eingesetzten Werkzeuge durchzuführen. Unter einer Organisationseinheit wird im folgenden eine Gruppe von Mitarbeitern verstanden, denen eine bestimmte Managementaufgabe bezüglich des Dienstes zugeordnet ist und die zur Erfüllung dieser Aufgabe diverse Managementwerkzeuge einsetzen kann.

Das Hauptproblem (siehe verallgemeinertes Szenario in Abschnitt 2.1) bei der Realisierung von CSM-Schnittstellen ist die Heterogenität der von den Organisationseinheiten eingesetzten Managementwerkzeuge in Hinblick auf die zugrundeliegende Managementarchitektur. Folglich ist es Teil dieses Schritts zu analysieren, welche Managementwerkzeuge von den Organisationseinheiten des Dienstanbieters eingesetzt werden. Dazu muß beurteilt werden, welche Relevanz die eingesetzten Managementwerkzeuge als Quelle bzw. Senke bezüglich der innerhalb der CSM-Architektur festgelegten Informationsflüsse haben, welche Managementarchitekturen diesen Werkzeugen zugrundeliegen und welche Schnittstellen die Werkzeuge prinzipiell zum Zugriff auf die von ihnen verwalteten Managementobjekte zur Verfügung stellen.

5.3 Schritt 2: Entwurf des CSM-Modells für den Dienst

Das CSM-Modell konkretisiert die CSM-Architektur auf Basis der festgelegten Dienstmerkmale und Organisationsspezifika des Dienstanbieters. Das Ziel des CSM-Modells ist es zu definieren, zu welchen Organisationseinheiten des Dienstanbieters im Zuge der Realisierung einer CSM-Schnittstelle Kommunikationsbeziehungen etabliert werden müssen, welche Datenstrukturen dabei auszutauschen sind und welche Schnittstellen von den beteiligten Organisationseinheiten jeweils ausgeprägt werden müssen (siehe Abbildung 5.3). Eine wesentliche Eigenschaft des CSM-Modells für einen Dienst ist es, daß das CSM-Modell noch nicht die konkrete Integration in die Managementumgebung des Dienstanbieters berücksichtigt, sondern die Funktionalität der CSM-Schnittstelle auf einer noch Werkzeug-unabhängigen Modellebene spezifiziert.

5.3.1 Teilschritt 2.1: Ausprägung des Organisationsmodells

Als erster Schritt bei der Erstellung des CSM-Modells erfolgt die Zuweisung der beteiligten Rollen der Service Provider Domain zu Organisationseinheiten entsprechend der Organisationsstruktur des Anbieters.

Dazu müssen den betroffenen Organisationseinheiten entsprechend ihrer wahrzunehmenden Aufgaben die korrespondierenden Rollen des CSM-Organisationsmodells zugewiesen werden. Existiert beispielsweise innerhalb des Dientanbieters eine Hotline, wird ihr typischerweise die Rolle des Problem Managers zugeordnet. Das Rollenkonzept verbietet es dabei nicht, daß eine Organisationseinheit gleichzeitig mehrere Rollen wahrnimmt. Werden die Managementaufgaben einer Rolle innerhalb des Dienstanbieters von mehreren Organisationseinheiten durchgeführt, müssen entsprechende Unterrollen definiert werden. Es ergeben sich daraus jedoch keine wesentlichen Einschränkungen auf die weitere Vorgehensweise. Kann eine Rolle keiner Organisationseinheit zugeordnet werden, d.h. die mit der Rolle verbundenen Managementaufgaben werden nicht vom Dienstanbieter durchgeführt, ist der korrespondierende Funktionsbereich aber Teil des Anforderungskatalogs, muß von Dienstanbieter entschieden werden, ob entweder der

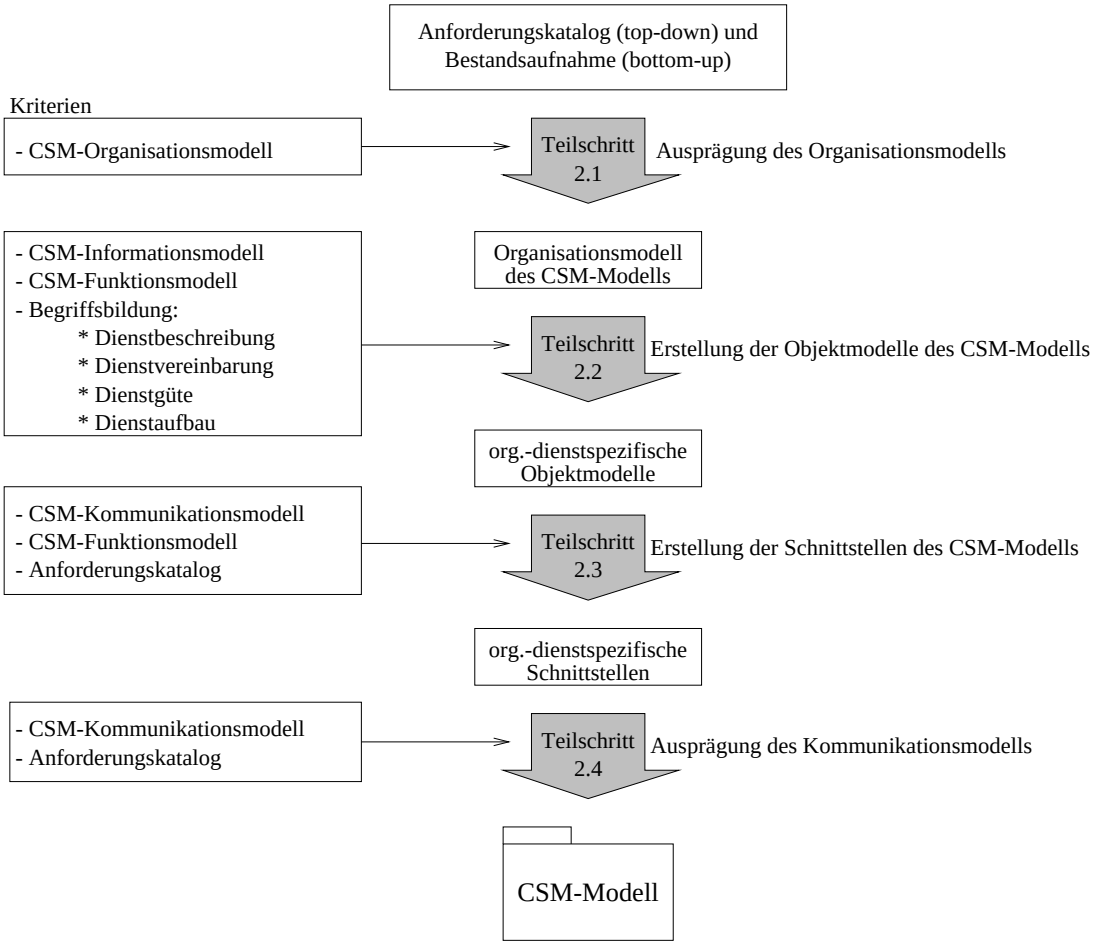

Abbildung 5.3: Entwurf des CSM-Modells für den Dienst

korrespondierende Funktionsbereich aus der CSM-Schnittstelle herausgenommen wird (d.h. es muß erneut bei der Anforderungsanalyse begonnen werden) oder ob für die assoziierten Dienstmanagementaufgaben neue Prozesse etabliert werden[1].

Das Ziel dieses Schritts ist es, einem Dienstanbieter aufzuzeigen, welche seiner Organisationseinheiten im Zuge der Realisierung und des Betrieb einer CSM-Schnittstelle involviert sind, bzw. inwieweit notwendige Dienstmanagementaufgaben bisher nicht wahrgenommen werden.

Im Anschluß daran muß der Dienstanbieter festlegen, wer die CSM-spezifischen Rollen Administrative CSM-Provider und Operative CSM-Provider wahrnimmt und damit für die Implementierung der CSM-Schnittstelle verantwortlich ist. Als Entscheidungskriterien können freie Personalressourcen, vorhandenes Know-How von Mitarbeitern oder evtl. schon etablierte, ähnliche Prozesse (z.B. HelpDesk) sein.

[1]Die Einführung neuer Managementprozesse ist allerdings mit erheblichem Aufwand verbunden. Ausgehend von der Anforderungsanalyse, der Definition von Subprozessen und Aufgaben, der Auswahl von prozessunterstützenden Werkzeugen, der Einführung und den Betrieb der Werkzeuge, die Schulung der Mitarbeiter, usw. ist mit einem erheblichen Personalbedarf und einer langfristigen Planung zu rechnen.

Mit der Zuweisung der Rollen des CSM-Organisationsmodells zu Organisationseinheiten können die zwischen den Organisationseinheiten für die Realisierung der CSM-Schnittstelle involvierten Referenzpunkte und damit die notwendigen Informationsflüsse bestimmt werden. Damit wird explizit festgelegt, ob eine Organisationseinheit ausschließlich als Quelle, als Senke oder sowohl als Quelle und Senke von Managementinformationen dient. Weiterhin wird festgelegt, ob für den Dienstanbieter eine Unterscheidung in die beiden Domänen, CSM Domain und Service Provider Domain, sinnvoll erscheint oder diese beiden Domänen zusammengefaßt werden können. Werden die Rollen der beiden Domänen von der gleichen Organisation wahrgenommen, d.h. die Referenzpunkte zwischen der Service Provider Domain und der CSM Domain werden als intra-organisationale Referenzpunkte ausgeprägt, ist eine explizite Unterscheidung in diese beiden Domänen nicht notwendig. Speziell bei der Anwendung des CSM-Kommunikationsmodells kann dadurch entschieden werden, welche Dienste an einem Referenzpunkt notwendig sind. Zur vollständigen Ausprägung des CSM-Organisationsmodells müssen schließlich die vorgegebenen Policies dienstanbieter-spezifisch angepaßt, d.h. erweitert, verfeinert, ergänzt oder vernachlässigt werden. Als Entscheidungskriterien dienen dazu die Funktionalität des Dienstes und die Anforderungen an die CSM-Schnittstelle aus Teilschritt 1.1.

Als Ergebnis dieses Teilschritts liegt eine dienstanbieter-spezifische Ausprägung des CSM-Organisationsmodells vor, das die involvierten Organisationseinheiten und deren Kommunikationsbeziehungen aufzeigt.

5.3.2 Teilschritt 2.2: Erstellung der Objektmodelle des CSM-Modells

Der in diesem Abschnitt behandelte Teilschritt beschäftigt sich mit Spezifikation der Objektmodelle des CSM-Modells, d.h. der Definition von dienst- und organisationsspezifischen Managementinformationen, die zwischen den Rollen des CSM-Organisationsmodells im Zuge der Realisierung der CSM-Schnittstellen an sämtlichen Referenzpunkten ausgetauscht werden müssen.

Die CSM-Architektur unterstützt den Dienstanbieter dabei dadurch, daß innerhalb des CSM-Informationsmodells und des CSM-Funktionsmodells bereits syntaktische (d.h. als Spezifikationssprache soll UML verwendet werden) und semantische (d.h. die Objektmodelle des CSM-Informations- und CSM-Funktionsmodells) Vorgaben gemacht werden. Die UML-basierten Objektmodelle beschreiben generisch, welche Informationen von einer Rolle bereitgestellt bzw. verarbeitet werden müssen. Speziell für die Rollen der Service Provider Domain wird innerhalb der CSM-Architektur allgemein definiert, für welche Informationen sie als Quelle bzw. Senke verantwortlich sind.

Die Objektmodelle des CSM-Modelle erweitern die generischen Objektmodelle um dienst- und organisationsspezifische Charakteristika. Der Ausgangspunkt für die Spezifikation der Objektmodelle des CSM-Modells sind somit das CSM-Informationsmodells und das CSM-Funktionsmodell.

Zuerst muß der Dienstanbieter die Top-level Klassen des CSM-Informationsmodells an das Dienstspektrum anpassen. Dazu modelliert der Dienstanbieter seinen Dienst anhand der innerhalb der Begriffsdefinitionen eingeführten Aspekte eines Dienstes. Als Kriterien für diese Anpassung dienen dabei im wesentlichen die Funktionalität des Dienstes (als Teil der Dienstbeschreibung, siehe Abbildung 2.5) und der dort festgelegte Aufbau bzw. die Abhängigkeiten zu anderen Diensten und/oder Komponenten (siehe Abbildung 2.8). Der konkrete Dienst des Anbieters wird mittels von der Klasse `Service` abgeleiteten Klassen modelliert und mit dienstspezifischen Attributen und Methoden ausgeprägt. Beispielsweise würde der ISP aus dem ersten Szenario (siehe Abschnitt 2.1) seinen WWW-Dienst als Anwendungsdienst (`WWWService` abgeleitet von `ApplicationService` abgeleitet von `Service`) mit einem oder mehreren zugeordneten Instanzen der Klasse `Server`, abgeleitet von `System`, spezifizieren. Wäre eine besonders strikte Durchsetzung der Mandantenfähigkeit eine Policy des ISP, würde die Modellierung einen dedizierten Server für jeden Dienst und damit Kunden vorsehen. Ein Attribut des WWW-Dienstes wäre beispielsweise ein Domainname. Der Dienstzugangspunkt des WWW-Dienstes könnte um einen http-Port ergänzt werden. Modelliert der Dienstanbieter seinen Dienst auf Basis der dort eingeführten Aspekte (siehe Abschnitt 2.2.2), stellen die Beziehungen der Aspekte untereinander die an dieser Stelle zu modellierenden Eigenschaften des Dienstes dar.

Anschließend müssen die Objektmodells des CSM-Funktionsmodells ebenfalls an dienst- und organisationsspezifische Eigenschaften angepaßt werden. In Analogie zu oben stellen die Beziehungen des Dienstmodells mit der Dienstvereinbarung (siehe Abbildung 2.6) und der Dienstgüte (siehe Abbildung 2.7) die an dieser Stelle zu modellierenden Eigenschaften des Dienstes und damit Entscheidungskriterien für die Anpassung dar. Beispielsweise wird der ISP die Klasse `SLA` für den WWW-Dienst um organisationsspezifische Vertragseigenschaften (wie z.B. Abrechnungsdetails) ergänzen. Weiterhin werden spezifische Dienstgüteparameter definiert, beispielsweise eine jährliche und monatliche Verfügbarkeit, Zugriffszeiten, Plattenplatzkontingente oder Verzögerungszeiten. Es können bereits sogenannte *Service Templates* modelliert werden, d.h. es wird für einen Dienst des Anbieters sein prinzipieller Aufbau spezifiziert. Zum Beispiel wird für einen WWW-Dienst und dessen Dienstvereinbarungen festgelegt, daß er sich aus einem IP-Dienst, einem DNS-Dienst und einem Server zusammensetzt und als mögliche QoS-Parameter eine jährliche und monatliche Verfügbarkeit zur Verfügung stehen, der Plattenplatz kontingentiert, aber die Zugriffszeit nicht garantiert wird.

Schließlich können die Objektmodelle des CSM-Modells noch um zusätzliche Charakteristika ergänzt werden. Bietet beispielsweise ein Abrechnungssystem Informationen über Tarife und Konten an, können diese Informationen in die korrespondierenden Objektmodelle des CSM-Modells aufgenommen werden.

Die Objektmodelle sind auf Basis des CSM-Informationsmodells modelliert, d.h. sie nutzen UML als Spezifikationssprache und sämtliche enthaltenen Managementobjektklassen sind von den von der CSM-Architektur bereitgestellten Oberklassen abgeleitet. Dadurch wird einerseits gewährleistet, daß die modellierte Information noch unabhängig von verwendeten Werkzeugen und deren Managementarchitekturen beschrieben wird, und andererseits wird sichergestellt, daß durch die Spezialisierung eine innerhalb des CSM-Modells einheitliche und definierte Semantik

verwendet wird.

5.3.3 Teilschritt 2.3: Erstellung der Schnittstellen des CSM-Modells

Im Anschluß an die Spezifikation der Objektmodelle muß der Dienstanbieter die Schnittstellen an den Referenzpunkten bestimmen. In Analogie zur Gewinnung der Objektmodelle dienen die Schnittstellenbeschreibungen des CSM-Funktionsmodells und des CSM-Kommunikationsmodells als Vorgaben für den Dienstanbieter. Dazu müssen aus den vorgegebenen, generischen Schnittstellen (siehe Abbildung 4.58) die für diese CSM-Schnittstelle relevanten Schnittstellen ausgewählt werden. Bei Bedarf müssen die Schnittstellen um Methoden erweitert werden. Dies ist dann der Fall, wenn bei der Erstellung der Objektmodelle zusätzliche Managementobjektklassen eingefügt wurden. Für den Zugriff auf diese Managementobjekte müssen entsprechende `get`, `set`, `list` und `notify` Methoden in die Schnittstellen integriert werden. Wurden beispielsweise im Teilschritt 2.2 in die Objektmodelle Klassen zur Beschreibung von Tarifmodellen eingefügt, müssen an dieser Stelle Zugriffsmethoden auf die Tarifmodelle spezifiziert werden.

Die auf diese Weise gewonnenen, dienst- und organisationsspezifischen Schnittstellen beschreiben, welche Funktionalität an den Referenzpunkten zur Realisierung der in der Anforderungsanalyse geforderten Funktionalität an der CSM-Schnittstelle erforderlich ist. Speziell an den Referenzpunkten zwischen der CSM Domain und der Service Provider Domain werden somit Anforderungen an die von den Rollen der Service Provider Domain bereitzustellende Funktionalität gestellt. Diese Anforderungen werden noch unabhängig von konkreten Werkzeugen, die die jeweiligen Rollen einsetzen, gestellt. Dieser Teilschritt hat nicht die Aufgabe zu entscheiden, ob eine Rolle die geforderten Schnittstellen überhaupt realisieren kann, sondern es ist die Aufgabe dieses Teilschritts, auf Basis der im Teilschritt 1.1 im Zuge der Anforderungsanalyse geforderten Funktionalität an der CSM-Schnittstelle festzulegen, welche Schnittstellen von jeder Rolle dafür bereitgestellt werden müssen.

5.3.4 Teilschritt 2.4: Ausprägung des Kommunikationsmodells

Für die Ausprägung des Kommunikationsmodells muß der Dienstanbieter die Services des CSM-Kommunikationsmodells an die dienst- und organisationsspezifischen Merkmale anpassen. Aufgrund der Dienstcharakteristika kann er entscheiden, ob und welche Services des CSM-Kommunikationsmodells für das CSM-Modell relevant sind. Die ausgewählten Services sollen, soweit wie möglich, detailliert spezifiziert werden.

Für den Authentification & Authorization Service muß der Dienstanbieter zuerst einen Authentifizierungsmechanismus festlegen. Je nachdem, welche Sicherheitspolitiken der Dienstanbieters vorgibt, kann das Spektrum der Möglichkeiten von Login/Paßwort Kombinationen über Smart-Cards, digitale Signaturen bis zu Iris-Scans variieren. Nachdem der Mechanismus festgelegt wurde, muß die genaue Ausprägung spezifiziert werden. Beim einfachen Login/Paßwort Mecha-

nismus wird beispielsweise definiert, daß ein Paßwort mindestens 8 Zeichen lang sein muß und mindestens 2 Sonderzeichen enthalten sein muß.

Für den Notification Service muß festgelegt werden, welcher konkreten Mechanismen für die synchrone oder asynchrone Benachrichtigung verwendet wird. Bei der Vorstellung des Notification Service wurden schon einige Beispiele aufgezeigt, die der Dienstanbieter aber aufgrund seiner Dienstcharakteristika oder entsprechend der Wünsche seiner Kunden beliebig anpassen, erweitern oder verfeinern kann. Als Entscheidungskriterien spielen neben Kundenwünsche auch der Implementierungsaufwand und evtl. schon etablierte Kommunikationswege (z.B. per EMail oder FAX) eine Rolle.

Bezüglich des Transaction Service muß festgelegt werden, welche Aufrufsemantik für die einzelnen Methoden der Schnittstellen bzw. für die Funktionsblöcke verwendet werden soll. Handelt es sich bei einem Funktionsblock ausschließlich um einen lesenden Zugriff, ist eine best-effort Aufrufsemantik ausrechend. Handelt es sich um einen schreibenden Zugriff, der zusätzlich eine nach dem ACID-Prinzip definierte Bearbeitung erfordert (z.B. die Bestellung eines neuen Dienstes), muß für diesen Funktionsblock die exactly-once Semantik durchgesetzt werden.

5.4 Schritt 3: Abbildung des CSM-Modells auf die Managementumgebung des Dienstanbieters

Das Ziel dieses Schritts ist die konkrete Abbildung der im CSM-Modell spezifizierten Anforderungen an die Funktionalität der CSM-Schnittstelle auf die Funktionalität der vom Dienstanbieter eingesetzten Werkzeuge, d.h. eine Beschreibung der Vorgehensweise, wie der Dienstanbieter die CSM-Schnittstelle in seine lokale Managementumgebung integrieren kann (siehe Abbildung 5.4).

5.4.1 Teilschritt 3.1: Ausprägung der Referenzpunkte

Auf Basis der von den Rollen des CSM-Modells eingesetzten Werkzeuge soll in diesem Teilschritt festgelegt werden, auf welcher (Management-) Architektur die korrespondierenden Referenzpunkte ausgeprägt werden müssen, um die von den Werkzeugen bereitgestellten Schnittstellen zum Zugriff auf die von ihnen verwalteten Managementobjekte in die CSM-Schnittstelle integrieren zu können.

Für die Rollen der Service Provider Domain wurden bereits im Teilschritt 1.2 die eingesetzten Werkzeuge und deren zugrundeliegenden Managementarchitekturen identifiziert. In Abbildung 5.5 ist beispielhaft dargestellt, daß den Rollen der Service Provider Domain die Managementarchitekturen $MA_1 ... MA_4$ zugrundeliegen. Es ist weiterhin dargestellt, daß die den Rollen CSM-User, Administrative und Operative CSM-Provider zugrundeliegenden Architekturen bisher nicht unbekannt sind. Bevor die Spezifikation der Ausprägung der Referenzpunkte durchgeführt werden kann, müssen aber diese Architekturen spezifiziert werden.

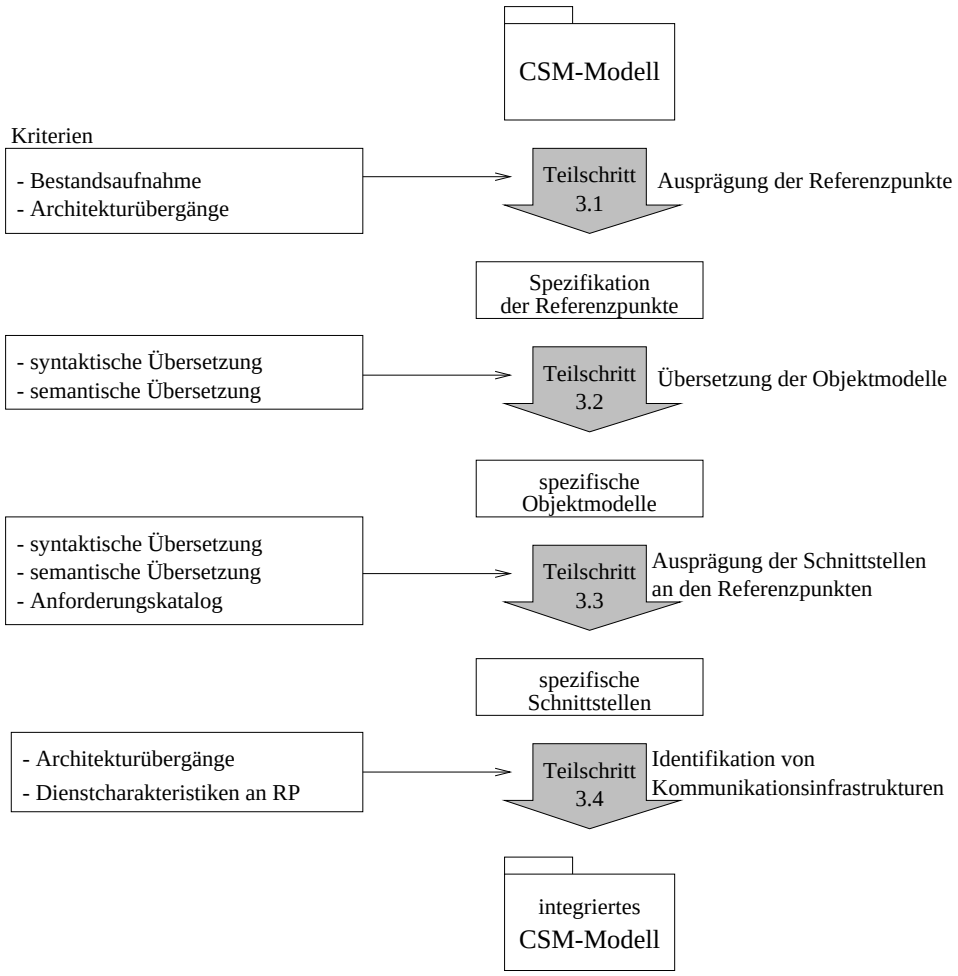

Abbildung 5.4: Abbildung des CSM-Modells auf die Managementumgebung des Dienstanbieters

Für die Auswahl der geeigneten Architekturen für diese Rollen schränken folgende Aspekte den Entscheidungsspielraum ein:

1. Der Dienstanbieter muß berücksichtigen, daß eine einfache Integration der am CSM-RP bereitgestellt Information und Funktionalität in die lokale Managementumgebung der Kunden gegeben ist (durch den CSM-User). D.h. der Dienstanbieter muß analysieren, welchen Zugriffsmechanismus und welche Informationsbeschreibung die Kunden bevorzugen oder von möglich vielen Kunden bevorzugt wird. Diese Kundenwünsche spielen für die Akzeptanz der CSM-Schnittstelle eine große Rolle.

2. Weiterhin muß der Dienstanbieter für die Auswahl der geeigneten Architekturen berücksichtigen, daß die Anzahl der Architekturübergänge an den Referenzpunkten minimiert wird. Die Architekturübergänge erhöhen die Komplexität der Integration und der Implementierung wesentlich. Dabei spielt noch ein weiterer Aspekt eine Rolle: Setzt der Dienstanbieter evtl. schon eine integrierte Managementplattform ein, die auf Basis einer gemeinsamen Informationsbeschreibung und Repräsentation viele seiner eingesetzten Werk-

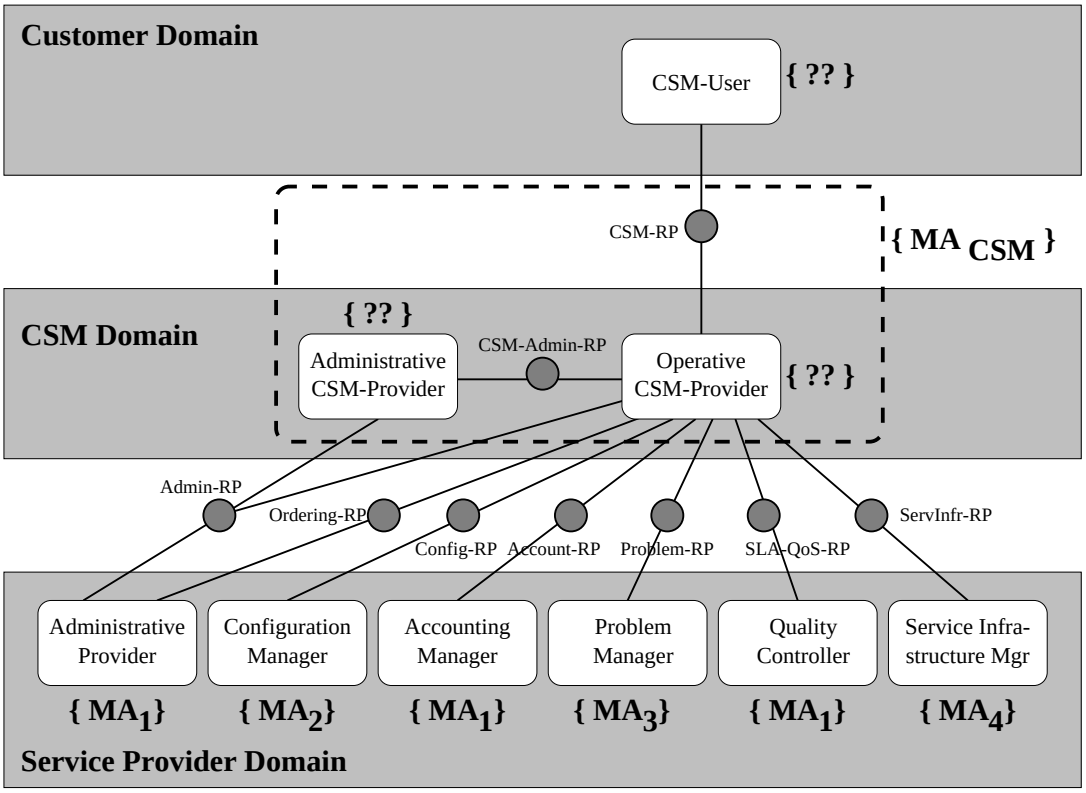

Abbildung 5.5: Gewinnung der Schnittstellen des CSM-Modells

zeuge integriert (im Sinne einer Service Management Plattform nach [Dreo 00]), ist die dieser Plattform zugrundeliegende Architektur als Grundlage für die CSM-Schnittstelle zu berücksichtigen. Dies würde insbesondere eine einfache Integration der CSM-Schnittstelle in die Managementumgebung des Dienstanbieters implizieren.

3. Schließlich ist davon auszugehen, daß der Operative CSM-Provider intern auf der gleichen Managementarchitektur aufsetzt, die auch beim CSM-RP verwendet wird. Dies liegt darin begründet, daß es die Aufgabe des Operative CSM-Providers ist, die Funktionalität des CSM-RP bereitzustellen. Würde der Operative CSM-Provider intern eine andere Managementarchitektur als am CSM-RP einsetzen, wäre bei jeder Interaktion zwischen dem CSM-User und dem Operative CSM-Provider ein Architekturübergang notwendig. Wird der Referenzpunkt CSM-Admin-RP aufgrund der konkreten Rollenverteilung innerhalb des CSM-Modells als intra-organisationaler Referenzpunkt ausgeprägt, ist es weiterhin sinnvoll, den Administrative CSM-Provider auf der gleichen Architektur wie den Operative CSM-Provider zu realisieren. In diesem Fall kann für den Operative und Administrative CSM-Provider und für die Referenzpunkte CSM-RP und CSM-Admin-RP die gleiche Architektur, mit MA_{CSM} bezeichnet, vorgegeben werden (siehe gestrichelte Box in Abbildung 5.5).

Im Anschluß an die Spezifikation der Managementarchitekturen, die den Rollen des CSM-

Modells zugrundeliegen, existieren für die Ausprägung der Referenzpunkte zwischen diesen Rollen folgende Alternativen (siehe Abbildung 5.6):

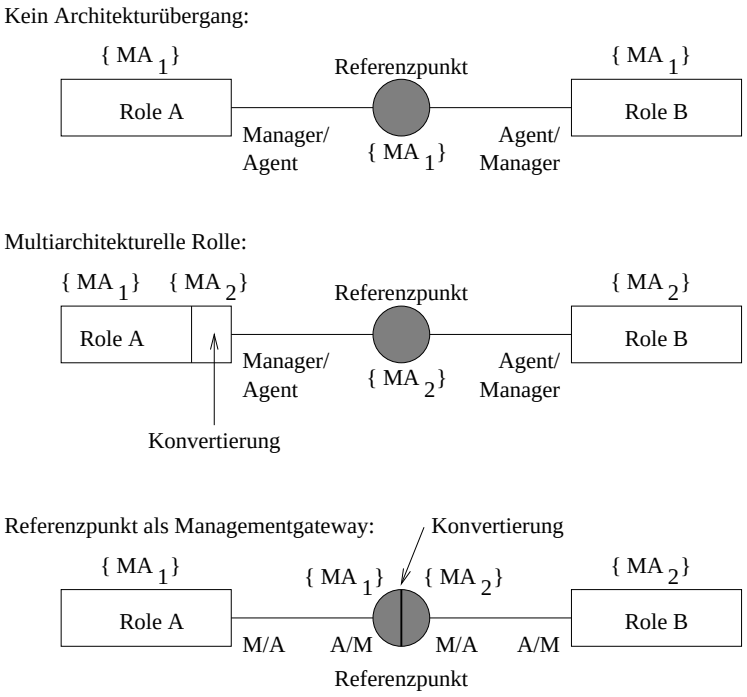

Abbildung 5.6: Möglichkeiten zur Ausprägung eines Referenzpunktes

Kein Architekturübergang notwendig: Im einfachsten Fall unterstützen beide kommunizierenden Rollen die gleiche Managementarchitektur MA_1. In diesem Fall ist keine Anpassung bei den Rollen selbst oder am Referenzpunkt notwendig (siehe oberen Teil von Abbildung 5.6).

Multiarchitekturelle Rollen: Sollen zwei Rollen unterschiedlicher Managementarchitekturen miteinander kommunizieren, kann der Fall des multiarchitekturellen Agent/Manager eintreten. Wie im mittleren Teil von Abbildung 5.6 dargestellt, basiert die $RoleA$ auf der Managementarchitektur MA_1 und soll mit der $RoleB$ kommunizieren, die die Managementarchitektur MA_2 unterstützt. $RoleA$ wird um eine Übergangskomponente erweitert, die eine Konvertierung zwischen den beiden Managementarchitekturen ermöglicht. Je nachdem, ob $RoleA$ in Agenten-, Manager- oder in einer Doppelrolle auftritt, verhält sie sich wie ein multiarchitektureller Agent, ein multiarchitektureller Manager oder wie sowohl ein multiarchitektureller Manager als auch ein multiarchitektureller Agent.

Referenzpunkte als Managementgateways: Im dritten Fall kommunizieren zwei Rollen unterschiedlicher Managementarchitekturen mittels eines Managementgateways. Gateways stellen einen transparenten Zugriff auf die jeweils andere Architektur bereit, d.h. eine Rolle kann nicht erkennen, daß die andere Rolle auf einer unterschiedlichen Architektur basiert.

Damit haben Gateways den Vorteil, daß keine Veränderungen an den kommunizierenden Partnern vorzunehmen sind (siehe unteren Teil von Abbildung 5.6).

Tritt ein Übergang zwischen zwei Managementarchitekturen auf, müssen für die beiden aufeinandertreffenden Architekturen alle vier Teilmodelle wechselseitig aufeinander abgebildet werden. Details zu diesen Abbildungen werden beispielsweise in [HAN 99], [Kell 98] oder in [Lang 96] vorgestellt.

Diese drei Alternativen können aber nicht nur auf Übergänge zwischen Managementarchitekturen angewandt werden, sondern für Übergänge zwischen beliebigen Architekturen, Protokollen oder Technologien. Für die Ausprägung der Referenzpunkte spielen insbesondere folgende Möglichkeiten eine zentrale Rolle:

Transport- und Anwendungsprotokolle: Es ist durchaus üblich, daß im technischen Management auch Werkzeuge eingesetzt werden, deren Schnittstellen keine Managementprotokolle unterstützen, sondern beliebige andere Transport- oder Anwendungsprotokolle. Im ISP-Szenario erfolgt beispielsweise der Zugriff auf die Kunden- und Benutzerverwaltung mittels des X.500 Protokolls. Würde der Operative CSM-Provider in diesem Szenario beispielsweise auf CORBA als Managementarchitektur basieren, wäre am Referenzpunkt Admin-RP ein Übergang zwischen CORBA einerseits und X.500 zum Administrative Provider andererseits notwendig. Analog zu oben können drei Alternativen unterschieden werden, siehe Abbildung 5.7: Im oberen Teil von Abbildung 5.7 wird der Operative CSM-Provider

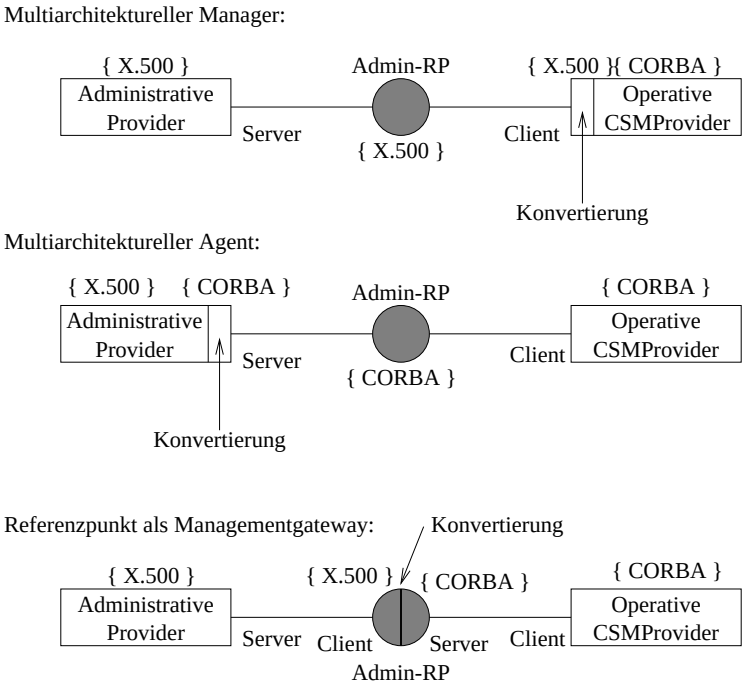

Abbildung 5.7: Beispielhafte Ausprägung des Admin-RP

als multiarchitektureller Manager realisiert, d.h. er unterstützt neben CORBA auch X.500.

Im mittleren Teil der Abbildung ist der Administrative Provider als multiarchitektureller Agent realisiert, d.h. er bietet dem ausschließlich CORBA unterstützenden Operative CSM-Provider einen transparenten CORBA-Zugriff auf das X.500 Verzeichnis. Im unteren Teil der Abbildung ist schließlich der Referenzpunkt Admin-RP als Gateway zwischen CORBA einerseits und X.500 andererseits abgebildet. Die Gatewaylösung ermöglicht eine transparente Kommunikation der beiden heterogenen Rollen, ohne Änderungen an diesen vornehmen zu müssen.

Datenbanken: Eine wichtige Informationsquelle für CSM-Schnittstellen stellen allgemein Datenbanken dar. Die beispielhafte Koppelung einer Abrechnungsdatenbanken ist in Abbildung 5.8 dargestellt. Der Accounting Manager betreibt die ODBC fähige Datenbank und der Operative CSM-Provider kann über einen ODBC-Treiber auf die Datenbank zugreifen. Der Operative CSM-Provider fungiert somit als multiarchitektureller Manager.

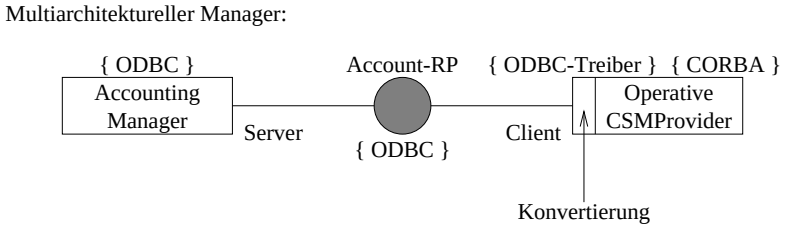

Abbildung 5.8: Beispielhafte Ausprägung des Account-RP

Anwendungen mit proprietären Schnittstellen: Wie die Szenarien zeigen, stellen häufig Managementanwendungen nur proprietäre Schnittstellen zum Export/Import von Daten bereit (z.B. InfoVista, XACCTusage). Für die Ausprägung der Referenzpunkte spielen dabei zwei Fälle eine Rolle, die multiarchitekturelle Agentenlösung und die multiarchitekturelle Managerlösung unter Nutzung eines zusätzlichen Übertragungsprotokolls, siehe Abbildung 5.9. Beispielsweise setzt der Quality Controller ein Reporting Tool ein, mit dem ausschließlich Textdateien importiert/exportiert werden können. Im oberen Teil von Abbildung 5.9 ist der multiarchitekturelle Agentenansatz dargestellt. Ist aber diese Instrumentierung des Servers/Agenten nicht möglich, muß die Konvertierung auf Seiten des Client/Manager erfolgen. Dazu exportiert der Server die relevanten Managementobjekte in eine Datei und überträgt diese mittels eines Transportprotokolls (z.B. FTP, SCP, siehe unteren Teil von Abbildung 5.9) zum Client. Der Client (Operative CSM-Provider) empfängt die Datei und konvertiert die immer noch auf Basis der proprietären Informationsbeschreibung modellierten Inhalte in seine eigene (CORBA-basierte) Repräsentation.

Für alle Konvertierungen gilt der gleiche Sachverhalt wie bei der Übersetzung von Managementarchitekturen. Für eine Übersetzung zwischen den diversen Ansätzen ist nicht nur eine reine Protokollkonvertierung ausreichend, sondern es müssen zusätzlich die Informationsbeschreibungen sowie die Inhalte aufeinander abgebildet werden.

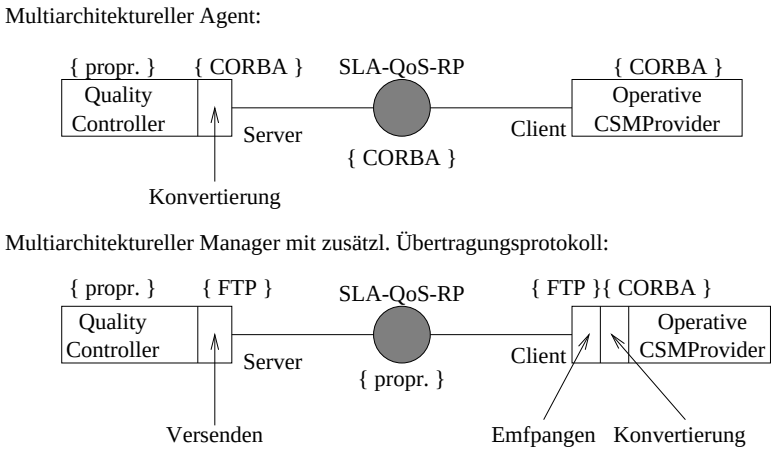

Abbildung 5.9: Beispielhafte Ausprägung des SLA-QoS-RP

In diesem Abschnitt soll eine Bewertung der vorgestellten Alternativen zur Ausprägung der Referenzpunkte dem Dienstanbieter eine Hilfestellung geben, für welches Szenario die geeignete Alternative zu wählen ist: Multiarchitekturelle Agenten bzw. Manager eignen sich bevorzugt in den Situationen, in denen Managementanwendung einfach instrumentiert werden können. Für kommerzielle Managementanwendungen ist dies in der Regel nicht der Fall. Da die den beiden Rollen Administrative und Operative CSM Provider zugeordneten Aufgaben vom Dienstanbieter selbst implementiert werden müssen, kann dort jedoch im Gegensatz zu kommerziellen Werkzeugen eine Instrumentierung mit mehreren Protokollschnittstellen erfolgen. Gateways ermöglichen die transparente Kommunikation zwischen Rollen mit heterogenen Managementarchitekturen, ohne Änderungen an den jeweiligen Rollen vornehmen zu müssen. Sie stellen damit eine elegante Lösungsalternative dar, verschieben aber die Intelligenz weg von den Rollen hin zum Referenzpunkt. Diese Verschiebung hat zur Folge, daß alle vier Teilmodelle der beiden Architekturen vollständig aufeinander abgebildet werden müssen und somit keine Optimierung bzw. Vereinfachung der Abbildung aufgrund der rolleninternen Informationsverarbeitung erfolgen kann. Stellt beispielsweise der Configuration Manager dem Operative CSM-Provider (mit CORBA als Managementarchitektur) einen SNMP-Zugriff auf die Interfacekonfiguration der Kundenanschlüsse zur Verfügung, ist ein vollständiges SNMP/CORBA Gateway nicht notwendig, eine direkte Abbildung der `getSAPInfo()` Methode auf ein `SNMP.get(OID)` mit hartkodierter `OID` ist ausreichend. Ein SNMP/CORBA Gateway ist dann sinnvoll, falls viele verschiedene und vor allem dynamische SNMP-Zugriffe, d.h. mit vorher nicht bekannten OIDs, vom Operative CSM-Provider durchgeführt werden müssen.

Je nach Ausprägung des Referenzpunkte kann dies auch Auswirkungen auf die Services des CSM-Kommunikationsmodells haben. Für jeden Referenzpunkt muß der Dienstanbieter entscheiden, wie, d.h. auf welchen Mechanismen oder Technologien, die relevanten Services realisiert werden können. Insbesondere bieten die existierenden Managementarchitekturen oftmals bereits eigene Dienste zur Realisierung des Security Service, des Notification Service und des Transaction Service an. Für die Internet-Managementarchitektur steht z.B. ab der Version 2 ei-

ne gesicherte Übertragung von SNMP-PDUs und ein Notifikationsmechanismus zur Verfügung, jedoch keine Möglichkeit zur Festlegung der Aufrufsemantik. Für Transport und Anwendungsprotokolle können oftmals zur Realisierung des Security Services transparente Schichten genutzt werden, die eine Ende-zu-Ende Verschlüsselung der Verbindung bereitstellen (z.B. SSL) oder um Sicherheitsaspekte erweiterte Alternativprotokolle (z.B. SCP statt FTP).

Der Naming & Directory Service speichert für jede Rolle die an einem Referenzpunkt bereitgestellten Schnittstellen und die Referenzen darauf. Er ist der einzige Service, der insbesondere bei Architekturübergängen in verschiedenen Ausprägungen und mehrmals auftreten kann (siehe Abbildung 5.10): Tritt an einem Referenzpunkt kein Architekturübergang auf, wird ein loka-

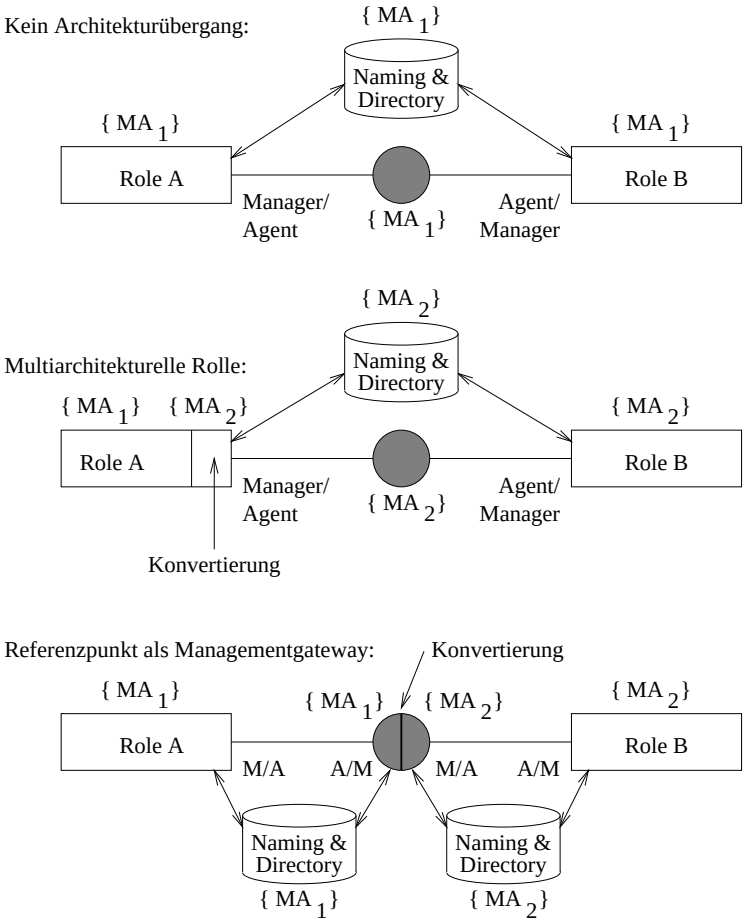

Abbildung 5.10: Naming & Directory Service bei Architekturübergängen

ler, d.h. nur für diesen Referenzpunkt gültiger, oder globaler, d.h. für mehrere Referenzpunkte verantwortlicher, Naming & Directory Service zur Referenzverwaltung herangezogen. In Falle eines Architekturübergangs auf Basis eines multiarchitekturellen Managers bzw. Agenten wird ein Naming & Directory Service auf Basis des Managementarchitektur des Referenzpunkten eingeführt. Beide Rollen tragen ihre jeweils bereitgestellten Schnittstellen dort ein. Im Falle des Architekturübergangs auf Basis eines Managementgateways müssen für beide Managementar-

chitekturen jeweils ein Naming & Directory Service etabliert werden. Das Gateway ist dafür verantwortlich, daß die korrespondierenden Naming & Directory Services gültigen Referenzen eingetragen sind, die den transparenten Zugriff auf Objekte der jeweils andere Architektur ermöglichen.

Als Ergebnis dieses Teilschritts liegen die konkrete Spezifikation der Realisierung der Referenzpunkte, einschließlich der notwendigen Services des CSM-Kommunikationsmodells, vor. Es wurde festgelegt, welche Architekturen, Protokolle oder Technologien an den Referenzpunkten bzw. innerhalb der Rollen des CSM-Organisationsmodells jeweils aufeinandertreffen und entsprechende Übergänge geschaffen werden müssen.

5.4.2 Teilschritt 3.2: Übersetzung der Objektmodelle

Mit der Definition der Objektmodelle des CSM-Modells stehen konkrete, dienst- und organisationsspezifische Objektbeschreibungen für sämtliche Referenzpunkten in einer abstrakten, d.h. auf keine Syntaxsprache einer existierenden Managementarchitektur beschränkten, Notation (UML) zur Verfügung.

Aufgrund der top-down orientierten Gewinnung und ihrer abstrakten Notation berücksichtigen diese Objektmodelle bisher nicht, inwieweit die zur Instantiierung der Objektmodelle notwendigen Daten überhaupt aus den existierenden Managementwerkzeugen des Dienstanbieters gewonnen werden können oder auf welcher Beschreibungssprache diese spezifiziert sind.

Ziel dieses Teilschritts ist es somit, für jeden Referenzpunkt festzulegen, wie die für diesen Referenzpunkt relevanten Teile der Objektmodelle des CSM-Modells auf existierende Datenquellen bzw. Senken abgebildet werden können (semantische Übersetzung) und welche syntaktischen Übersetzungen notwendig sind.

In Teilschritt 3.1 wurde bereits festgelegt, daß die beiden Rollen CSM-User und Operative CSM-Provider und der Referenzpunkt CSM-RP auf der gleicher Managementarchitektur (MA_{CSM-RP}) und somit auf der gleichen Informationsbeschreibung basieren. Aus der Tatsache, daß an der CSM-Schnittstelle keine Managementobjekte gemessen werden, sondern nur eine logische Sichtweise auf das Dienstmanagement bereitgestellt wird, resultiert, daß für die Implementierung dieses Referenzpunktes ausschließlich eine syntaktische Übersetzung der Objektmodelle des CSM-Modells auf die Objektbeschreibungen des CSM-RP auf Basis der festgelegten Managementarchitektur MA_{CSM-RP} durchgeführt werden muß (siehe rechten Teil von Abbildung 5.11).

Für alle anderen Referenzpunkte muß der Dienstanbieter die Objektmodelle des CSM-Modells auf die Informationsbasis der eingesetzten Werkzeuge abbilden (siehe linken Teil von Abbildung 5.11). Können Attribute oder Klassen der Objektmodelle des CSM-Modells nicht auf die MIBs der Werkzeuge abgebildet werden, müssen die Auswirkungen auf die gesamte Modellierung berücksichtigt werden: Können einzelne Attribute, z.B. die Telefonnummer eines Users, nicht bestimmt werden, hat dies keine gravierenden Auswirkungen auf die CSM-Schnittstellen, es müssen lediglich die entsprechenden Attribute aus den schon übersetzten Objektmodellen für den Referenzpunkt CSM-RP herausgenommen werden. Fehlen notwendige Daten, um bestimm-

te Klassen zu instantiieren, kann dies zu Einschränkungen bei der gewünschten Funktionalität an der CSM-Schnittstelle führen. Um dies zu vermeiden, sind die Anforderungen an die CSM-Schnittstelle neu zu analysieren und es ist gemäß den geänderten Randbedingungen erneut bei Teilschritt 1.1 zu beginnen. Bei dieser Abbildung handelt es sich um eine *semantische Übersetzung* (nach [HAN 99]), d.h. neben der reinen syntaktischen Abbildung der Spezifikationssprachen berücksichtigt die semantische Übersetzung auch die Bedeutung der Objektbeschreibungen. Dabei wird versucht, eine Objektbeschreibung so weit wie möglich auf existierende Managementobjektspezifikationen der jeweils anderen Architektur abzubilden. Weitere Informationen mit einigen Beispielen und verfeinerten Übersetzungskriterien werden beispielsweise in [HAN 99, Kell 98] vorgestellt.

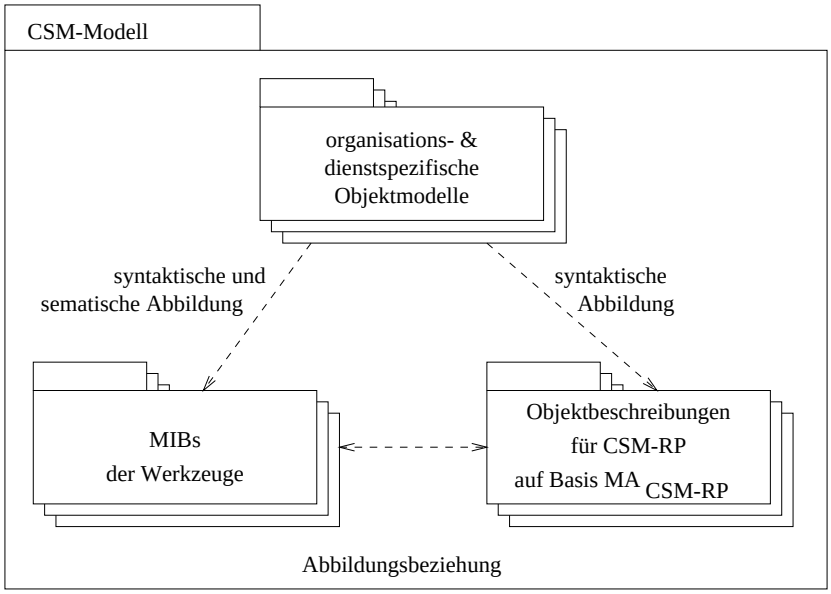

Abbildung 5.11: Abbildung der Informationsmodelle

Als Ergebnis dieses Teilschritts liegen neben Objektbeschreibungen für alle Rollen und Referenzpunkte (auf Basis der jeweils eingesetzten Informationsmodells) auch Abbildungsbeziehungen (aufgrund des gemeinsamen Modells) zur semantischen Übersetzung der zwischen den verschiedenen Managementarchitekturen auszutauschenden Informationen vor.

5.4.3 Teilschritt 3.3: Ausprägung der Schnittstellen an den Referenzpunkten

Die im Teilschritt 2.3 festgelegten Schnittstellen sind noch unabhängig von den eingesetzten Werkzeugen formuliert. Ziel dieses Teilschritts ist es daher, die Schnittstellen eines Referenzpunktes in die Beschreibungssprache derjenigen Architektur zu übersetzen, die im vorigen Teilschritt aufgrund von Architekturübergängen für diesen Referenzpunkt festgelegt wurde (dies erfolgt in Analogie zu der syntaktischen und semantischen Übersetzung des Teilschritts 3.2).

Damit ist für jeden Referenzpunkt seine Architektur (Teilschritt 3.1), die auszutauschenden Datenstrukturen (Objektmodelle, Teilschritt 3.2) und die, von den an diesem Referenzpunkt kommunizierenden Rollen, zu implementierende Funktionalität festgelegt.

5.4.4 Teilschritt 3.4: Identifikation der Kommunikationsinfrastrukturen

Mit der obigen Spezifikation der Services (Teilschritt 2.4) und der Ausprägung der Referenzpunkte aus Teilschritt 3.1 stehen den Dienstanbieter nun die notwendigen Informationen zur Verfügung, um die Anzahl der beteiligten, verschiedenen Kommunikationsinfrastrukturen festzulegen:

Der Dienstanbieter muß für jede Managementarchitektur, die der Operative und der Administrative CSM-Provider unterstützen, eine Kommunikationsinfrastruktur ausprägen. Architekturübergänge, die innerhalb der Rollen der Service Provider Domain oder mittels Managementgateways stattfinden, sind für die Realisierung der CSM-Schnittstelle transparent, da sie ausschließlich die Rollen intern betreffen bzw. sich innerhalb des Referenzpunkts abspielen.

Tritt eine Managementarchitektur an mehr als einem Referenzpunkt auf, kann der Dienstanbieter anhand der Dienstcharakteristika der Referenzpunkte entscheiden, inwieweit nur eine Infrastruktur ausgeprägt werden soll, die innerhalb einer Kommunikationsinfrastruktur zusammengefaßt werden können. Basiert beispielsweise der Referenzpunkt CSM-RP auf CORBA als Managementarchitektur und wird zur Kommunikation des Operative CSM-Providers und des Administrative Providers ebenfalls CORBA eingesetzt, so kann aufgrund der ähnlichen Dienstanforderungen der beiden Referenzpunkte CSM-RP und Admin-RP auf dem selben ORB aufgesetzt werden.

Als Ergebnis dieses Teilschritts liegt vor, welche Kommunikationsinfrastrukturen, d.h. Managementprotokolle oder Middlewareimplementierungen, zwischen den beteiligten Organisationseinheiten zur Kommunikation dieser eingeführt werden müssen.

5.5 Schritt 4: Implementierung der CSM-Schnittstelle

Wie in Abbildung 5.12 dargestellt ist, wird die Implementierung der CSM-Schnittstelle in die Implementierung der drei Domänen aufgeteilt:

5.5.1 Teilschritt 4.1: Implementierung der Customer Domain

Für die Implementierung der Customer Domain können in Analogie zu den Ansätzen bei der Werkzeugunterstützung (siehe [HAN 99]) drei Alternativen identifiziert werden:

Stand-alone GUI bzw. Remote Client: Dieser isolierte Ansatz stellt den CSM-User eine eigenständige Oberfläche dar, über die er die Funktionalität an der CSM-Schnittstelle nutzen

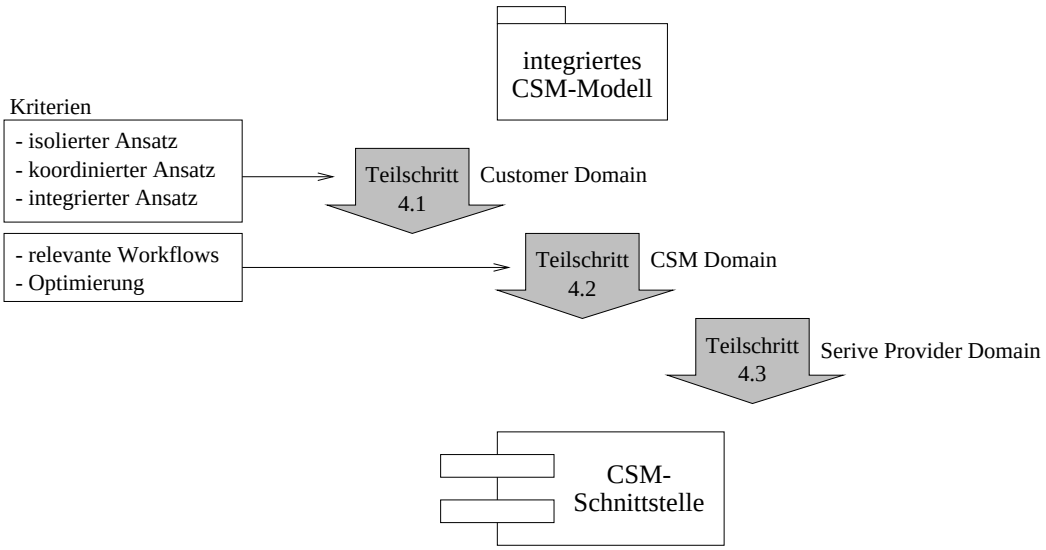

Abbildung 5.12: Implementierung der CSM-Schnittstelle

kann. Die Informationen werden von der Oberfläche ausschließlich graphisch aufbereitet und können nicht weitergehend in die Managementumgebung des Kunden integriert werden.
Um eine besonders hohe Verfügbarkeit der CSM-Schnittstelle zu erreichen, kann der Dienstanbieter neben dieser Oberfläche dem Kunden auch eine *outband* CSM-Schnittstelle zur Verfügung stellen. So kann sich ein CSM-User beispielsweise beim Ausfall der Oberfläche über eine Wählverbindung beim Dienstanbieter einwählen, um den Zustand und die Qualität seines Dienstes zu überwachen.

Exportfunktion zur weiteren Bearbeitung durch den Kunden: Viele Kunde benötigen die Informationen an der CSM-Schnittstelle nicht nur graphisch aufbereitet, sondern in einem Format, das die weitere Verarbeitung, z.B. für die eigene Planung, ermöglicht. Dieser koordinierte Ansatz ist zum Beispiel mittels einer Exportfunktion an der Oberfläche zu realisieren, um die graphisch aufbereiteten Daten auch in Dateien beim Kunden abspeichern zu können.

Integration in Managementumgebung: Beim integrierten Ansatz werden die Informationen und Funktionen an der CSM-Schnittstelle dem Kunden in Form einer MIB zur Verfügung gestellt. Mittels standardisierter Managementprotokolle kann der Kunde somit die dort bereitgestellten Daten und Funktionen in seine eigene Managementumgebung integrieren.

Der Dienstanbieter kann auf Basis seiner Kundenwünsche und seines Anforderungskatalogs für die Implementierung der Customer Domain einen dieser drei Ansätze wählen, die verschiedene Ansätze nebeneinander betreiben oder auch beliebige Mischformen realisieren.

5.5.2 Teilschritt 4.2: Implementierung der CSM Domain

Die Implementierung der CSM Domain beschäftigt sich im wesentlichen damit, die im CSM-Funktionsmodell vorgegebenen Workflows zu realisieren und somit die Informationsflüsse auf Basis der erstellten Objektmodelle zwischen dem CSM-User auf der einen Seite und den Rollen der Service Provider Domain auf der anderen Seite zu ermöglichen.

Eine wesentliche Aufgabe besteht darin, die vorgegebenen Workflows des CSM-Funktionsmodells und des CSM-Kommunikationsmodells an die veränderten bzw. erweiterten Gegebenheiten der für das CSM-Modell spezifizierten Schnittstellen und Objektmodelle anzupassen. Wird beispielsweise von einem Problem Manager aufgrund seines eingesetzten Trouble Ticket Systems das Attribut `AdditionalTroubleInformation` (siehe Abbildung 4.39) nicht zur Verfügung gestellt, können die zur Bearbeitung notwendigen Dienst- und Kundeninformationen stattdessen in das Attribut `TroubleDescription` aufgenommen werden.

Die Implementierung der CSM Domain muß die Durchsetzung der Mandantenfähigkeit gewährleisten, d.h. im wesentlichen die Realisierung des Authentification & Authorization Service. Für sämtliche Zugriffe eines CSM-Users muß sichergestellt werden, daß die vorgegebene Identität des CSM-Users überprüft wird und ihm nur die für ihn vorgesehenen Funktionalität zur Verfügung steht.

Für diese Implementierung ist insbesondere zu berücksichtigen, inwieweit zur Optimierung Daten bei häufigen Abfragen zwischengespeichert werden können oder inwieweit eine eigene Datenhaltung zu implementieren ist. Speziell der letzte Fall spielt für folgenden Typ von Referenzpunkten eine große Rolle: Werden zum Beispiel am Referenzpunkt ServInfr-RP ausschließlich in regelmäßigen Zeitabständen aktuelle Daten über den Zustand der Infrastruktur bereitgestellt, ist eine historische Abfrage über den Zustand einzelner Komponenten der Infrastruktur an diesem Referenzpunkt nicht möglich. Soll dennoch eine historische Abfragemöglichkeit an der CSM-Schnittstelle realisiert werden, kann der Operative CSM-Provider die aktuell vom Service Infrastructure Manager bereitgestellten Daten in eine lokale Datenbank eintragen und die Anfragen über die historische Zustände auf Basis der Datenbank beantworten.

5.5.3 Teilschritt 4.3: Implementierung der Service Provider Domain

Die Implementierung der Service Provider Domain beschäftigt sich mit der Anbindung der Werkzeuge an die CSM-Schnittstelle. Die Werkzeuge müssen entsprechend instrumentiert werden, d.h. sie müssen die geforderten Schnittstellen (siehe Teilschritt 3.3) an den Referenzpunkten auf Basis der für die Referenzpunkte festgelegte Kommunikationsmechanismen (Teilschritt 3.4) implementieren. Für die konkrete Instrumentierung der Werkzeuge können an dieser Stelle keine detaillierteren Entwurfskriterien angegeben werden, da diese für jedes Werkzeug spezifisch auf Basis der bereitgestellten Zugriffsschnittstellen durchgeführt werden muß.

5.6 Zusammenfassung

Als Ergebnis der Anwendung der Methodik liegt einem Dienstanbieter für einen Dienst eine korrespondierende CSM-Schnittstelle zur Verfügung, die, integriert in seine Managementumgebung, den Kunden eine logische, dienst- und kundenspezifische Sichtweise auf das Dienstmanagement des Anbieters bereitstellt. Die gesamte Vorgehensweise mit allen Teilschritten und Beziehungen ist zusammenfassend in Abbildung 5.13 dargestellt:

Wie die beiden Übergänge von den Teilschritten 2.1 und 3.2 zurück zum Teilschritt 1.1 zeigen, kann es sich bei dieser Methodik um einen iterativen Prozeß handeln. Aufgrund der konkreten Managementumgebung des Dienstanbieters können Einschränkungen in Hinblick auf die geforderte Funktionalität der CSM-Schnittstelle auftreten und eine erneute Anforderungsanalyse erforderlich machen.

Die Methodik gibt vor, welche Schritte der Dienstanbieter durchführen muß, um auf Basis der Analyse der Anforderungen an die CSM-Schnittstelle, der Analyse seiner lokalen Managementumgebung und auf Basis der CSM-Architektur ein organisations- und dienstspezifisches Modell der CSM-Schnittstelle erstellen zu können. Dieses CSM-Modell muß anschließend in das Managementumfeld des Anbieters integriert werden, d.h. es müssen Schnittstellen und Austauschformate zu den Werkzeugen des Dienstmanagements des Anbieters ausgeprägt werden. Schließlich werden die Aufgaben der einzelnen Domänen und ihrer Rollen implementiert, um einen integrierten Informationsaustausch zwischen den Kunden und dem Dienstanbieter im Hinblick auf CSM zu realisieren. Als Ergebnis steht eine in das Managementumfeld des Dienstanbieters integrierte CSM-Schnittstelle bereit, die den Kunden mit notwendigen Informationen über den Zustand und die Qualität seines abonnierten Dienstes versorgt.

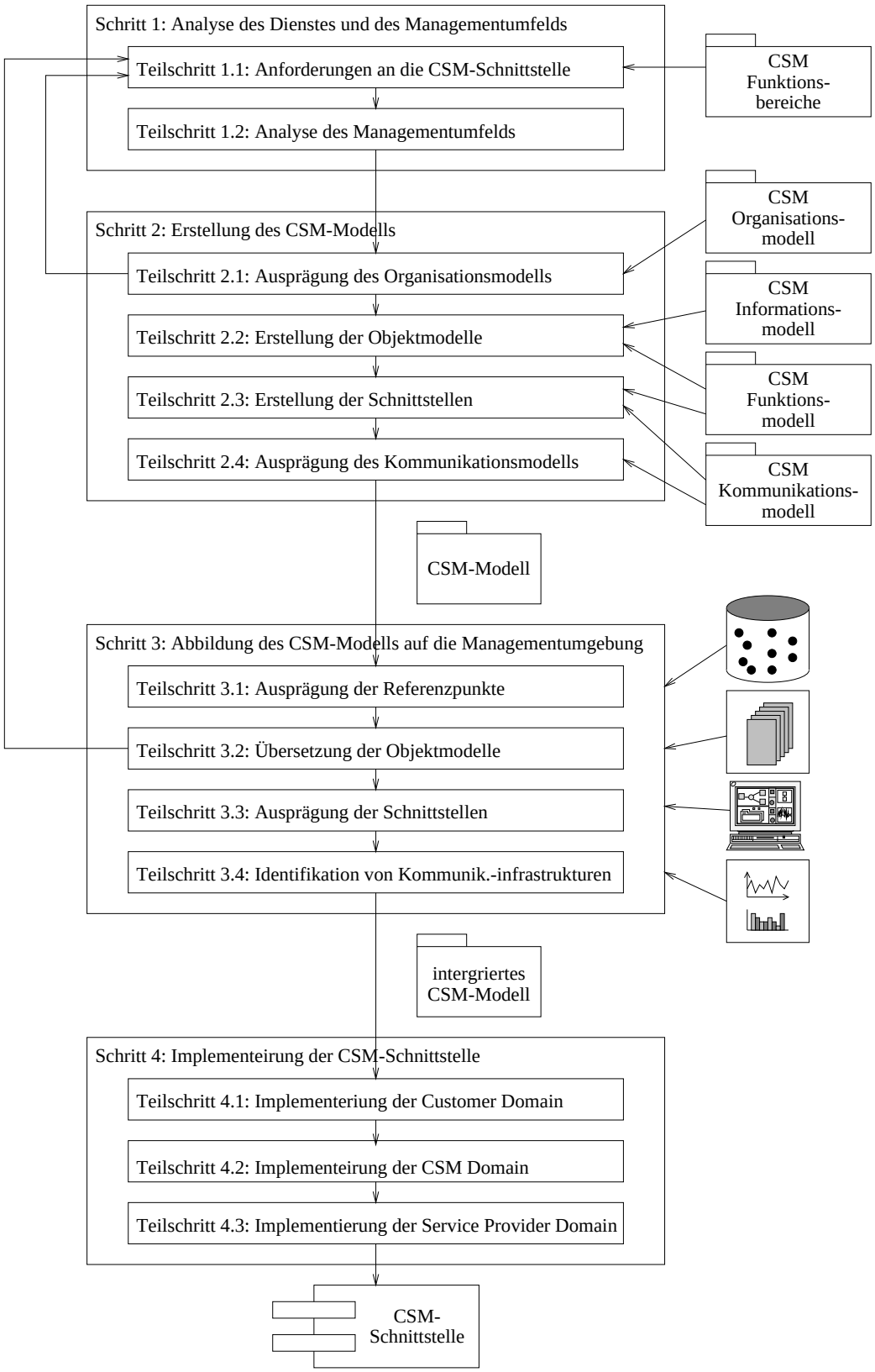

Abbildung 5.13: Methodik zur Anwendung der CSM-Architektur

Kapitel 6

Anwendung der Architektur

In diesem Kapitel sollen die in Kapitel 4 vorgestellte CSM-Architektur und die in Kapitel 5 eingeführte Methodik zur Anwendung der Architektur genutzt werden, um die Realisierung von konkreten CSM-Schnittstellen für zwei real existierende Dienste, den IP-Dienst im B-WiN und dem Münchner Wissenschaftsnetz, aufzuzeigen. Die beiden Anwendungsfälle weisen die Tragfähigkeit der innerhalb dieser Arbeit beschriebenen Konzepte zur Integration einer CSM-Schnittstelle in die heterogene Managementumgebung eines Dienstanbieters nach.

Da für beide Dienste bereits CSM-Schnittstellen existieren, können durch die Anwendung der Methodik auf diese Dienste und deren Managementumgebung für jeden Teilschritt, insbesondere auch für die Implementierung, die wesentlichen Designentscheidungen vermittelt werden. Sie stellen damit repräsentative Anwendungsfälle dar, die das gesamte Spektrum der Methodik, von der Analyse des Dienstes und des Managementumfeld bis hin zur Implementierung der CSM-Schnittstelle abdecken.

6.1 Am Beispiel des Internet-Dienstes im Breitband-Wissenschaftsnetz

Der Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e.V. - DFN-Verein - [DV 98] fördert die Kommunikation und den Informations- und Datenaustausch in nationalen und internationalen Netzen insbesondere von Einrichtungen und Personen aus Wissenschaft, Forschung, Bildung und Kultur. Basis für diese Aufgabe ist das Breitband-Wissenschaftsnetz (B-WiN)[1]. Das

[1] Das B-WiN wird im Lauf des Jahres 2001 von Gigabit-Wissenschaftsnetz (G-WiN, siehe auch 2. Szenario in Abschnitt 2.1) abgelöst. Eine Anwendung der Methodik für den IP-Dienst im G-WiN wäre prinzipiell möglich, jedoch aus didaktischen Gründen nicht sinnvoll. Für den IP-Dienst im G-WiN liegt zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit eine CSM-Schnittstelle vor, die ausschließlich kleine Teile des CSM-Funktionsbereichs Accounting Management abdeckt. Die Vorgehensweise bei der Anwendung der CSM-Architektur wird aber umso deutlicher und anschaulicher, je mehr CSM-Funktionsbereiche an der CSM-Schnittstelle angeboten werden sollen und folglich je mehr Referenzpunkte ausgeprägt werden können. Für den IP-Dienst im G-WiN ist eine Ausprägung weiterer Funktionsbereiche (neben dem Accounting Management) wie zum Beispiel das SLA Management, das Problem Management, das Configuration Management oder das Service Infrastructure Management durchaus sinnvoll und

B-WiN wird als virtuelles privates Netz (VPN) auf einem ATM-Cross-Connect-Netz der Deutschen Telekom AG betrieben.

Den Kunden des B-WiN, d.h. den Universitäten und wissenschaftlichen Einrichtungen in Deutschland, steht der IP-Dienst und der nationale ATM-PVC-Dienst zur Verfügung. Der IP-Dienst wird über DFN-eigene Router angeboten. Dieser IP-Dienst wird über ATM unter Nutzung von AAL5 mit VC based Multiplexing nach RFC 1483 [RFC 1483] realisiert und vom DFN-NOC betrieben. Das ATM-Management zur Bereitstellung des ATM-Dienstes an den UNI-Interfaces zum Kunden wird durch die Deutsche Telekom AG durchgeführt.

Die Einbindung des B-WiN ins Internet besteht im Rahmen des europäischen Projektes TEN-155 mit einer Kapazität von 155 MBit/s und über einen B-WiN-Knoten in den USA zum restlichen Internet.

6.1.1 Schritt 1: Analyse des IP-Dienstes und des Managementumfelds im DFN-Verein

Teilschritt 1.1: Anforderungen an die CSM-Schnittstelle für den IP-Dienst

Der IP-Dienst im B-WiN ist im wesentlichen dadurch charakterisiert, daß es sich um einen best-effort Dienst handeln, d.h. es werden gegenüber den Kunden keine, und insbesondere auch keine individuellen, Dienstgütegarantien vertraglich zugesichert. Ein weiteres Merkmal ist, daß die Abrechnung ausschließlich auf Basis der Anschlußgeschwindigkeit erfolgt und nicht z.B. auf Basis des verursachten Verkehrsaufkommens. Beim IP-Dienst handelt es sich schließlich um einen Dienst mit langen Vertragslaufzeiten und ohne elektronische Bestellmöglichkeit.

An der CSM-Schnittstelle für den IP-Dienst resultieren aufgrund dieser Dienstmerkmale folgende Anforderungen an die bereitzustellenden Informationen bzw. Funktionen: Aus dem Bereich des SLA Managements soll der Kunde an der CSM-Schnittstelle Informationen über Kunden, Benutzer und Dienstvereinbarungen abrufen können. Das Management der Dienstgüte kann für diesen Dienst nicht ausgeprägt werden, da aufgrund der best-effort Charakteristik keine Güte garantiert wird. Aufgrund der langen Vertragslaufzeit und der daraus resultierenden, nicht vorgesehenen elektronischen Bestellmöglichkeit, muß für die CSM-Schnittstelle das Order Management nicht berücksichtigt werden. An der CSM-Schnittstelle soll der Kunde die Möglichkeit haben, existierende Trouble Reports und die Konfiguration seines Zugangspunktes abzurufen. Obwohl für den IP-Dienst kein volumenorientiertes Abrechnungsschema vorgesehen ist, sollen den Kunden zu eigenen Planungszwecken an der CSM-Schnittstelle Informationen über individuelle Verkehrsflüsse bereitgestellt werden. Zusätzlich soll das Service Infrastructure Management ausgeprägt werden, d.h. die Kunden sollen mit Konfigurations- und Performancedaten über die IP-Infrastruktur, d.h. Router und Subnetze, versorgt werden.

sogar notwendig. Als Anwendungsfall ist dieser Dienst jedoch für diese Kapitel nicht ausreichend repräsentativ, da die CSM-Architektur zusammen mit der Anwendungsmethodik zwar dem DFN-Verein die Ausprägung der notwendigen Referenzpunkte vorgeben kann (Schritt 1 und 2), jedoch eine Beschreibung der Designentscheidungen, die der Realisierung und Integration in die Managementumgebung zugrundeliegen (Schritt 3 und 4), aufgrund des derzeitigen Stadiums bei der Implementierung der CSM-Schnittstelle nicht erfolgen kann.

Teilschritt 1.2: Analyse des Managementumfelds im DFN-Verein

Im Zuge des technischen Managements des IP-Dienstes sind verschiedene Organisationseinheiten des DFN-Vereins involviert:

Die DFN-Geschäftsstelle (DFN-GS) ist für sämtliche administrativen Aufgaben und die zentrale Planung verantwortlich. Die DFN-Geschäftsstelle nutzt dazu intern eine Datenbank zur Verwaltung der Kunden-, Dienst- und Vertragsinformationen. Zu dieser Datenbank stellt die DFN-GS keine externe Schnittstelle zur Verfügung, um die Vertraulichkeit der Daten zu gewährleisten.

Das DFN-NOC ist für den Betrieb der Router zuständig, auf deren Basis der IP-Dienst realisiert wird. Dabei wird in zentrale Router und WiN-Router unterschieden. Zentrale Router (ZR) bilden den sogenannten IP-Backbone und WiN-Router (WR) werden als Zugangsrouter für den Anschluß von Kunden zum IP-Backbone genutzt. Das DFN-NOC setzt zur Überwachung der Router im B-WiN die Managementplattform HP OpenView Network Node Manager ein. Der Network Node Manager pollt alle Router in regelmäßigen Zeitabständen auf Basis von SNMP und bietet eine Reihe von Programmierschnittstellen und Exportfunktionen auf Dateibasis an, um auf seine zentrale Informationsbasis zugreifen zu können. Zur Unterstützung des Fehlermanagements wird das Trouble Ticket System GNATS eingesetzt. GNATS bietet u.a. eine auf dem `finger` Protokoll basierende Schnittstelle zur Abfrage von existierenden Trouble Reports an.

Das B-WiN Labor (B-Lab) ist schließlich für das Qualitätsmanagement gegenüber der Deutschen Telekom AG verantwortlich und übernimmt zusätzlich die Aufbereitung von Daten über Verkehrsflüsse im B-WiN. Diese Verkehrsflüsse basieren auf mittels CISCO Netflow [CISCO] gewonnenen Interfacezählern und werden mit Hilfe von eigenen Skripten auf kunden- bzw. dienstspezifische Verkehrsflüsse verdichtet und in Dateien abgelegt.

6.1.2 Schritt 2: Erstellung des CSM-Modells für den IP-Dienst

Teilschritt 2.1: Ausprägung des Organisationsmodells

Aufgrund der im Zuge der Analyse der existierenden Managementumgebung des DFN-Vereins identifizierten Organisationseinheiten und deren Aufgabenverteilung ergibt sich folgende Rollenzuordnung für das Organisationsmodell des CSM-Modells (siehe Abbildung 6.1): Die DFN-GS nimmt die Rolle Administrative Provider wahr. Dem DFN-NOC werden die Rollen Configuration Manager, Problem Manager und Service Infrastructure Manager zugeordnet und das B-Lab ist für die Aufgaben des Accounting Managers verantwortlich. Der DFN-Verein hat im Zuge eines Entwicklungsprojekts [ADRK$^+$ 98, LLN 00] den Entwurf, die Realisierung und den Betrieb von CSM-Schnittstellen für seine Dienste im B-WiN an das Leibniz-Rechenzentrum vergeben. Das LRZ nimmt somit die Rollen Administrative und Operative CSM-Provider ein. Die Kunden des DFN-Verein, die den IP-Dienst abonniert haben, werden durch die Rolle CSM-User repräsentiert. Da das Leibniz-Rechenzentrum auch Kunde des IP-Dienstes ist, tritt es gleichzeitig auch in der Rolle CSM-User auf.

Da für den IP-Dienst keine Dienstgüteparameter definiert sind, kann die Rolle des Quality Controllers in diesem Szenario keiner existierenden Organisationseinheit zugeordnet werden.

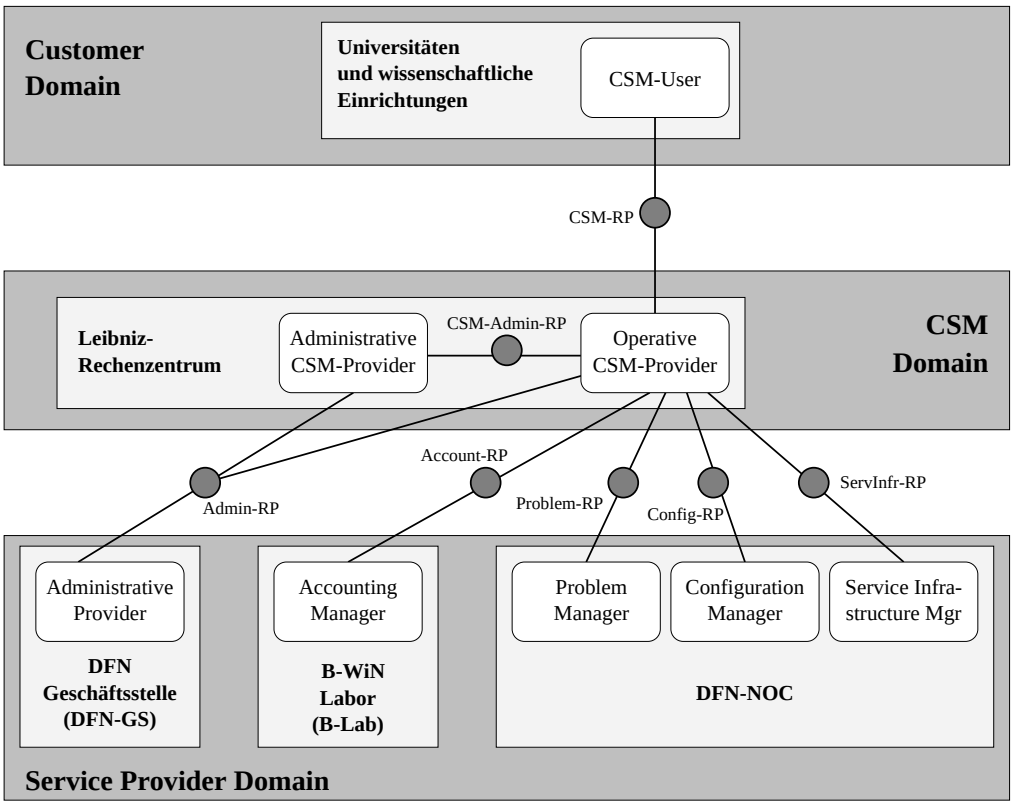

Abbildung 6.1: Ausprägung des Organisationsmodells für den IP-Dienst im B-WiN

Die DFN-Geschäftsstelle stellt am Referenzpunkt Admin-RP einen lesenden Zugriff auf Kunden-, Dienst- und Vertragsinformationen bereit. Der Ordering Referenzpunkt zwischen den Rollen Operative CSM-Provider und Administrative Provider wird nicht ausgeprägt, da der CSM-Funktionsbereich Order Management für den IP-Dienst nicht relevant ist. Das B-Lab stellt in der Rolle des Accounting Managers dem LRZ am Referenzpunkt Account-RP Managementinformationen über individuelle Verkehrsflüsse im B-WiN zur Verfügung. An den drei Referenzpunkten Problem-RP, Config-RP und ServInfr-RP kann das LRZ in der Rolle des Operative CSM-Providers auf die Konfiguration der Dienstzugangspunkte, d.h. Routerinterfaces, auf aktuelle Störungsmeldungen und auf Konfigurations/Performanceinformationen bzgl. des IP-Backbones zugreifen. Aufgrund existierender Policies soll über die CSM-Schnittstelle nur ein lesender Zugriff auf Trouble Reports möglich sein. Alle fünf Referenzpunkte, speziell der Referenzpunkt Problem-RP, werden als unidirektionale Referenzpunkte spezifiziert.

Wie in Abbildung 6.1 ebenfalls ersichtlich ist, werden alle drei Domänen des CSM-Organisationsmodells ausgeprägt. Die am B-WiN angeschlossenen Universitäten und wissenschaftlichen Einrichtungen, repräsentiert durch die Rolle CSM-User, werden der Customer Domain zugeordnet. Die CSM Domain setzt sich ausschließlich aus dem Leibniz-Rechenzentrum zusammen und die Service Provider Domain besteht aus der DFN-Geschäftsstelle, dem B-WiN Labor und dem DFN-NOC. Durch das *Outsourcen* des Betriebs der CSM-Schnittstelle an das

Leibniz-Rechenzentrum ist eine Zusammenfassung der Domänen CSM Domain und Service Provider Domain nicht sinnvoll.

Die innerhalb der CSM-Architektur identifizierten Policies (siehe Abschnitt 4.3) werden im wesentlichen für das CSM-Modell für den IP-Dienst im B-WiN übernommen, mit der Ausnahme, daß die Policies Integrität der Daten, Vertraulichkeit und Auditing als optional gekennzeichnet sind, d.h. (noch) nicht durchgesetzt werden müssen.

Teilschritt 2.2: Erstellung der Objektmodelle des CSM-Modells

Als erster Schritt bei der Spezifikation der Objektmodelle des CSM-Modells für den IP Dienst im B-WiN wird der IP-Dienst selbst modelliert. Dazu wird die Klasse `IPService` von `CommunicationService` abgeleitet und der `Type` mit `bestEffort` belegt (siehe Abbildung 6.2). Zur Modellierung der vertraglichen Aspekte im Umfeld des DFN-Vereins kann insbesondere wegen fehlender Gütegarantien auf eine einfache Modellierung ohne die Klasse `Contract` zurückgegriffen werden. Einem Kunden des DFN-Vereins (Klasse `DFN-Customer`) wird dazu direkt eine oder mehrere Instanzen der Klasse `DFN-IP-SLA` zugeordnet, die die Klasse `SLA` um zwei Attribute verfeinert. Das `Type` Attribut kennzeichnet die vertragliche Besonderheit für den IP-Dienst im B-WiN, daß ein Kunde nicht nur einen ausschließlich ihm zur Verfügung stehenden Anschluß an das B-WiN bestellen kann (Einzelanschluß), sondern, daß sich mehrere Kunden einen Anschluß durch Aufteilung der Gesamtkapazität teilen können (Gemeinschaftsanschluß). Das `IPSubnetMask[]` Attribut modelliert eine Liste mit den Subnetzen eines Kunden, die an dem korrespondierenden Dienstzugangspunkt geroutet werden sollen. Jeder Dienstvereinbarung (`DFN-IP-SLA`) ist dabei genau eine Instanz der Klasse `IPService` zugeordnet.

Aufgrund fehlender Gütegarantien werden keine Dienstgüteparameter modelliert und instantiiert. Ebenfalls ist keine individuelle Funktionsbeschreibung der CSM-Schnittstelle für jeden Kunden vorzusehen, allen Kunden steht an der CSM-Schnittstelle die gleiche Funktionalität zur Verfügung. Es sei an dieser Stelle angemerkt, daß zwar für jeden Kunden an der CSM-Schnittstelle die gleiche Funktionalität zur Verfügung steht, jedoch aufgrund der Mandantenfähigkeitsanforderung unterschiedliche Sichtweisen für die Kunden entstehen, d.h. beispielsweise, daß ein Kunden nur Informationen zu seinem Anschlußinterface abrufen kann.

Auf Basis der vom B-Lab bereitgestellten, kundenspezifischen Verkehrsflüsse auf Basis von Interfacezählern an den WiN-Routern können an der CSM-Schnittstelle drei unterschiedliche Verkehrsstatistiken bereitgestellt werden. Einerseits kann für jeden Kunden der Verkehr, den er an seinem Dienstzugangspunkt in das B-WiN gesendet bzw. vom B-WiN empfangen hat, berechnet werden. Diese Statistik wird global, d.h. unabhängig von konkreten Dienstvereinbarungen, mittels zweier Instanzen der Klasse `XAccounting`, abgeleitet von `AccountableUnit`, modelliert (eine Instanz beschreibt den gesendeten Verkehr, die andere Instanz der empfangenen Verkehr). Die Klasse bietet die Methode `getObservedValue(SLAID,Timestamp)` an, die parametrisiert mit der `SLAID` des Kunden und einem Zeitintervall den gesendeten bzw. empfangenen Verkehr zurückliefert. Weiterhin kann für jeden Kunden X der individuelle Verkehr mit einem anderen Kunden Y ermittelt werden. Diese Statistik wird mittels zweier Instanzen von der von `AccountableUnit` abgeleiteten Klasse `XYAccoun-`

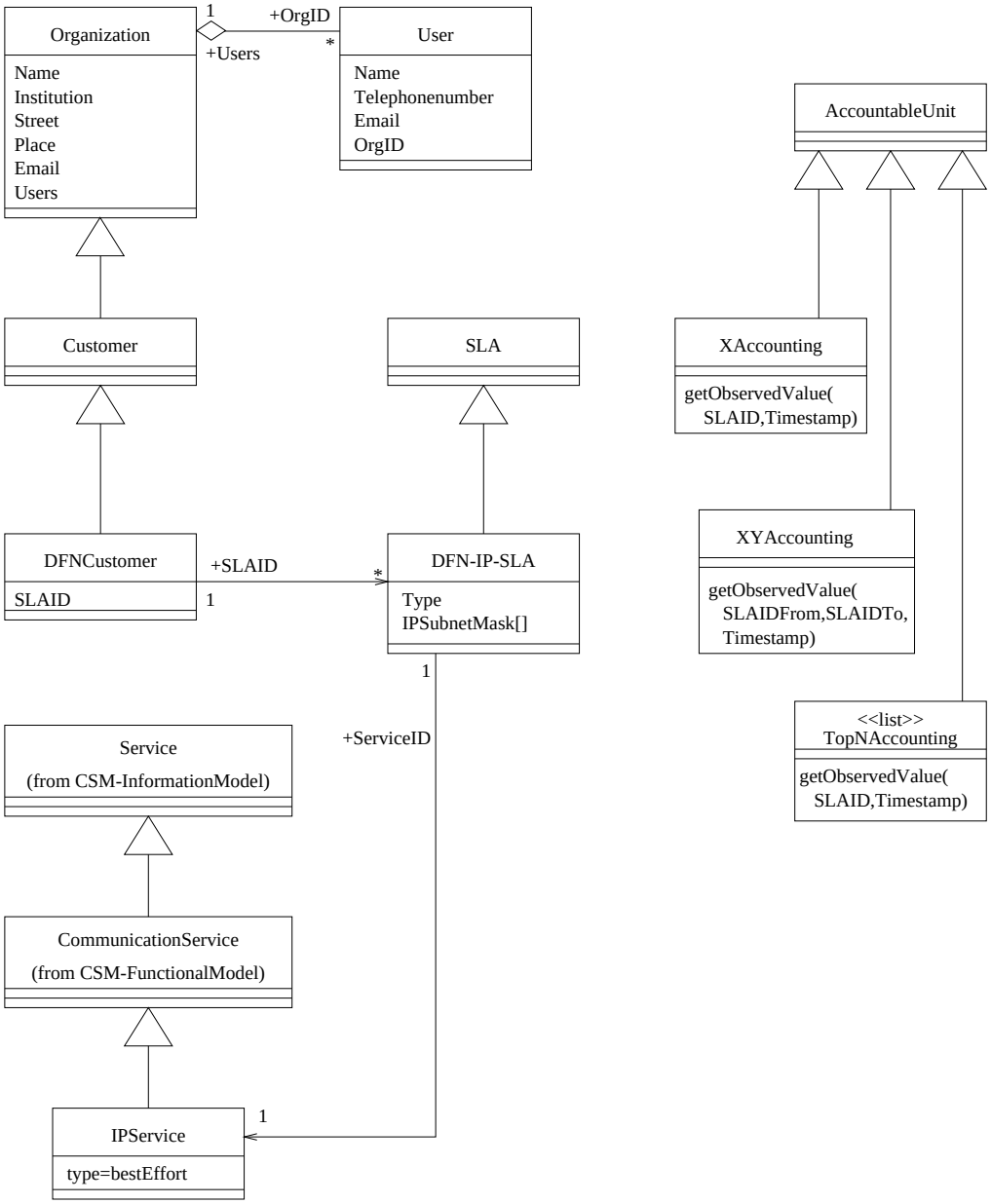

Abbildung 6.2: Angepaßtes Objektmodell für das SLA Management des IP-Dienstes

`ting` beschrieben. Analog zur XAccounting-Statistik existiert die Methode `getObservedValue(SLAIDFrom,SLAIDTo, Timestamp)`, die auf Basis der Parameter `SLAIDFrom` und `SLAIDTo` den individuellen Verkehr der beiden identifizierten Kunden bzw. Dienstvereinbarungen liefert. Schließlich können für einen gegebenen Kunden X die Kunden $Y_1..Y_n$ berechnet werden, mit denen Kunde X anteilig das größte Verkehrsaufkommen ausgetauscht hat. Dazu wird diese Statistik mittels zweier Instanzen der Klasse `TopNAccounting` modelliert, deren Methode `getObservedValue(SLAID,Timestamp)` eine sortierte Liste von Kunden mit abnehmendem Verkehrsvolumen bereitstellt (Ergebnis vom Typ `{SLAID,Value}`). Für alle

drei von `AccountableUnit` abgeleiteten Klassen gilt, daß alle anderen, geerbten Attribute nicht berücksichtigt werden und daß mittels der Methode `getObservedValue()` der zeitliche Verlauf der Meßwerte abrufbar ist.

Trouble Reports werden innerhalb des CSM-Modells auf Basis des in Abbildung 4.39 vorgestellten Formats modelliert.

Das Objektmodell zur Modellierung der, dem IP-Dienst zugrundeliegenden, Infrastruktur, d.h. Router und Subnetze, verfeinert das innerhalb des Service Infrastructure Managements eingeführte Objektmodell (siehe Abbildung 4.56) und ist in Abbildung 6.3 dargestellt:

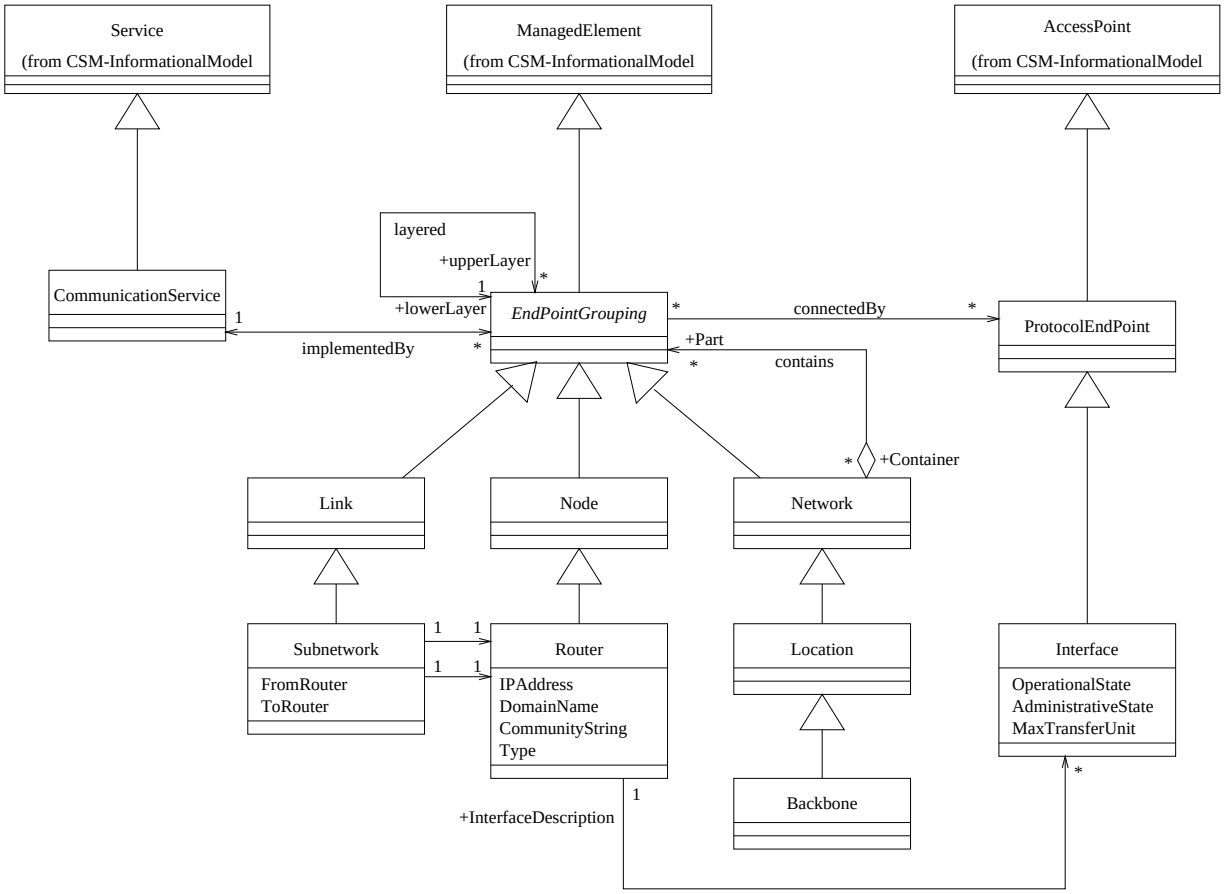

Abbildung 6.3: Angepaßtes Objektmodell für das Service Infrastructure Management des IP-Dienstes

Im B-WiN existierende zentrale Router und WiN-Router werden als Instanzen der von `Node` abgeleiteten Klasse `Router` modelliert. Die Attribute `IPAddress`, `DomainName` und `CommunityString` stellen wesentliche Konfigurationsparameter für den Managementzugriff auf den Router dar und das Attribut `Type` kann die Werte `ZR` oder `WR` annehmen.

Subnetze werden von `Link` abgeleitet. Aufgrund der Besonderheit, daß das B-WiN auf einem ATM-Cross-Connect Netz aufsetzt und jedes Subnetz somit auf einen bidirektionalen Punkt-zu-Punkt PVC abgebildet werden kann, werden einem Subnetz genau zwei Instanzen der Klasse `Router` zugeordnet. Diese direkte, nicht in Abbildung 4.56 vorgesehene, Assoziation zwischen

den von `Node` und `Link` abgeleiteten Klassen, stellt eine Vereinfachung bei der Navigation durch das Objektmodell dar.

Aufgrund des Aufbaus der IP-Infrastruktur mittels zentraler Router zur Anbindung regional verteilter WiN-Router, wird die Klasse `Location` zur geographischen Strukturierung der Infrastruktur eingeführt. Eine spezielle Klasse stellt der `Backbone` dar, die zur Gruppierung aller zentralen Router herangezogen wird.

Die Interfaces der Routern stellen Protokollendpunkte der OSI Schicht 3 (IP) dar und werden mittels Instanzen der Klasse `Interface` modelliert. Instanzen der Klasse `Interface` stellen dabei nicht nur Protokollendpunkte, sondern gleichzeitig auch Dienstzugangspunkte dar.

Mit den in den Abbildungen 6.2, 6.3 und 4.39 dargestellten Objektmodellen werden sämtliche aus Kundensicht für den IP-Dienst des DFN-Vereins relevante Managementobjekte auf Basis des CSM-Informations- und CSM-Funktionsmodells, d.h. unabhängig von konkret verwendeten Werkzeugen und deren zugrundeliegende Managementarchitekturen beschrieben.

Teilschritt 2.3: Spezifikation der Schnittstellen des CSM-Modells

Auf Basis der obigen Anforderungen an die CSM-Schnittstelle und der vorhandenen Dienstmerkmale reduzieren sich die in Abbildung 4.58 dargestellten Schnittstellen zwischen allen Referenzpunkten auf die in Abbildung 6.4 dargestellte Ausprägung der konkret beteiligten Referenzpunkte:

Da die Rollen Quality Controller und Order Manager im Organisationsmodell des CSM-Modells nicht vorhanden sind, werden auch die korrespondierenden Referenzpunkte SLA-QoS-RP und Order-RP nicht spezifiziert. Aufgrund der Ausprägung sämtlicher Referenzpunkte als unidirektionale Referenzpunkte fallen ebenfalls für die Schnittstellen des CSM-Modells sämtliche Notifikationen weg, d.h. die Schnittstellen `CSMQoSNotification`, `QoSNotification`, `CSMTRNotification`, `PMTRNotification`, `CSMOrderNotification`, `OrderNotification`, `CSMAccountingNotification` und `AccountingNotification`.

Da in den Dienstvereinbarungen keine QoS-Parameter und CSM-Funktionsblöcke definiert werden, fallen die korrespondierenden Methoden an den Schnittstellen `CSMSLAInfo` und `SLAInfo` ebenfalls weg. Die Schnittstellen `CSMTR` und `PMTR` reduzieren sich auf zwei Methoden zum Abrufen von Trouble Reports. Dies liegt darin begründet, daß nur eine lesende Schnittstelle zu den vom Problem Manager verwalteten Reports gestattet werden soll. Die Schnittstellen `CSMAccounting` und `Accounting` werden bis auf die Methode zur Abfrage des Abrechnungsreports, die Schnittstellen `CSMConfiguration`, `Configuration`, `CSMNetwork` und `Network` werden unverändert übernommen.

Der DFN-Verein unterstützt aufgrund der vorgegebenen Dienstcharakteristik keine Registrierung von neuen Kunden bzw. Benutzern. Damit ist die Schnittstelle `Customer` nicht relevant und die Schnittstellen `CSMAuthentification` und `Authentification` reduzieren sich um die beiden Registrierungsmethoden. Da für die Kunden keine individuelle Funktionalität an der CSM-Schnittstelle definiert wird, sondern allen CSM-Usern die gleichen Methoden zur

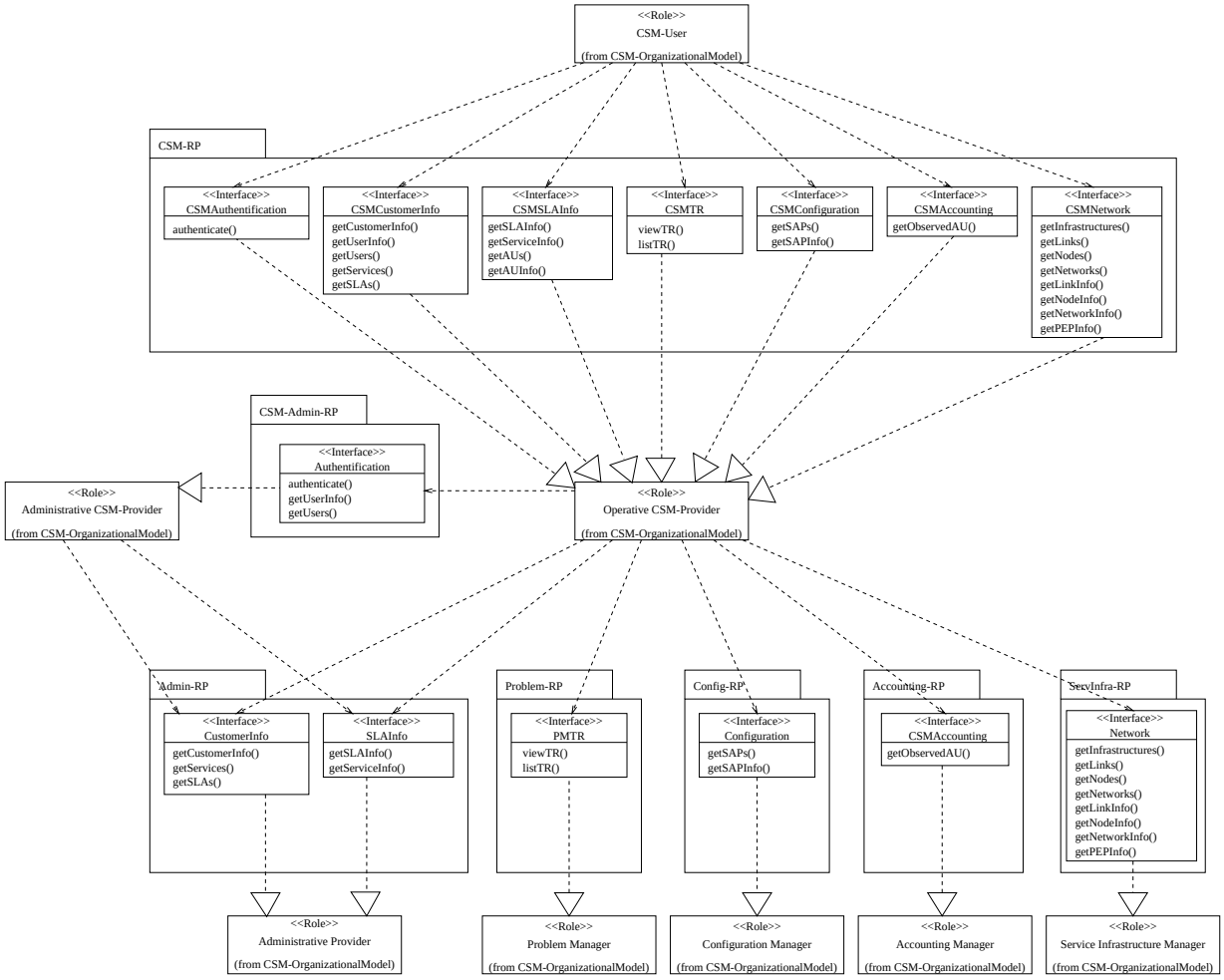

Abbildung 6.4: Spezifikation der Schnittstellen des CSM-Modells für den IP-Dienst

Verfügung stehen, wird auf eine Implementierung des Sitzungskonzepts verzichtet. Die DFN-Geschäftsstelle verwaltet zwar Kunden, Dienst, Verträge und Ansprechpartner, jedoch keine Benutzer, die im Sinne des CSM-Organisationsmodells die Rolle CSM-User einnehmen können. Daher wird bereits an dieser Stelle festgelegt, daß der Administrative CSM-Provider für die notwendige Benutzerverwaltung innerhalb der CSM-Schnittstelle verantwortlich ist. Folglich wird die Schnittstelle `Authentification` um die Methoden `getUsers()` und `getUserInfo()` ergänzt.

Teilschritt 2.4: Ausprägung des Kommunikationsmodells

Aufgrund der Dienstcharakteristik ist eine Ausprägung des Security Services und des Notification Service für das CSM-Modell des IP-Dienstes nicht relevant. Dies liegt darin begründet, daß im Zuge der Ausprägung des Organisationsmodells die Policy aufgestellt wurde (siehe oben), die die sichere Übertragung von Managementinformationen als optional kennzeichnet. Der Notification Service muß nicht ausgeprägt werden, da die Schnittstellen, die asynchrone Meldungen

beinhalten, innerhalb des CSM-Modells nicht enthalten sind.

Aufgrund der Tatsache, daß an den Schnittstellen des CSM-Modells ausschließlich ein Informationsfluß von der Service Provider Domain zur Customer Domain stattfindet und somit keine Informationen vom CSM-User zum DFN-Verein übertragen werden können, ist eine best-effort Aufrufsemantik ausreichend. Dies liegt darin begründet, daß bei rein lesenden Zugriffen innerhalb der CSM-Schnittstelle und innerhalb des Dienstmanagements des DFN-Verein keine inkonsistenten Zustände auftreten können und somit Anfragen ohne Einschränkung beliebig oft wiederholt werden können.

Für den Authentification & Authorization Service wird festgelegt, daß als Authentifikationsmechanismus eine Kennung/Paßwort Kombination angewendet werden soll. Die Paßworte werden dabei zusammen mit den Benutzerinformationen vom Administrative CSM-Provider verwaltet.

6.1.3 Schritt 3: Abbildung des CSM-Modells für den IP-Dienst auf die Managementumgebung des DFN-Vereins

Teilschritt 3.1: Ausprägung der Referenzpunkte

Als erste Designentscheidung muß für diesen Teilschritt festgelegt werden, auf welcher Managementarchitektur der Referenzpunkt CSM-RP basieren soll. Für die CSM-Schnittstelle des IP-Dienstes im B-WiN soll der CSM-RP auf Basis von CORBA realisiert werden. Diese Entscheidung liegt im wesentlichen darin begründet, daß durch die Verwendung von CORBA verschiedene Client-Implementierungen auf Seiten der Customer Domain möglich sind. Durch die Programmiersprachenunabhängigkeit von CORBA ist ein einfaches Java-basiertes GUI ebenso wie eine Integration in Managementplattformen (typischerweise auf Basis von C/C++ APIs) auch Kundenseite möglich. Weiterhin bietet CORBA gegenüber dem datentyp-orientierten Ansatz von SNMP eine objektorientierte Modellierung und es existieren gegenüber CMIS/CMIP zahlreiche, teils auch frei verfügbare, ORB-Implementierungen. Schließlich ist bei der Implementierung keine spezifische Kenntnis über Managementprotokolle und deren Funktionen notwendig, da es sich bei CORBA um einen allgemeinen Ansatz zur Realisierung von verteilten Anwendungen handelt.

Da das LRZ in der Rolle des Operative CSM-Providers für die Implementierung der CSM-RP verantwortlich ist, ist es naheliegend, daß es intern zur Realisierung der Funktionalität am CSM-RP auch auf CORBA aufsetzt, um häufige Architekturübergänge zu vermeiden. Da des LRZ auch die Rolle des Administrative CSM-Providers wahrnimmt, wird durch die Implementierung der dem Administrative CSM-Providers zugeordneten Aufgaben und des Referenzpunktes CSM-Admin-RP auf Basis von CORBA eine homogene Umgebung innerhalb der CSM Domain erreicht.

Aus der Vergabe der Planung und des Betriebs der CSM-Schnittstelle an das LRZ resultiert, daß an den Referenzpunkten zwischen der CSM Domain und der Service Provider Domain eine Kommunikation über Organisationsgrenzen hinweg erfolgen muß. Aufgrund dieser Tatsache verfolgt der DFN-Verein nachvollziehbar die Policy, an den Referenzpunkten ausschließlich für

den Betrieb der CSM-Schnittstelle notwendige Informationen bereitzustellen und möglichst keinen direkten und, falls überhaupt, einen möglichst eingeschränkten Zugriff auf die verwendeten Managementwerkzeuge zur Verfügung zu stellen. Konkret bedeutet dies, daß das Leibniz-Rechenzentrum zum Beispiel per SNMP nur auf die MIB-2 Gruppen `ip` und `interfaces` der WiN-Router zugreifen kann, auf zentrale Router jedoch gar kein SNMP-Zugriff möglich ist.

Aufgrund dieser strikten Policy erfolgt der Datenaustausch zwischen den beiden Domänen für die Referenzpunkte Admin-RP, Account-RP und ServInfr-RP auf Basis des Dateiaustausch per gesichertem Transportprotokolls (siehe Abbildung 6.5). Da es sich bei diesen Referenzpunkten um unidirektionale Referenzpunkte handelt, tritt der Operative CSM-Provider als multiarchitektureller Manager unter Nutzung eines zusätzlichen Übertragungsprotokolls auf. Der Operative CSM-Provider muß die mittels `scp` übertragenen Dateien in seine CORBA-basierte Informationsdarstellung konvertieren. Die DFN-Geschäftsstellen, das B-Lab und das DFN-NOC erstellen diese Dateien auf Basis eigener Skripten. Die Vorteile dieses Ansatzes sind, daß sie wenig Implementierungsaufwand auf Seiten der Service Provider Domain erfordern und keinen Zugriff des Operative CSM-Providers auf interne Informationen zulassen. Der Nachteil dieses Ansatzes ist, daß es sich dabei um einen unflexiblen Mechanismus handelt. Wird an dem Austauschformat beispielsweise eine Erweiterung vorgenommen, wirkt diese sich unnötigerweise sofort auf beide kommunizierenden Rollen aus.

Multiarchitektureller Manager mit zusätzl. Übertragungsprotokoll:

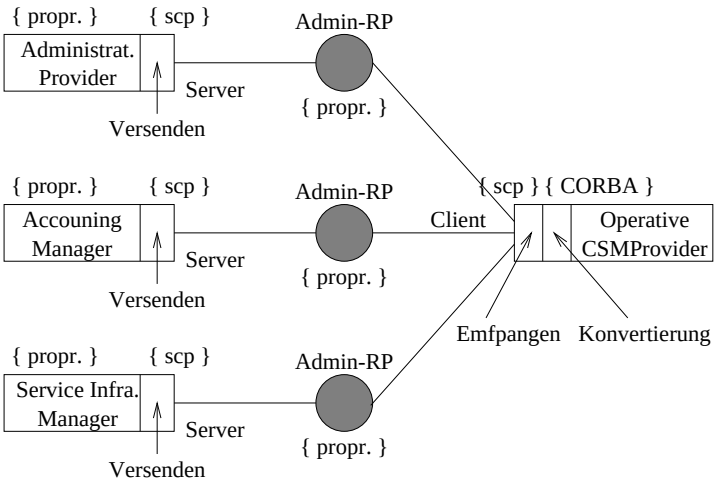

Abbildung 6.5: Ausprägung des Admin-RP, Account-RP und ServInfr-RP für den IP-Dienst

Die Konfiguration der Dienstzugangspunkte der Kunden, d.h. die Konfiguration des Routerinterfaces, an dem ein Kunde am B-WiN angeschlossen ist, liegt nicht zentral beim DFN-NOC in der Rolle als Configuration Manager vor, sondern ist nur direkt an den jeweiligen WiN-Routern verfügbar. Daher stellt das DFN-NOC dem LRZ einen lesenden SNMP-Zugriff auf alle WiN-Router bereit. Das LRZ muß somit als multiarchitektureller Manager auftreten, um die Interfacekonfigurationen eines Kunden von einem WR abrufen zu können (siehe Abbildung

6.6). Der Referenzpunkt Config-RP basiert somit auf der Internet-Managementarchitektur und das LRZ als Operative CSM-Provider ist für einen Architekturübergang zwischen der Internet-Managementarchitektur und der intern verwendeten Architektur selbst verantwortlich.

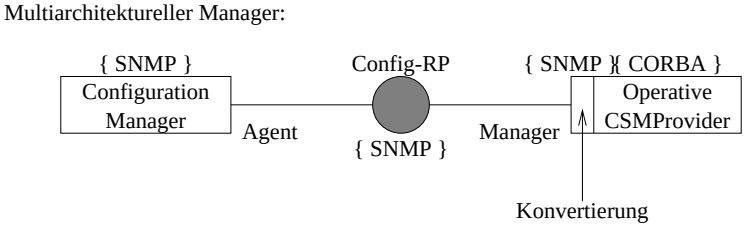

Abbildung 6.6: Ausprägung des Config-RP für den IP-Dienst

GNATS bietet u.a. eine auf dem `finger` Protokoll basierende Schnittstelle zur Abfrage von existierenden Trouble Reports. Für die Realisierung der Problem-RP wurde ein multiarchitektureller Manager Ansatz verfolgt, d.h. der Operative CSM-Provider konvertiert die mittels `finger` übertragenen Reports in eine CORBA-basierte Darstellung (siehe Abbildung 6.7). Die Konvertierung muß auch eine Abbildung der Informationsbeschreibung durchführen, da die Beschreibung der Trouble Reports am Problem-RP nach dem von GNATS definierten Format erfolgt.

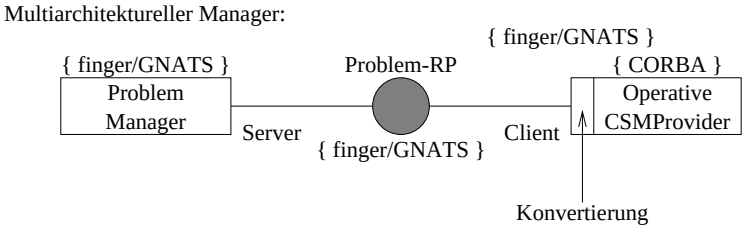

Abbildung 6.7: Ausprägung des Problem-RP für den IP-Dienst

Teilschritt 3.2: Übersetzung der Objektmodelle

CSM-RP und CSM-Admin-RP: Für diese beiden Referenzpunkte werden die UML-basierten Objektmodelle des CSM-Modells in IDL Schnittstellendefinitionen übersetzt. Die Implementierung dieser Schnittstellenbeschreibungen durch den Operative CSM-Provider stellt die Informationsbasis an der CSM-Schnittstelle bereit.

Admin-RP: Um die in Abbildung 6.2 definierten Klassen für das SLA Management instantiieren zu können, wird von der DFN-GS am Referenzpunkt Admin-RP eine Datei bereitgestellt, die für jeden DFN-Kunden, der einen IP-Dienst abonniert hat, folgende Datenstruktur enthält:

```
VERTRAG : <SLAID>                # SLAID.DFN-IP-SLA
INST : <Name der Institution>    # Name.Organisation
```

```
KUEND : <Datum>
ART : <Typ>
KAPA : <Kapazität:
{IP : <Subnetzmaske>}            # IPSubnetMask[].DFN-IP-SLA
```

Auf Basis dieser Datei können Objekte der Klasse `Organisation`, `DFNCustomer`, `DFN-IP-SLA` und `IPService` erzeugt und die in den Kommentaren angegebene Attribute belegt werden.

Account-RP: Am Referenzpunkt Account-RP stellt das B-Lab eine Datei zur Verfügung, die in jeder Zeile einen Verkehrsfluß zwischen zwei Kunden in einem definierten Zeitraum beinhaltet.

```
<SLAID>;<SLAID>;<Pakete>;<Bytes>;<Zellen>
```

Auf Basis dieser Daten kann ein CSM-User mittels der Methode `getObservedAU()` den Verkehrsfluß gemäß der gewählten Abrechnungseinheit seiner Kundenorganisation abrufen. Dieser Methodenaufruf wird entsprechend des übergebenen Parameters (`AUID`) auf die `getObservedValue()` Methode der korrespondierenden Instanz der Klassen `XAccounting`, `XYAccounting` und `TopNAccounting` abgebildet. Diese Klassen sind wie oben erwähnt unabhängig von konkreten Dienstvereinbarungen und werden bei der Initialisierung der CSM-Schnittstelle erzeugt.

Problem-RP: Das Austauschformat für Trouble Reports am Referenzpunkt Problem-RP ist durch die interne Struktur von GNATS folgendermaßen vorgegeben: Zur Abfrage aller existierenden Trouble Reports steht der Befehl `finger trouble@noc.dfn.de` zur Verfügung. Der Befehl liefert als Rückgabe eine Liste mit Einträgen folgenden Formats:

```
<index>                          # TRID
<submitted|processing>           # TRState queued|open
<arrived>                        # ReceivedTime
<lastUpdate>                     # LastUpdateTime
<location>                       # TroubleFound
<synopsis>                       # TroubleReportSynopsis
```

Auf Basis dieser Informationen können Objekte der Klasse `ITTroubleReport` generiert werden, unter der Einschränkung, daß nur die als Kommentare angegebenen Attribute gesetzt werden können. Mittels des Befehls `finger <TRID>@noc.dfn.de` kann weiterhin eine detaillierte Beschreibung des angegebenen Reports erfahren und in das Attribut `TroubleDescription` übertragen werden.

Config-RP: Konfigurationsparameter für die Attribute einer Instanz der Klasse `Interface` am Referenzpunkt Config-RP werden aus der MIB-2 [RFC 1213], genauer aus der Interfacetabelle gewonnen. Jeder Zeile in der Tabelle repräsentiert ein Interface. Die Zuordnung einer Instanz der Klasse `Interface` als Dienstzugangspunkt eines Kunden erfolgt manuell durch den Operative CSM-Provider.

```
ifTable.ifEntry.ifDescr          # Description.Interface
ifTable.ifEntry.ifType           # Type.ProtocolEndPoint
ifTable.ifEntry.ifSpeed          # capacity().ProtocolEndPoint
ifTable.ifEntry.ifAdminStatus    # AdministrativeState.Interface
ifTable.ifEntry.ifOperStatus     # OperationalState.Interface
ifTable.ifEntry.ifMtu            # MaxTransferUnit.Interface
```

ServInfr-RP: Am Referenzpunkt ServInfr-RP stellt das DFN-NOC drei unterschiedliche Dateien zur Verfügung: Auf Basis der Einträge in der Datei `TopoFile` folgenden Formats können Objekte der Klassen `Router`, `Subnetwork` und `Interface` erzeugt werden:

```
<FromRouter>:<FromInterface>:<Subnetzmaske>:<Bandbreite>:\
  <ToRouter>:<Subnetzadresse>
```

Dabei können die Attribute `FromRouter` und `ToRouter` der Klasse `Subnetwork` und das Attribut `DomainName` der Klasse `Node` gesetzt werden. Die Bandbreite eines Subnetworks kann mittels der Methode `capacity()` für ein angegebenes Zeitintervall an der CSM-Schnittstelle abgerufen werden. Der `CommunityString` wird einmalig für alle Router auf einer gesicherten Verbindung vom DFN-NOC zum LRZ übertragen und entsprechend im instantiierten Objektmodell belegt. Die logische Zuordnung von Routern zu Lokationen wird manuell durch den Operative CSM-Provider durchgeführt.

Weiterhin werden mittels der Datei `StatusFile` regelmäßig Zustandsinformationen über Router und Interfaces bereitgestellt (Attribut `Status` der Klassen `Router`, `Interface` und `Subnetwork`. Der Zustand eines Subnetz errechnet sich dabei aus dem Zustand der korrespondierenden Interfaces.

```
<Router>:<Zustand> |
<Router>:<Interface>:<Zustand>
```

Schließlich werden mittels der Datei `OctetFile` Performanceinformationen über die Subnetze am Referenzpunkt ServInfr bereitgestellt. Diese Interfacezähler können an der CSM-Schnittstelle mittels der Methode `throughput()` der Klasse `Link` bzw. `Subnetwork` für ein angegebenes Zeitintervall abgerufen werden. Zusammen mit der konfigurierten Bandbreite eines Links (`capacity()`) kann der Durchsatz ermittelt werden: $Utilization = Throughput/Bandwidth * 100[\%]$ (Methode `utilization()`).

```
<Router>:<Interface>:<Zeitstempel>:<InOctets>:<OutOctets>
```

Alle anderen, nicht in dieser Aufzählung erwähnten Attribute der Objektmodelle aus den Abbildungen 6.2, 6.3 und 4.39 werden für die CSM-Schnittstelle des IP-Dienstes im B-WiN nicht implementiert.

Teilschritt 3.3: Ausprägung der Schnittstellen an den Referenzpunkten

Auf Basis des ermittelten Architekturübergangs an den jeweiligen Referenzpunkten kann im folgenden die Ausprägung der Schnittstellen an diesen Referenzpunkten spezifiziert werden. In Abbildung 6.8 ist dargestellt, welche Schnittstellen von den beteiligten Rollen bereitgestellt werden. Am Referenzpunkt CSM-RP steht die zu Beginn in Anforderungskatalog geforderte Funktionalität bereit. An den Referenzpunkten Admin-RP, Account-RP und ServInfr-RP übertragen die Rollen der Service Provider Domain Dateien mit oben definiertem Inhalt zum LRZ. Am Referenzpunkt Config-RP steht ein SNMP-Zugriff auf sämtliche WiN-Router bereit.

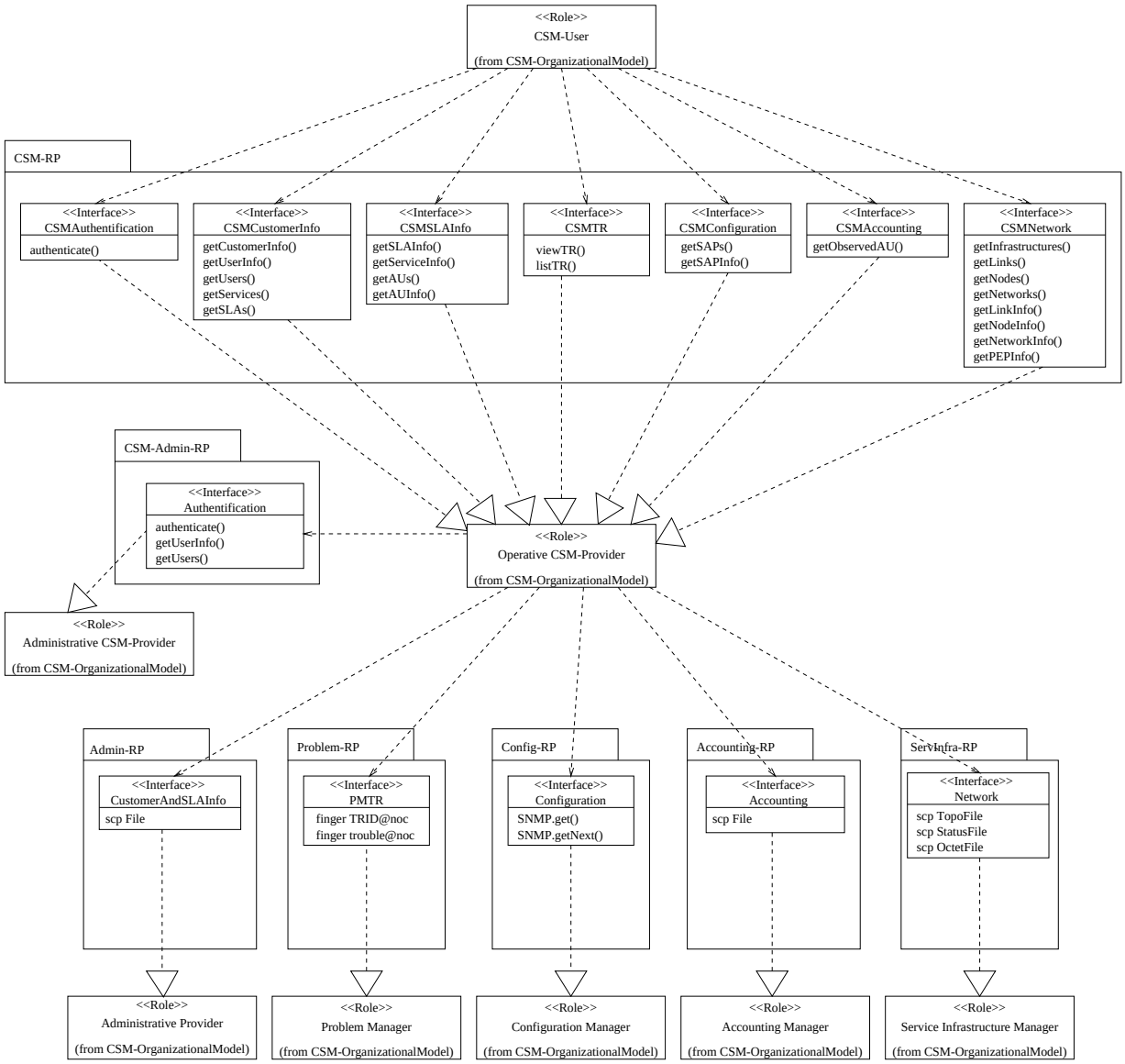

Abbildung 6.8: Ausprägung der Schnittstellen an den Referenzpunkten für den IP-Dienst

Teilschritt 3.4: Identifikation der Kommunikationsinfrastrukturen

Im ersten Teil dieses Schritts (siehe Abschnitt 6.1.3) wurde festgelegt, daß den Referenzpunkte CSM-RP und CSM-Admin-RP sowie den Rollen Operative und Administrative CSM-Provider intern die Managementarchitektur CORBA zugrundeliegt. Damit kann zur Kommunikation der an diesen beiden Referenzpunkten beteiligten Rollen untereinander bzw. der internen Rollenkommunikation eine einzige Infrastruktur eingesetzt werden, siehe Abbildung 6.9. Ein zentraler ORB verbindet die Rollen Administrative CSM-Provider, Operative CSM-Provider und sämtliche CSM-User. Die Rollen der Service Provider Domain werden über Gatewaybausteine an den zentralen ORB angebunden. Die Aufgabe der Gatewaybausteine ist eine transparente Integration der von den Rollen der Service Provider Domain bereitgestellten Daten in die CORBA Umgebung.

Für die Referenzpunkte Admin-RP, Account-RP und ServInfr-RP werden von den korrespondierenden Rollen regelmäßig Dateien bereitgestellt. Diese Dateien werden von den Gatewaybausteinen eingelesen und die Inhalte in den entsprechenden CORBA-Objekten gespeichert.

Am Problem-RP wird jeder Abruf in eine korrespondierende `finger` Abfrage umgewandelt und die Ergebnisse entsprechend zurückgeliefert. Ebenso wird jede Abfrage von Konfigurationsinformationen bzgl. eines Dienstzugangspunktes auf eine SNMP-PDU abgebildet, die die oben angegebenen 6 MIB-Variablen pollt und das Ergebnis mittels eines IDL `struct` zurückliefert.

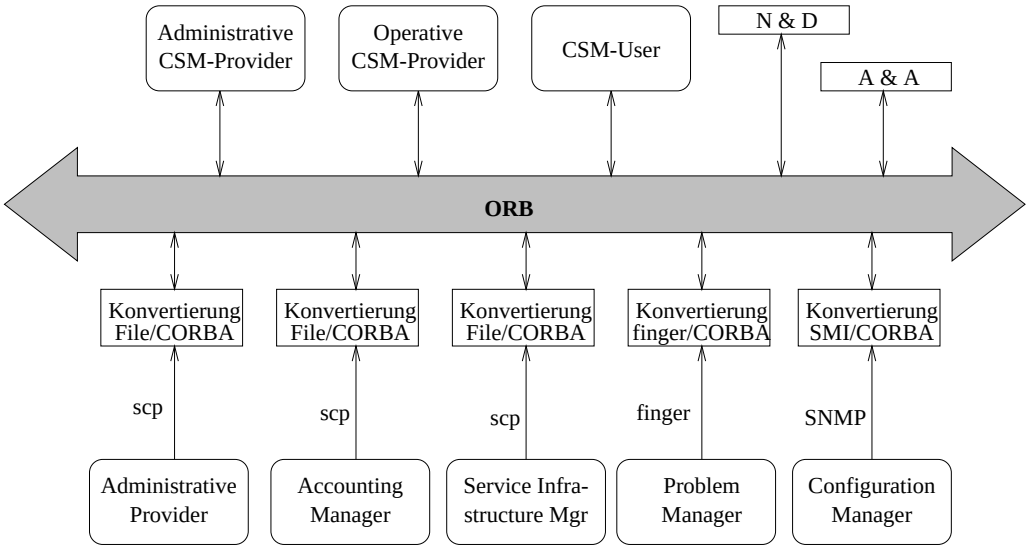

Abbildung 6.9: Identifikation der Kommunikationsinfrastrukturen

Die Verwaltung der CSM-User und insbesondere die Authentifikation dieser übernimmt der Administrative CSM-Provider. Da die Autorisierung an der CSM-Schnittstelle nicht realisiert werden soll, ist ausschließlich der Administrative CSM-Provider für die Implementierung des Authentification & Authorization Service verantwortlich. Ein Naming & Directory Service wird nur am Referenzpunkt CSM-RP eingesetzt, da an den anderen beteiligten Referenzpunkten dedizierte Protokollfunktionalität bereitgestellt wird und dafür keine Notwendigkeit besteht, diese

in einem Naming & Directory Service abzulegen. Ein CSM-User kann mittels des Naming & Directory Service Referenzen auf die ihm zur Verfügung stehenden Schnittstellen abrufen.

6.1.4 Schritt 4: Implementierung der CSM-Schnittstelle für den IP-Dienst

Implementierung der Customer Domain

Die Client-Anwendung zum Zugriff eines CSM-Users auf die Funktionalität der CSM-Schnittstelle wird als stand-alone GUI realisiert. Dies liegt vorwiegend darin begründet, daß bei der Vielzahl an Kunden des IP-Dienstes (> 700) von unterschiedlichsten Managementumgebungen bei den Kunden auszugehen ist. Kleinere Kunden setzen in der Regel für den Betrieb ihrer eigenen LAN Infrastruktur herstellerspezifische Werkzeuge ein oder managen ihre kleine Anzahl an Komponenten auf Basis einer `telnet` Schnittstelle. Große Kunden setzen Managementplattformen mit einer Vielzahl darauf aufsetzender Werkzeuge ein, die ein integriertes Management ihrer Infrastruktur erlauben. Um beiden Zielgruppen gerecht zu werden, soll die CSM-Schnittstelle als java-basiertes GUI, das in einem üblichen Webbrowser zur Ausführung kommt, realisiert werden. Diese Designentscheidung gewährleistet, daß jeder Kunde die CSM-Schnittstelle nutzen kann, hat aber den Nachteil, daß keine weitergehende Integration in die evtl. vorhandene Managementumgebung des Kunden erfolgen kann.

Implementierung der CSM Domain

Die Implementierung der CSM Domain und des Referenzpunktes CSM-RP soll auf Basis von CORBA erfolgen, d.h. interagierende CORBA-Objekte implementieren sowohl die interne Applikationslogik der CSM Rollen als auch die Schnittstellen am Referenzpunkt CSM-RP.

Aufgrund der Tatsache, daß an den Referenzpunkte Account-RP und ServInfr-RP ausschließlich aktuelle Daten bereitgestellt werden, aber am Referenzpunkt CSM-RP auch die historische Abfrage von Kennzahlen möglich sein soll, wird für die Implementierung des Operative CSM-Providers eine Datenbank eingesetzt. Sämtliche Inhalte, die an den beiden Referenzpunkten bereitgestellt werden, werden nicht nur in entsprechenden CORBA-Objekten, sondern auch in dieser Datenbank gespeichert. Anfragen über die aktuellen Kennzahlen werden direkt von den entsprechenden CORBA Objekten beantwortet, Anfragen über den historischen Verlauf werden auf Anfragen an die Datenbank abgebildet. Weitere Details zur Implementierung der CSM-Schnittstelle für den IP-Dienst im B-WiN werden in [LLN 98] und [LLN 99] vorgestellt.

Implementierung der Service Provider Domain

Die DFN-GS exportiert einmal am Tag die für die CSM-Schnittstelle relevanten Daten aus ihrer internen Datenbank und kopiert sie auf einen Server am LRZ (CSM-Server). Damit hat das LRZ keinen direkten Zugriff auf die interne Datenbank und die DFN-GS hat die vollständige

Kontrolle über die nach außen, zum LRZ, bereitgestellten Informationen. Aufgrund der relativ geringen Änderungshäufigkeit der Daten ist ein täglicher Abgleich ausreichend.

Die Messungen der Verkehrsflüsse im B-WiN liegen dagegen im 15 Minuten Takt vor. Resultierend kopiert das B-Lab alle 15 Minuten eine Datei mit den Verkehrsflüssen für diesem Zeitraum auf den CSM-Server.

Um aktuelle Performance und Zustandsdaten über die IP Infrastruktur zu gewährleisten, ermittelt das DFN-NOC die Erreichbarkeit der Router sowie die Interfacezähler alle 5 Minuten und übertragt die Daten an den CSM-Server. Die `finger` Schnittstelle zum Trouble Ticket System GNATS ist eine öffentliche Schnittstelle, womit keine besondere Implementierungsarbeiten notwendig sind. Zur Realisierung des SNMP-Zugriffs auf die WiN-Router wurde von DFN-NOC ein für das LRZ spezifischer MIB-View eingerichtet.

6.2 Am Beispiel des Münchner Wissenschaftsnetz des LRZ

Mit dem Münchner Wissenschaftsnetz (MWN) verbindet das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) diverse Standorte von Hochschulen und Forschungseinrichtungen im Münchner Raum untereinander und stellt über das B-WiN die Konnektivität zum weltweiten Internet bereit. Wesentlicher Bestandteil des MWN ist ein Kernnetz (Backbone) mit einer Bandbreite von 1000 MBit/s. An dieses Kernnetz sind die einzelnen Standorte mit Geschwindigkeiten von 64 KBit/s bis zu 1000 MBit/s angeschlossen.

Die Kunden des LRZ sind die am Münchner Wissenschaftsnetz angeschlossenen Institute der Hochschulen und außer-universitäre Einrichtungen.

6.2.1 Schritt 1: Analyse des MWN und des Managementumfelds im LRZ

Teilschritt 1.1: Anforderungen an die CSM-Schnittstelle für das MWN

Mittels der CSM-Schnittstelle sollen den Netzverantwortlichen der am MWN angeschlossenen Einrichtungen aktuelle und historische Informationen über die Qualität und Güte des Münchner Wissenschaftsnetzes bereitgestellt werden. Speziell im Fall von Problemen und/oder Störungen sollen damit die Netzverantwortlichen mit notwendigen Informationen versorgt werden, um die unbefriedigende und langwierige Suche im WWW, auf Mailing-Listen, durch den Anruf bei der LRZ-Hotline oder durch eigene Diagnoseschritte zu vermeiden.

Aufgrund der Ausgangssituation, daß am LRZ im Zuge eines Entwicklungsprojekts bereits eine CSM-Schnittstelle für den IP-Dienst im B-WiN entwickelt und betrieben wird (siehe Abschnitt 6.1), soll die dort entwickelte Softwareplattform dahingehend getestet werden, inwieweit sie für andere Dienste und Managementumgebungen herangezogen werden kann. Insbesondere vor

dem Hintergrund einer Weiterentwicklung der CSM-Schnittstelle für den IP-Dienst im B-WiN und der Neuentwicklung einer CSM-Schnittstelle für die Dienste im G-WiN, stellt das MWN eine hervorragende Infrastruktur für den Nachweis der Einsetzbarkeit von Erweiterungen und Neuentwicklungen von Bausteinen für CSM-Schnittstellen dar.

Aufgrund der Erfahrungen mit der losen Koppelung der Managementsysteme des DFN-Vereins zur CSM-Schnittstelle für den IP-Dienst im B-WiN (siehe Abschnitt 6.1) ist es zusätzlich das Ziel der CSM-Schnittstelle für das MWN, alternative, flexible und einfach erweiterbare Schnittstellen zur Informationsintegration in die CSM-Schnittstelle zu entwickeln und zu testen.

Die zentrale Anforderung an die CSM-Schnittstelle für das MWN ist es, auf Basis von weitgehend herstellerübergreifenden MIB-Variablen der Komponenten, die das IP-Backbone aufbauen, Konfigurations-, Topologie- und Performancedaten über diese Kommunikationsinfrastruktur den Kunden bereitzustellen, d.h. es ist ausschließlich der CSM-Funktionsbereich Service Infrastructure Management zu berücksichtigen.

Teilschritt 1.2: Analyse der Managementumgebung des LRZ

Im Zuge des technischen Managements des MWN sind im LRZ verschiedene Organisationseinheiten beteiligt: Die Gruppe Netzplanung ist für die zentrale Planung des MWN und der Planung bzw. dem Betrieb der zentralen Managementwerkzeuge (HP Openview Network Node Manager, Remedy ARS) verantwortlich. Der Gruppe Netzbetrieb sind sämtliche operativen Managementaufgaben zugeordnet. Die Gruppe Netzwartung sei an dieser Stelle der Vollständigkeit auch genannt, die ihr zugeordneten Wartungsaufgaben spielen aber für die Realisierung der CSM-Schnittstelle keine Rolle.

Das LRZ setzt für den Aufbau des MWN Router der Firma CISCO [CISCO] ein, die mittels Gigabit-Ethernet auf Basis einer sternförmigen Topologie miteinander verbunden sind. Diese Router stellen SNMP Zugriff auf eine Vielzahl von MIBs, u.a. auf die MIB-2 nach RFC 1213 [RFC 1213], auf die erweiterte Interfacetabelle nach RFC 2233 [RFC 2233] bzw. RFC 2863 [RFC 2863] und auf diverse proprietäre CISCO MIBs bereit. Als Beispiele der proprietären MIBs seien insbesondere die CDP-MIB und die Local System MIB genannt.

Das *Cisco Discovery Protocol* (CDP) bietet die Möglichkeit, auf einem Cisco Router oder Switch dessen *Cisco Nachbarn* auf Schicht-2 zu ermitteln. Diese Topologieinformationen werden in einer privaten MIB von jedem Router bzw. Switch zur Abfrage von Managersystemen bereitgestellt. Auf Basis von CDP kann somit ein Managersystem durch Traversierung die OSI-Schicht-2 Struktur der homogenen Cisco-Umgebung gewinnen. Die Local System MIB erweitert die System-Gruppe der MIB-2 um detaillierte Informationen über das zu managende System, z.B. auch um die CPU-Auslastung der zentralen CPU.

6.2.2 Schritt 2:Erstellung des CSM-Modells für das MWN

Teilschritt 2.1: Ausprägung des Organisationsmodells

Aufgrund der obigen Analyse des Managementumfelds im LRZ ergibt sich folgende Rollenverteilung für das Organisationsmodell des CSM-Modells (siehe Abbildung 6.10): Die Gruppe Netzbetrieb nimmt aufgrund ihrer zugeordneten, operativen Aufgaben die Rolle Service Infrastructure Manager wahr. Der Gruppe Netzplanung wird die Rolle Operative CSM-Provider zugewiesen, da sie für den Betrieb zentraler Managementwerkzeuge verantwortlich ist. Den Netzverantwortlichen der am MWN angeschlossenen Einrichtungen als Nutzer der CSM-Schnittstelle wird die Rolle CSM-User zugewiesen. Alle anderen Rollen werden für die CSM-Schnittstelle für das MWN nicht ausgeprägt.

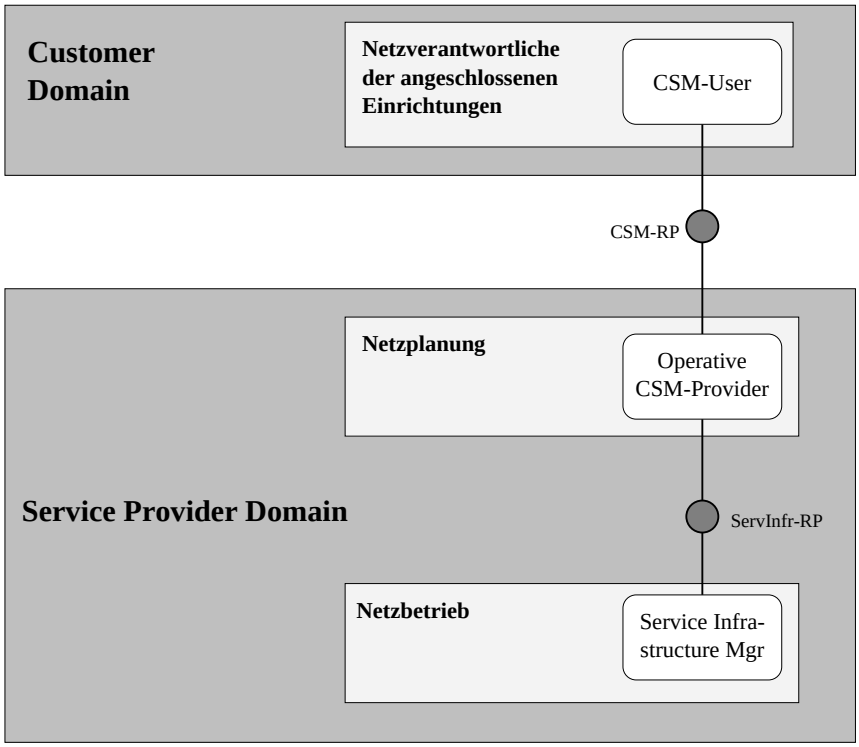

Abbildung 6.10: Ausprägung des Organisationsmodells für das MWN des LRZ

Die Domänenaufteilung in die CSM-Domain und die Service Provider Domain ist für dieses Szenario nicht notwendig, es wird die Unterscheidung in eine Service Provider Domain mit den Gruppen Netzplanung bzw. Netzbetrieb und in die Customer Domain mit sämtlichen Netzverantwortlichen getroffen. Der Referenzpunkt ServInfr-RP wird somit nicht als inter-domain sondern als intra-domain Referenzpunkt ausgeprägt.

Teilschritt 2.2: Erstellung der Objektmodelle des CSM-Modells

Aufgrund der ausschließlichen Berücksichtigung des CSM-Funktionsbereichs Service Infrastructure Management an der CSM-Schnittstelle für das MWN reduziert sich die Modellierung der Managementobjekte auf das Objektmodell dargestellt in Abbildung 6.11: Die Klassenstruktur unterscheidet sich nicht wesentlich gegenüber der Topologiemodellierung des IP-Dienstes im B-WiN aus Abbildung 6.3, es werden aber deutlich mehr Kennzahlen über die Infrastrukturelemente modelliert.

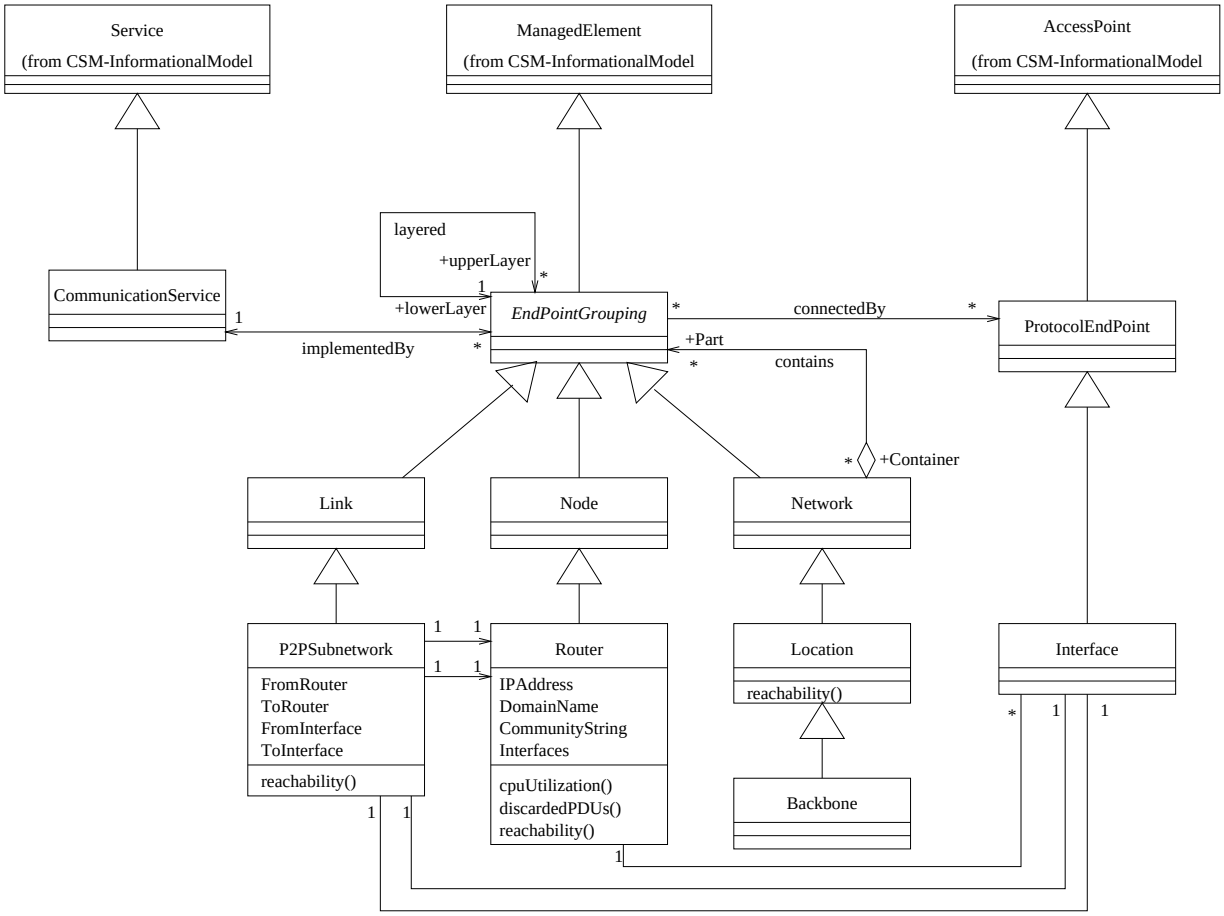

Abbildung 6.11: Angepaßtes Objektmodell für das Service Infrastructure Management des MWN

Zu jedem Router werden die administrierten Interfaces und Statistiken zu der Erreichbarkeit (`reachability()`), der CPU-Last (`cpuUtilization()`), den gerouteten Paketen (`forwardedPDUs()`), und den verworfenen Paketen (`discardedPDUs()`) modelliert. Ein Subnetz wird als Instanz der Klasse `P2PSubnetwork` als logische Punkt-zu-Punkt Verbindung zwischen zwei Interfaces verschiedener Router modelliert und durch die Kennzahlen Bandbreite `capacity()`), Durchsatz (`throughput()`), Auslastung (`utilization()`) und Erreichbarkeit (`reachability()`) beschrieben. Ein Interface wird schließlich mittels der Parameter Bandbreite (`capacity`) und Erreichbarkeit (`reachability`) charakterisiert.

Teilschritt 2.3: Spezifikation der Schnittstellen des CSM-Modells

Aufgrund der einfachen Ausprägung der Organisationsmodells für das MWN ergibt sich auch eine Reduzierung der zu implementierenden Schnittstellen an den Referenzpunkten, d.h. es werden nur zu den Referenzpunkten CSM-RP und ServInfr-RP Schnittstellen angegeben (siehe Abbildung 6.12).

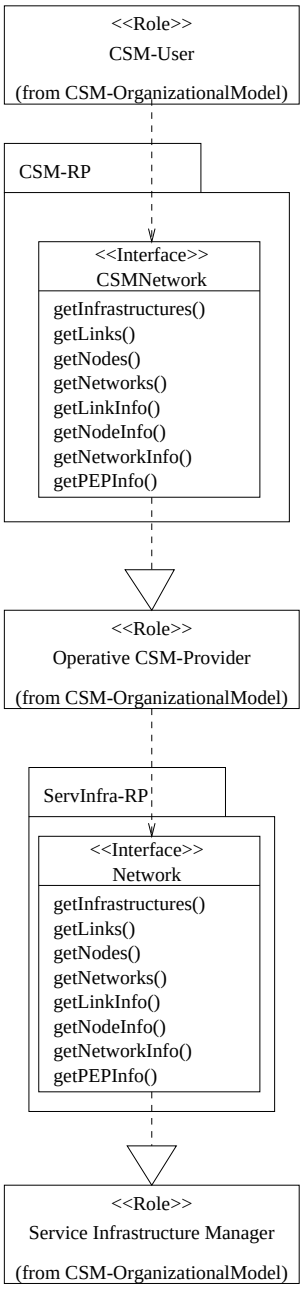

Abbildung 6.12: Spezifikation der Schnittstellen des CSM-Modells für das MWN

Teilschritt 2.4: Ausprägung des Kommunikationsmodells

Aufgrund der Anlehnung der CSM-Schnittstelle an die CSM-Schnittstelle für den IP-Dienst im B-WiN erfolgt eine analoge Ausprägung des Kommunikationsmodells (siehe oben). Aufgrund der Einfachheit der CSM-Schnittstelle für das MWN wird auf eine benutzerorientierte Authentifikation verzichtet, es soll nur eine zentrale Kennung für alle Netzverantwortlichen geben.

6.2.3 Schritt 3: Abbildung des CSM-Modells für das MWN auf die Managementumgebung des LRZ

Für die Abbildung des CSM-Modells für das MWN soll nur die Ausprägung der Referenzpunkte und die Übersetzung der Objektmodelle genauer betrachtet werden. Die anderen beiden Teilschritte, die Ausprägung der Schnittstellen an den Referenzpunkten und die Identifikation von Kommunikationsinfrastrukturen, sind analog zur Vorgehensweise beim IP-Dienst im B-WiN.

Teilschritt 3.1: Ausprägung der Referenzpunkte

Der Referenzpunkt CSM-RP soll in Analogie zur CSM-Schnittstelle für den IP-Dienst auf Basis von CORBA realisiert werden, es soll zur Realisierung dieses Referenzpunktes auf die für den IP-Dienst entwickelte Softwareplattform aufgesetzt werden.

Für die Realisierung des ServInfr-RP soll ein neuer Ansatz verwendet werden, der eine flexible und Dienstanbieterunabhängige Integration von Konfigurations- und Performancedaten über die Kommunikationsinfrastruktur in die CSM-Schnittstelle erlaubt.

Um diese enge Koppelung der Rollen Operative CSM-Provider und Service Infrastructure Manager zu erreichen, erfolgt die Realisierung des ServInfr-RP auf Basis einer Datenbank, siehe Abbildung 6.13.

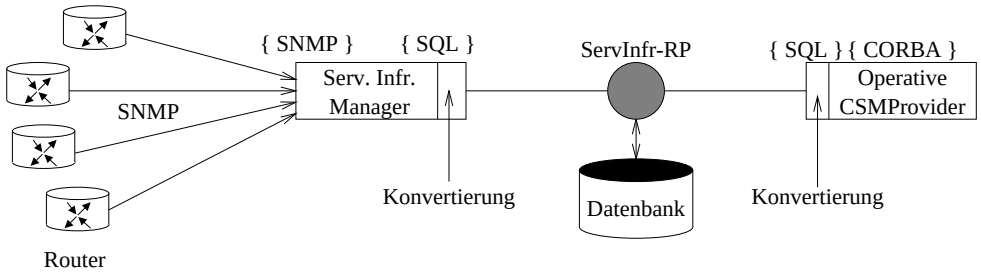

Abbildung 6.13: Ausprägung des ServInfr-RP für das MWN

Der ServInfr-RP besteht aus einer relationalen Datenbank, in die der Service Infrastructure Manager Konfigurations- und Performancedaten einträgt und der Operative CSM-Provider ausliest. Der Service Infrastructure Manager pollt die Informationen von den im MWN existierenden Routern per SNMP und bildet die gewonnenen Daten auf die in der Datenbank existierenden

Tabellen ab. Der Operative CSM-Provider greift auf die Datenbanktabellen zu, um die Funktionalität am Referenzpunkt CSM-RP zu erbringen, d.h. der bildet die Methoden der `CSMNetwork` Schnittstelle auf SQL-Queries ab.

Diese Realisierungsalternative kann als Gatewayansatz angesehen werden, wobei die Architekturübergänge nicht transparent vom Gateway durchgeführt werden, sondern zu den Rollen Service Infrastructure Manager und Operative CSM-Provider verlagert wird. Damit geht der Vorteil des Gatewayansatzes, der des transparenten Architekturübergangs, zwar verloren, jedoch werden durch die Nutzung von SQL sowohl vom Service Infrastructure Manager als auch vom Operative CSM-Provider definierte und integrierte Schnittstellen am Referenzpunkt ServInfr-RP geschaffen, die zusätzlich flexibel angepaßt und einfach erweitert werden können.

Teilschritt 3.2: Übersetzung der Objektmodelle

Als gemeinsame Datenstrukturen liegen in der Datenbank folgende Tabellen vor, siehe Abbildung 6.14:

Die Tabellen für `Router`, `Interfaces` und `P2PSubnetwork` enthalten neben zu den korrespondierenden Attributen aus Abbildung 6.11 zusätzlich die Spalten `ID` als eindeutigen Identifikator, `Name`, `Valid` zur Kennzeichnung der Gültigkeit, `Firstdiscovery` und `Lastdiscovery` als Zeitstempel des ersten bzw. letzten gültigen Discovery.

Die Statistiken zur Erreichbarkeit, der gerouteten Pakete bzw. verworfenen Pakete und der CPU-Last eines Routers werden mittels eigener Tabellen modelliert. Ebenso werden die Erreichbarkeit, die Bandbreite und der Durchsatz eines Subnetzes mittels entsprechender Tabellen beschrieben. Sämtliche Statistiken enthalten einen Fremdschlüssel auf die korrespondierenden Komponenten, den Meßwert und den Zeitpunkt der Messung. Die Auslastung eines Subnetzes kann vom Operative CSM-Provider aus der Bandbreite und dem Durchsatz berechnet werden (siehe IP-Dienst).

Das Autodiscovery der im MWN existierenden Router, Subnetze und Interfaces und damit das Eintragen neuer Zeilen in den entsprechenden Tabellen erfolgt auf Basis von CDP: Der Service Infrastructure Manager beginnt bei einem ausgezeichneten Router und traversiert auf Basis der mittels CDP gewonnenen Nachbarn die gesamte, homogene CISCO Umgebung. Für schon zuvor entdeckte Komponenten wird das `Lastdiscovery` Attribut neu gesetzt, für neu entdeckte Komponenten wird eine neue Zeile eingefügt und u.a. das `Firstdiscovery` Attribut entsprechend gesetzt. Durch Auslesen der Interface-Tabelle der MIB-2 können alle relevanten Interfaces bestimmt werden. Als relevante Interfaces werden diejenigen Interfaces bezeichnet, deren administrativer Status `ifAdminStatus` auf `up` gesetzt ist. Interfaces, die nicht administriert werden, spielen für diesen Algorithmus keine Rolle.

Der Status bzw. die Erreichbarkeit von Interfaces kann aus der MIB-2 Variable `ifOperStatus` gewonnen werden (`{up|down}`). Die Erreichbarkeit eines Subnetzes errechnet sich aus der Erreichbarkeit der angeschlossenen Interfaces. Analog berechnet sich die Erreichbarkeit eines Routers aus der Erreichbarkeit aller administrierten Interfaces. Die Erreichbarkeit einer Lokation wird aus der Erreichbarkeit der enthaltenen Objekte errechnet. Die Erreichbarkeit von

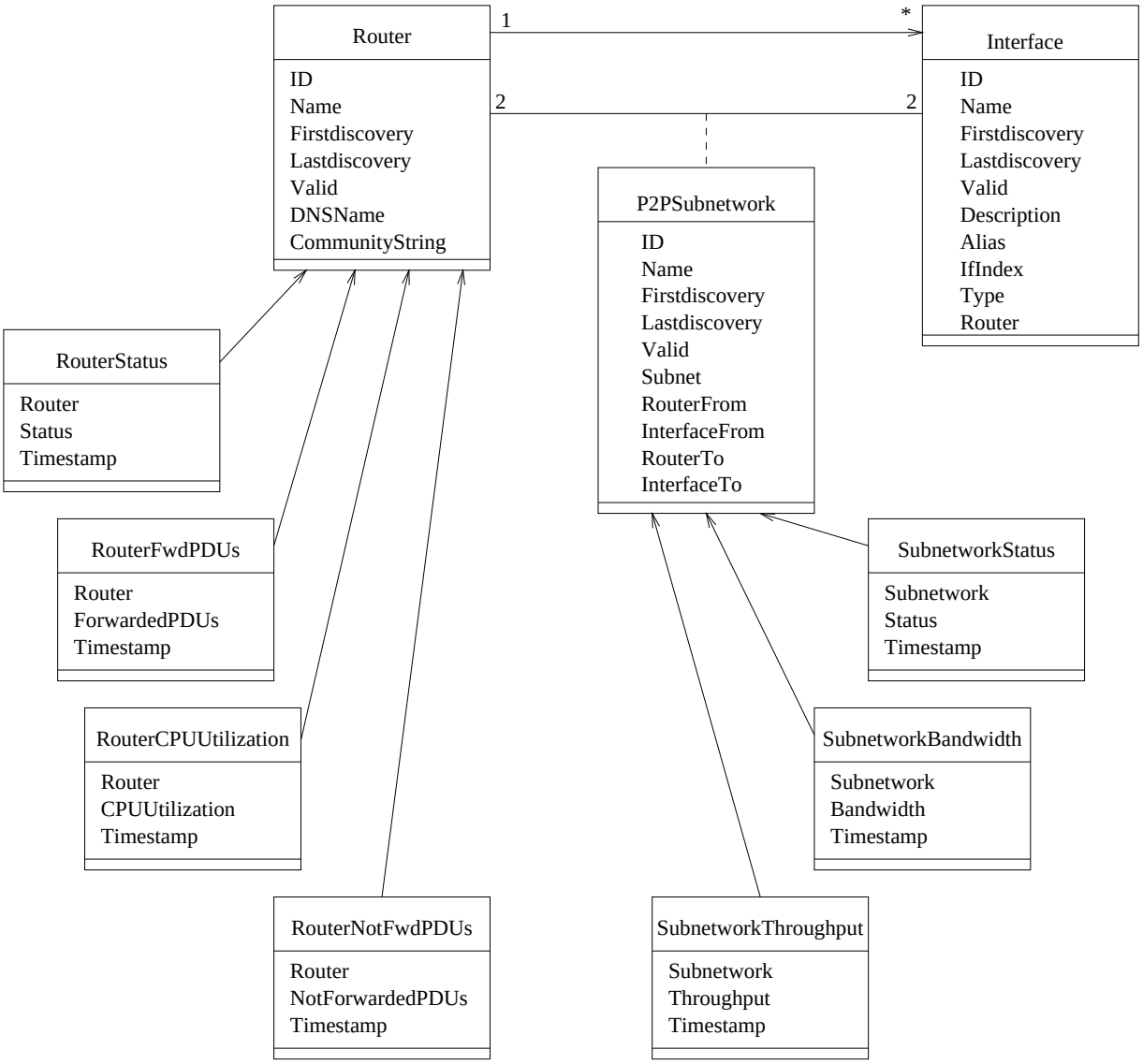

Abbildung 6.14: Datenbankschema am Referenzpunkt ServInfr-RP des MWN

Routern, Subnetzen und Lokationen kann die Werte `{up|warning|down|unknown}`) annehmen.

Der Durchsatz eines Subnetzes errechnet sich aus den Octetzählern eines der beiden Interfaces. Die Octetzähler können aus der Interface-Tabelle der MIB-2 `ifInOctets` und `ifOutOctets` (32 Bit Zähler) oder aus der erweiterten Interface-Gruppe der MIB-2 `ifHCInOctets` und `ifHCOutOctcts` (64 Bit Zähler) gelesen werden.

Die CPU-Last der zentralen CPU eines Routers kann aus einer privaten CISCO MIB-Variablen der Local System Gruppe bestimmt werden. Die gerouteten Pakete eines Routers können mittels der MIB-Variable `ipForwDatagrams` der IP-Gruppe der MIB-2 bestimmt werden. Die verworfenen Pakete ermitteln sich aus den MIB-Variablen `ipInHdrErrors`, `ipInAddrEr-`

`rors`, `ipInDiscards` `ipOutDiscards` und `ipOutNoRoutes` der IP-Gruppe der MIB-2.

6.2.4 Schritt 4: Implementierung der CSM-Schnittstelle für das MWN

Für die Implementierung der CSM-Schnittstelle für das MWN wurde auf der gleichen Softwareplattform wie für den IP-Dienst im B-WiN aufgesetzt. Diese Plattform wurde um ein Gateway zur Anbindung der Datenbank des Referenzpunktes ServInfr-RP erweitert, um eine enge Koppelung des Service Infrastructure Managers an die CSM-Schnittstelle zu erreichen.

Die Erfahrungen beim Betrieb der CSM-Schnittstelle für das MWN zeigen, daß dieser Ansatz, d.h. Sammlung der Daten auf Basis CDP bzw. der MIB-2 und die Koppelung der Rollen auf Basis einer gemeinsamen Datenbank, eine stabile und mit wenig Administrationsaufwand betreibbare Realisierungsalternative darstellt.

6.3 Zusammenfassung

Die beiden in diesem Kapitel vorgestellten Anwendungsfälle zeigen die Tragfähigkeit des innerhalb dieser Arbeit entwickelten Lösungsansatzes. In diesem Kapitel wird aber nicht nur der Tragfähigkeitsnachweis geführt, es wird gleichzeitig eine CSM-Plattform vorgestellt, auf deren Basis die CSM-Schnittstellen der beiden Anwendungsfälle instantiiert werden. Diese CSM-Plattform (siehe auch [LLN 98]) kann in Analogie zu Managementarchitekturen und Managementplattformen als Trägersystem für CSM-Schnittstellen angesehen werden, die gemäß den Konzepten der in dieser Arbeit entwickelten CSM-Architektur arbeitet.

Wie die vorgestellten CSM-Schnittstellen zeigen, kann die CSM-Plattform herangezogen werden, um CSM-Schnittstellen mit geringem Aufwand für Kommunikationsdienste zu realisieren. Dank offener und erweiterbarer Schnittstellen können auf Basis von Gatewaybausteinen beliebige, heterogene Managementwerkzeuge in die Plattform integriert werden. Der breite Einsatz dieser CSM-Plattform ist aufgrund der komplexen Installation und des noch weitgehend unautomatisierten, laufenden Betriebs von CSM-Schnittstellen allerdings nicht möglich.

Kapitel 7

Zusammenfassung und Ausblick

Der Deregulierungs- und Liberalisierungsprozeß im Telekommunikationsumfeld in den letzten Jahren hat dazu geführt, daß sich die Zahl der Anbieter im IT-Bereich und deren Angebotsspektrum deutlich erweitert und verfeinert hat. Vor diesem Hintergrund gehen Kunden nicht mehr nur dazu über, statt Leitungen oder Übertragungskapazitäten komplette Intranets oder Extranets von Dienstanbietern betreiben zu lassen, sondern einen Teil der eigenen Geschäftsprozesse DV-technisch auszulagern. Die wesentliche Auswirkung hiervon ist, daß sich Dienstanbieter mit ihren Kunden nicht nur, wie bisher, über Netzkomponenten und Endgeräte, sondern über *Dienste, Dienstvereinbarungen und Dienstgüteparameter* verständigen müssen. Mit dieser Neuorientierung sind aber unweigerlich neue Anforderungen an das Management geknüpft: Neben den klassischen Netz-, System- und Anwendungsmanagementaufgaben muß der Dienstanbieter die Einhaltung der vertraglich festgelegten Dienstgüte garantieren, um teure Vertragsstrafen zu vermeiden.

Zusätzlich hat sich in den letzten Jahren eine weitere Entwicklung herauskristallisiert: Mit dem Drängen neuer Anbieter auf die globalisierten Märkte wird die Konkurrenz und der Kampf um Marktanteile immer härter. Ein attraktives Dienstspektrum und die flexible Ausrichtung der Anbieter auf die Bedürfnisse der Kunden wird zum entscheidenden Wettbewerbsvorteil. Ein wesentliches Manko ist dabei sicherlich die eingeschränkte, auch teilweise fehlende, Möglichkeit der Kunden, sich über den Zustand und die Güte ihrer abonnierten Dienste zu informieren und damit die Einhaltung der vertraglichen Vereinbarungen zu überwachen.

Um diesen beiden Tendenzen gerecht zu werden hat sich der Begriff *Customer Service Management* (CSM) etabliert. Unter CSM wird die Weitergabe von dienstorientierten Informationen über die aktuelle Qualität des Dienstes verstanden. Damit können Kunden die Einhaltung der vertraglich ausgehandelten Dienstgüteparameter nachvollziehen und ihre abonnierten Dienste in eingeschränkten Maße selbst managen.

7.1 Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit ist es, eine Architektur zur generischen Beschreibung der Integration von CSM-Schnittstellen in die heterogen Managementumgebung des Anbieters zu entwickeln,

so daß eine hohe Wiederverwendbarkeit und eine Dienst- bzw. Kundenanpaßbarkeit mit geringem Aufwand gegeben ist. Die **CSM-Architektur** definiert auf Basis der vier Teilmodelle einer Managementarchitektur, zu welchen Informationsquellen (z.B. Managementwerkzeugen) innerhalb des Dienstmanagements des Anbieters Schnittstellen etabliert werden müssen und wie die dort bereitgestellten Informationen zusammenspielen, um den Kunden eine CSM-Schnittstelle bereitstellen stellen zu können.

Das **Informationsmodell** der CSM-Architektur legt ein gemeinsames Verständnis über die Managementinformation fest, die zwischen Kunde und Dienstanbieter bezüglich eines abonnierten Dienstes ausgetauscht werden. Dazu wird eine umfassende und integrierte Informationsbasis definiert, die eine einheitliche, kundenorientierte und dienstspezifische Sichtweise des Kunden auf das Dienstmanagement des Anbieters zur Verfügung stellt. Eine wichtige Eigenschaft des Informationsmodells ist es, daß die verwendete Spezifikationssprache (UML) und die identifizierten Managementobjekte (top-level Klassen) einfach auf die Informationsmodelle sämtlicher existierender Managementarchitekturen abgebildet werden können.

Das **Organisationsmodell** ermöglicht eine Einordnung von CSM in die Managementbeziehung zwischen Kunde und Anbieter. Die Rolle auf Kundenseite beschreibt die Nutzung von CSM durch den Kunden, die Rollen auf Dienstanbieterseite repräsentieren die Aufgaben und Funktionen des Dienstmanagements, die zur Bereitstellung von CSM notwendig sind. Auf Basis der identifizierten Rollen ist eine eindeutige Abgrenzung von CSM-spezifischen Funktionen einerseits, der Nutzung von CSM durch den Kunden andererseits und schließlich von Managementfunktionen auf Seiten des Dienstmanagements des Anbieters gegeben. Die identifizierten Rollen, Domänen, Policies und Referenzpunkte werden mit einer auf UML basierenden Notation eindeutig definiert und formalisiert.

Das **Kommunikationsmodell** identifiziert die spezifische Anforderungen an die Kommunikation der involvierten Rollen über die im Organisationsmodell spezifizierten Beziehungen. Dabei werden wesentliche Eigenschaften an die Dienste der eingesetzten Infrastruktur definiert, d.h. beispielsweise, welche Sicherheitsanforderungen werden an die Kommunikation zwischen zwei Rollen gestellt, wird eine Transaktionsunterstützung gefordert, oder müssen neben synchronen auch asynchrone Meldungen ausgetauscht werden können.

Das **Funktionsmodell** der CSM-Architektur zergliedert den Gesamtaufgabenkomplex *Customer Service Management* auf Basis des CSM-Organisationsmodells in CSM-Funktionsbereiche und leitet allgemeine CSM-Funktionen her. Das Funktionsmodell liefert also die Basis für einen Baukasten, der für konkrete Dienste genutzt werden kann, um eine korrespondierende CSM-Schnittstelle aufzubauen. Die Funktionen werden dabei den Bereichen Problemmanagement, Konfigurationsmanagement, Abrechnungsmanagement, SLA Management, Order Management und Service Infrastructure Management zugeordnet. Für alle Funktionen wird festgelegt, auf welchen Objektmodellen sie sich abstützen und welche Interaktionen zwischen den jeweils involvierten Rollen des CSM-Organisationsmodells stattfinden müssen.

Mit der **Methodik zur Anwendung der CSM-Architektur** wird dem Dienstanbieter eine Anleitung an die Hand gegeben, wie er für einen ausgewählten Dienst eine korrespondierende CSM-Schnittstelle in seine Managementumgebung integrieren kann. Der **Tragfähigkeitsnachweis** für

die erarbeitete Architektur und die Methodik zur Anwendung wird anhand des *Internetdienst* des DFN-Vereins und des *Münchner Wissenschaftsnetzes* des LRZ erbracht. Diese Beispiele können zusätzlich anderen Dienstanbietern als Referenzimplementierung dienen, um für ihre Dienste korrespondierende CSM-Schnittstellen in ihre Managementumgebung integrieren zu können.

7.2 Ausblick

Mit der in dieser Arbeit vorgestellten CSM-Architektur und der Methodik zur Anwendung der Architektur stehen einem Dienstanbieter alle notwendigen Hilfsmittels bereit, um für einen Dienst eine korrespondierende CSM-Schnittstelle in seine Managementumgebung integrieren zu können. Aufgrund des differenzierenden Dienstmerkmals von CSM ist es jedoch auch möglich, daß Dienstanbieter entstehen, die CSM-Schnittstellen für die Dienste anderer Provider anbieten. Durch vertragliche Vereinbarungen über die Funktionalität und den Betrieb der CSM-Schnittstelle entsteht eine Dienstbeziehung zwischen den beiden Organisationen und die CSM-Schnittstelle wird zum CSM-Dienst. Es bleibt abzuwarten, inwieweit Application Service Provider diese Idee aufgreifen und entsprechende Managementdienste anbieten.

Es stellt aber nicht nur diese rekursive Anwendung des Dienstbegriffs, denn zum CSM-Dienst muß ebenfalls wieder eine CSM-Schnittstelle angeboten werden, eine künftige Herausforderung dar, sondern es werden bereits im Zuge der Vorstellung der CSM-Architektur einige offene Fragestellungen erkennbar:

Modellierung der Dienstvereinbarungen: In der Begriffsbildung (Abschnitt 2.2) wurden die Dienstvereinbarungen als der Aspekt des Dienstbegriffs beschrieben, der die charakteristische Ausprägung eines Dienstes für einen Kunden vertraglich mit dem Dienstanbieter festlegt. Trotz der dort aufgezeigten Zusammenhänge ist eine systematische und dienstunabhängige Analyse der Struktur und des Aufbaus von Dienstvereinbarungen im allgemeinen notwendig. Wie auch diese Arbeit zeigt, ist dabei ein wichtiger Aspekt, daß die Inhalte der Dienstvereinbarungen formal eindeutig und elektronisch verarbeitbar definiert werden. Nur dadurch ist es möglich, einen neu abonnierten Dienst gemäß den Inhalten der Dienstvereinbarungen automatisch in der Managementumgebung des Anbieters zu erzeugen, bereitzustellen und zu betreiben. Gerade die Dynamik von heutigen IT-Landschaften und der Konkurrenzdruck unter den Anbietern fordern nach schnellen Bereitstellungszeiten. Die Inhalte der Dienstvereinbarungen müssen dabei nicht nur die Dienstgüte und damit verbundene Vertragsstrafen umfassen, sondern es müssen alle zwischen Kunde und Dienstanbieter stattfindenden Interaktionen entlang des Dienstlebenszyklus, von der Erstkonfiguration, der Abrechnung, der Behebung von Störungen oder Problemen bis hin zur Kündigung und dem Abbau des Dienstes berücksichtigt werden. Sämtliche Inhalte der Dienstvereinbarungen stellen essentielle Managementobjekte für alle (existierenden und) künftigen Managementwerkzeuge des Dienstmanagements dar. Als ein erster Ansatz zur systematischen Beschreibung der Inhalte von Dienstvereinbarungen beschäftigt sich beispielsweise [SCHM 00] mit

einer Beschreibung von Dienstvereinbarungen auf Basis von Workflows.

Formalisierung der Dienstbeschreibung: Die Dienstvereinbarungen legen die kundenspezifische Ausprägung eines Dienstes fest. Die Dienstbeschreibung legt dagegen den generellen Aufbau und die allgemeinen Eigenschaften des Dienstes fest. In Analogie zu den Dienstvereinbarungen existiert gegenwärtig keine geeignete Modellierung der Dienstbeschreibung, die insbesondere eine elektronische Verarbeitung und somit die Automatisierung von Managementprozessen erlaubt. Für die Modellierung der Dienstbeschreibung müssen Konzepte eingeführt werden, mit denen neben der Funktionalität des Dienstes auch die charakteristischen Güteparameter des Dienstes, die spezifische Managementfunktionen an der CSM-Schnittstelle und der generelle Aufbau des Dienstes aus Subdiensten (und den damit assoziierten Dienstabhängigkeiten) formal spezifiziert werden können. [GHH$^+$ 01] beschäftigt sich beispielsweise mit der Definition und Formalisierung des Dienstbegriffs sowie des Dienstmanagements.

Abbildung von QoS-Parameter auf Komponentenparameter: Ein spezifischer Aspekt der Dienstbeschreibung soll noch vertieft diskutiert werden: In der Dienstbeschreibung muß zusätzlich zu den identifizierten, charakteristischen QoS-Parametern auch jeweils eine Abbildungsfunktion bzw. Berechnungsfunktion spezifiziert werden. Diese legt für jeden QoS-Parameter fest, aus welchen Kennzahlen sich der Parameter zusammensetzt bzw. berechnet werden kann. Existierende SLA-Tools unterstützen bereits den Prozeß, aus einer großen Anzahl von Komponentenparametern verdichtete Kennzahlen zu berechnen. Bei diesem bottom-up Ansatz werden jedoch für jede Kennzahl die Dienstabhängigkeiten ausschließlich in der Berechnungsfunktion berücksichtigt, d.h. in jeder Metrik sind alle notwendigen Abhängigkeiten hartkodiert enthalten. Notwendig ist jedoch ein top-down orientierter Ansatz, bei dem die Berechnungsvorschriften für QoS-Parameter aus den Dienstabhängigkeiten gewonnen werden können, z.B. aus einem attributierten Dienstabhängigkeitsgraphen [HLN 01].

Dienstorientierte Abrechnung: In Abschnitt 4.5 wurde festgestellt, daß existierende Tarifmodelle die Verletzung von Dienstgüten noch nicht berücksichtigen. Damit kann ein dienstorientiertes Abrechnungsmanagement ebenfalls als noch offene Fragestellung identifiziert werden. Insbesondere unter Berücksichtigung der Anforderungen in Zuge des Outsourcens von Geschäftsprozessen besteht der Bedarf nach systematischen und umfassenden Tarif- und Abrechnungsmodellen, die eine verbrauchs- und qualitätsorientierte Abrechnung ermöglichen.

Alle diese vier Teilfragestellungen haben gemeinsam, daß sie aus dem Paradigmenwechsel vom Netz- und Systemmanagement zum Dienstmanagement resultieren. Zusätzlich sind aber für die Gesamtfragestellung des Dienstmanagements systematische und umfassende Beschreibungsmodelle im Sinne einer *Service Management Architecture* notwendig. Erste Ansätze dazu werden z.B. in [Dreo] eingeführt. Diese Architektur würde den Rahmen liefern, in dem sich allegenannten Aspekte einschließlich CSM, der CSM-Architektur und die Integration von CSM-Schnittstellen in die Managementumgebung des Dienstanbieters wiederfinden. Eine korrespon-

dierende *Service Management Plattform* [Dreo 00] wäre der Ausgangspunkt für jegliche Art von Werkzeugen, um auf die Managementobjekte einer integrierten Informationsbasis bezüglich Dienste, deren Funktionalität, Dienstvereinbarungen, Dienstgüteparameter usw. zugreifen zu können und somit u.a. auch eine logische kunden- und dienstspezifische Sichtweise auf das Dienstmanagement des Anbieters bereitstellen zu können.

ABBILDUNGEN

1.1 Die Einordnung von *Customer Service Management* 2
1.2 CSM-Architektur als Managementschirm 5
1.3 Abgrenzung der Aufgabenstellung zu verwandten Fragestellungen 6
1.4 Vorgehensmodell der Arbeit 12

2.1 Beziehungen zwischen CSM und den Managementsystemen eines Internet Service Providers 15
2.2 Szenario einer komplexen Diensthierarchie mit mehreren Anbietern 17
2.3 Eingesetzte Managementsysteme und Managementarchitekturen 18
2.4 Einführende Aspekte bezüglich eines Dienstes und ihr Zusammenhang 22
2.5 Zusammenhang der Dienstbeschreibung mit den Aspekten des Dienstmodells 23
2.6 Zusammenhang der Dienstvereinbarung mit den Aspekten des Dienstmodells 24
2.7 Zusammenhang der Dienstgüte mit den Aspekten des Dienstmodells 25
2.8 Zusammenhang des rekursiven Dienstaufbaus mit den Aspekten des Dienstmodells . 26
2.9 Das gesamte, für diese Arbeit gültige, Dienstmodell 28
2.10 Zusammenführung der Managementschichtung mit dem Dienstbegriff 29
2.11 Verallgemeinertes CSM-Szenario 36
2.12 Anforderungen an die CSM-Architektur 39

3.1 Teilmodelle der OMA 57
3.2 Initiale TINA Business Relationships Typen 61
3.3 ODMA Document Raodmap (nach [ITU X.703]) 64
3.4 ITIL-Sets zum Betrieb von vernetzten Systemen (nach [HAN 99]) 67
3.5 Einordnung der Funktionen in Bezug auf den Kundenkontakt und die Dienstimplementierung 68
3.6 TeleManagement Forum Approach Components (nach [TMF TOM 99]) 69
3.7 TMF Telecom Operation Process Model (nach [TMF TOM 99]) 70
3.8 Functional Architecture of CNM (nach [ITU X.160]) 75

3.9 Customer Service Management Module (nach [SPBG 00]) 76
3.10 Möglichkeiten und Defizite existierender Ansätze 79

4.1 Metamodellierung: Vier-Schichten-Architektur 84
4.2 RM-ODP basierter Konzeptionsansatz 86
4.3 Konzeption der CSM-Architektur 87
4.4 Vorgehensweise bei der Konzeption der CSM-Teilmodelle 89
4.5 Gewinnung des CSM-Informationsmodells 91
4.6 Top-level Klassen des CSM-Informationsmodells 94
4.7 Gewinnung des CSM-Organisationsmodells 99
4.8 Management-Interaktionsphasen zwischen Kunde und Dienstanbieter 101
4.9 Rollen bzgl. des Dienstmanagements des Anbieters 103
4.10 Bisherige CSM-relevante Rollen 107
4.11 Die identifizierten Rollen und deren Einordnung 109
4.12 Die Domänen und Rollen des Organisationsmodells 110
4.13 Domänen, Rollen und Referenzpunkte des Organisationsmodells 112
4.14 Metamodell zur Beschreibung des Organisationsmodells 116
4.15 Modellierung des Organisationsmodells 118
4.16 ODP basiertes Metamodell zur Beschreibung des Organisationsmodells 120
4.17 Einordnung der Rollen des Organisationsmodells in TOM 123
4.18 Gewinnung des CSM-Kommunikationsmodells 127
4.19 An den Referenzpunkten benötigte Services 128
4.20 Security Service 130
4.21 Naming & Directory Service 131
4.22 Authentification & Authorization Service 132
4.23 Modellierung einer Sitzung 133
4.24 Ausprägung der Referenzpunkte für die Authentifikation und Autorisierung 134
4.25 Workflow zur Registrierung von neuen Kunden 135
4.26 Notification Service 136
4.27 Workflow-Schema zur Benachrichtigung von CSM-Usern 137
4.28 Transaction Service 138
4.29 Die Struktur des CSM-Kommunikationsmodells 139
4.30 Gewinnung des CSM-Funktionsmodells 141
4.31 Überblick über das Funktionsmodell der CSM-Architektur 142
4.32 Das Objektmodell zum SLA Management 145
4.33 Workflow zur Abfrage von Kunden/Dienstinformationen 147
4.34 Workflow zur Abfrage von Informationen über Dienstvereinbarungen 148
4.35 Workflow zur Abfrage von einzelnen Dienstgüteparametern 150

4.36 Workflow zur Abfrage von QoS-Reports 150
4.37 Workflow zur Benachrichtigung über QoS-Verletzungen bzw. eingeschränkte Dienstgüte 151
4.38 Ausprägung der Referenzpunkte für das SLA Management 153
4.39 Format des Trouble Reports 157
4.40 Zustandsdiagramm bezüglich des TRState nach [NMF 601] 159
4.41 Workflow zur Eingabe von Trouble Reports (1.Fall) 160
4.42 Workflow zur Eingabe von Trouble Reports (2.Fall) 161
4.43 Workflow zum Verändern/Stornieren von Trouble Reports 162
4.44 Workflow zur Abfrage von Trouble Reports 164
4.45 Workflow zur Verifikation und Löschung von Trouble Reports 164
4.46 Ausprägung der Referenzpunkte für das Problem und Order Management 167
4.47 Das Objektmodell zum Order Management 169
4.48 Zustandsdiagramm bezüglich des `OperativeState` 170
4.49 Workflow zur Eingabe eines Auftrags 172
4.50 Workflow zur Abfrage von Informationen über Aufträge 173
4.51 Workflow zur Abfrage von Informationen über Dienstzugangspunkte 175
4.52 Ausprägung der Referenzpunkte für das Configuration und Accounting Management 176
4.53 Das Objektmodell zum Accounting Management 178
4.54 Workflow zur Abfrage von einzelnen Abrechnungseinheiten 179
4.55 Workflow zur Abfrage von Abrechnungsreports 180
4.56 Das Objektmodell zur Topologiemodellierung 183
4.57 Definition von Zugriffsrechten 186
4.58 Ausprägung aller Referenzpunkte 187

5.1 Von der CSM-Architektur zur CSM-Schnittstelle 192
5.2 Analyse des Dienstes und des Managementumfelds 193
5.3 Entwurf des CSM-Modells für den Dienst 196
5.4 Abbildung des CSM-Modells auf die Managementumgebung des Dienstanbieters . . 201
5.5 Gewinnung der Schnittstellen des CSM-Modells 202
5.6 Möglichkeiten zur Ausprägung eines Referenzpunktes 203
5.7 Beispielhafte Ausprägung des Admin-RP 204
5.8 Beispielhafte Ausprägung des Account-RP 205
5.9 Beispielhafte Ausprägung des SLA-QoS-RP 206
5.10 Naming & Directory Service bei Architekturübergängen 207
5.11 Abbildung der Informationsmodelle 209
5.12 Implementierung der CSM-Schnittstelle 211
5.13 Methodik zur Anwendung der CSM-Architektur 214

6.1 Ausprägung des Organisationsmodells für den IP-Dienst im B-WiN 218
6.2 Angepaßtes Objektmodell für das SLA Management des IP-Dienstes 220
6.3 Angepaßtes Objektmodell für das Service Infrastructure Management des IP-Dienstes 221
6.4 Spezifikation der Schnittstellen des CSM-Modells für den IP-Dienst 223
6.5 Ausprägung des Admin-RP, Account-RP und ServInfr-RP für den IP-Dienst 225
6.6 Ausprägung des Config-RP für den IP-Dienst 226
6.7 Ausprägung des Problem-RP für den IP-Dienst 226
6.8 Ausprägung der Schnittstellen an den Referenzpunkten für den IP-Dienst 229
6.9 Identifikation der Kommunikationsinfrastrukturen 230
6.10 Ausprägung des Organisationsmodells für das MWN des LRZ 234
6.11 Angepaßtes Objektmodell für das Service Infrastructure Management des MWN . . 235
6.12 Spezifikation der Schnittstellen des CSM-Modells für das MWN 236
6.13 Ausprägung des ServInfr-RP für das MWN 237
6.14 Datenbankschema am Referenzpunkt ServInfr-RP des MWN 239

LITERATUR

[AaMi99] Ø., AAGEDAL J. und MILOŠEVIĆ Z.: *ODP Enterprise Language: UML Perspective*. In: [EDOC 99].

[ABILENE] *Abilene Network Operation Home Page*. http://www.abilene.iu.edu.

[ADRK+ 98] APOSTOLESCU, V., G. DREO-RODOSEK, T. KAISER, M. LANGER, S. LOIDL und M. NERB: *Transparentes B-WiN*. DFN-Mitteilungen, Heft 46:11–13, März 1998.

[Alcatel] *Alcatel builds next generation networks....* http://www.alcatel.com.

[ATM-F 96] *Customer Network Management (CNM) for ATM Public Network Services (M3 Specification)*. Specification, ATM Forum, Januar 1996. Revision 1.05, 96-0122.

[BA 00] BERNARD ABOBA, D. LIDYARD: *The Accounting Data Interchange Format (ADIF)*. Internet Draft, Internet Engineering Task Force, April 2000.

[Bell 91] *Generic Requirements for SMDS Customer Network Management Service*. Technical Advisory TA-TSV-001062, Issue 1, Bell Communication Research, Februar 1991.

[Bell 94] *Phase 1: Frame Relay PVC Customer Network Management Service*. Generic Requirements GR-1371-CORE, Issue 1, Bell Communication Research, März 1994.

[BSC 99] BHOJ, P., S. SINGHAL und S. CHUTANI: *SLA Management in Federated Environments*. In: SLOMAN, M. et al. [IM 99].

[CIM AM WP] *Common Information Model (CIM) Understanding the Application Management Model*
Version 0.9. Technischer Bericht Desktop Management Task Force, Mai 1998.

[CIM Appl] *Common Information Model (CIM) Schema*
Application MOF Specification

Version 2.1. Technischer Bericht Desktop Management Task Force, September 1998.

[CIM CM WP] *Common Information Model (CIM) Core Model White Paper Version 1*. Technischer Bericht Desktop Management Task Force, August 1998.

[CIM Core] *Common Information Model (CIM) Schema, Core MOF Specification, Version 2.2.1*. Technischer Bericht Desktop Management Task Force, Juli 1999.

[CIM Device] *Common Information Model (CIM) Schema Device MOF Specification Version 2.1.1*. Technischer Bericht Desktop Management Task Force, Oktober 1998.

[CIM Network] *Common Information Model (CIM) Schema, Network Model MOF Specification, Version 2.2*. Technischer Bericht Desktop Management Task Force, Juli 1999.

[CIM Spec] *Common Information Model (CIM) Specification, Version 2.2*. Technischer Bericht Desktop Management Task Force, Juni 1999.

[CIM System] *Common Information Model (CIM) Schema System MOF Specification Version 2.1*. Technischer Bericht Desktop Management Task Force, September 1998.

[CISCO] *Cisco Connection Online by Cisco Systems, Inc.*. http://www.cisco.com.

[Dreo] DREO-RODOSEK, G.: *A Framework for IT-Service Management*. Habilitationsschrift (in Vorbereitung).

[Dreo 00] DREO RODOSEK, G.: *Service Management Platform: the Next Step in Management Tools*. In: AMBLER, A. et al. [DSOM 00].

[DrKa 98] DREO RODOSEK, G. und T. KAISER: *Intelligent Assistant: User-Guided Fault Localization*. In: SETHI, ADARSHPAL S. [DSOM 98].

[DSOM 00] AMBLER, A., S. CALO und G. KAR (Herausgeber): *Services Management in Intelligent Networks. 11th Annual IFIP/IEEE International Workshop on Distributed Systems: Operations Management (DSOM 2000), Austin, Texas, USA*. Springer-Verlag. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1960, Dezember 2000.

[DSOM 98] SETHI, ADARSHPAL S. (Herausgeber): *Proceedings of the 9th Annual IFIP/IEEE International Workshop on Distributed Systems: Operations & Management (DSOM'98), Newark*, Oktober 1998.

[DV 98] DFN-VEREIN: *Homepage des DFV-Vereins*, 1998. http://www.dfn.de.

[EDOC 99] *Proceedings of the 3rd International Enterprise Distributed Object Computing Workshop (EDOC '99), Mannheim, Germay*, September 1999.

[GHH+ 01] GARSCHHAMMER, M., R. HAUCK, H.-G. HEGERING, B. KEMPTER, M. LANGER, M. NERB, I. RADISIC, H. RÖLLE und H. SCHMIDT: *Towards generic Service Management Concepts — A Service Model Based Approach*. Mai 2001. Accepted for IM 2001.

[HAN 99] HEGERING, H.-G., S. ABECK und B. NEUMAIR: *Integrated Management of Networked Systems – Concepts, Architectures and their Operational Application*. Morgan Kaufmann Publishers, ISBN 1-55860-571-1, 1 Auflage, 1999.

[HeAb 94] HEGERING, H.-G. und S. ABECK: *Integrated Network and Systemmanagement*. Addison-Wesley, 1 Auflage, 1994, Reprint 1995.

[HeDr 99] HEGERING, H.-G. und G. DREO RODOSEK: *Aspekte des Dienst- und Customer Network Managements - Von der Komponenten- zur Dienstorientierung*. Proceedings Online Congress, 1999.

[Heg 98] HEGERING, H.-G.: *Dienstmanagement im Lichte der Liberalisierung*. Proceedings Online Congress, Düsseldorf, Februar 1998.

[HLN 01] HEGERING, H.-G., M. LANGER und M. NERB: *Kunde vs. Dienstleister: Die unterschiedlichen Sichten auf Dienstqualität und SLA-Management*. Proceedings Online Congress, Düsseldorf, 2001.

[HP] *Welcome to Hewlett-Packard*. http://www.hp.com.

[HP-OVUA 00] *Proceedings of the 7th Workshop of the OpenView University Association (OVUA'00)* Santorini, Greece, Juni 2000.

[HP-OVUA 97] *Proceedings of the 4th Workshop of the OpenView University Association (OVUA'97)* Madrid, April 1997.

[HP-OVUA 99] *Proceedings of the 6th Workshop of the OpenView University Association (OVUA'99)* Bologna, Italy, Juni 1999.

[II 92] ISO-IEC: *(ISO 10040) Information technology - Open Systems Interconnection - Systems management overview*, 1992.

[IM 97] LAZAR, A., R. SARACCO und R. STADLER (Herausgeber): *Integrated Network Management V (IM'97)*, San Diego, USA, Mai 1997. Chapman & Hall.

[IM 99] SLOMAN, M., S. MAZUMDAR und E. LUPO (Herausgeber): *Integrated Network Management VI (IM'99)*, Boston, MA, Mai 1999. IEEE Publishing.

[InfoVista] *InfoVista - Network Performance Reporting Analysis - Service Level Management / Agreements (SLM / SLA) Solutions*, 2000. http://www.infovista.com.

[ISCC 99] *Proceedings of the 4th IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC'99), Sharm El Sheikh, Red Sea, Egypt*, Juli 1999.

[ISO 10164-11] *Information Technology – Open Systems Interconnection – Systems Management – Part 11: Workload Monitoring Function*. DIS 10164-11, International Organization for Standardization and International Electrotechnical Committee, Februar 1992.

[ISO 10164-5] *Information Technology – Open Systems Interconnection – Systems Management – Part 5: Event Report Management Function*. IS 10164-5, International Organization for Standardization and International Electrotechnical Committee, 1993.

[ISO 10164-6] *Information Technology – Open Systems Interconnection – Systems Management – Part 6: Log Control Function*. IS 10164-6, International Organization for Standardization and International Electrotechnical Committee, 1993.

[ISO 10164-x] *Information Technology – Open Systems Interconnection – Systems Management – Management Functions*. IS 10164-x, International Organization for Standardization and International Electrotechnical Committee, 1991-97.

[ISO 10165] *Information Technology – Open Systems Interconnection – Structure of Management Information*. IS 10165-X, International Organization for Standardization and International Electrotechnical Committee.

[ISO 10165-2] *Information Technology – Open Systems Interconnection – Structure of Management Information – Part 2: Definition of Management Information*. IS 10165-2, International Organization for Standardization and International Electrotechnical Committee, 1992.

[ISO 10165-4] *Information Technology – Open Systems Interconnection – Structure of Management Information – Part 4: Guidelines for the Definition of Managed Objects*. IS 10165-4, International Organization for Standardization and International Electrotechnical Committee, 1992.

[ISO 10746-1] *Open Distributed Processing – Reference Model – Part 1: Overview*. DIS 10746-1, International Organization for Standardization and International Electrotechnical Committee, Juni 1995.

[ISO 10746-2] *Open Distributed Processing – Reference Model – Part 2: Foundations*. IS 10746-2, International Organization for Standardization and International Electrotechnical Committee, 1995.

[ISO 10746-3] *Open Distributed Processing – Reference Model – Part 3: Architecture*. IS 10746-3, International Organization for Standardization and International Electrotechnical Committee, 1995.

[ISO 10746-4] *Open Distributed Processing – Reference Model – Part 4: Architectural Semantics*. DIS 10746-4, International Organization for Standardization and International Electrotechnical Committee, 1995.

[ISO 13235] *Open Distributed Processing – ODP Trading Function*. DIS 13235, International Organization for Standardization and International Electrotechnical Committee, Juni 1995.

[ISO 7498-4] *Information Processing Systems – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Part 4: Management Framework*. IS 7498-4, International Organization for Standardization and International Electrotechnical Committee, 1989.

[ISO 9596-1] *Information Technology – Open Systems Interconnection – Common Management Information Protocol – Part 1: Specification*. IS 9596-1, International Organization for Standardization and International Electrotechnical Committee, 1991.

[ITIL] *Welcome To ITIL*. http://www.ccta.gov.uk/itil/.

[ITIL 94] *An Introduction*. IT Infrastructure Library, CCTA, HMSO, London, 1994.

[ITIL ITSO 93] *IT Service Organization*. IT Infrastructure Library, CCTA, 1993.

[ITU G.805] *Generic functional architecture of transport networks*. Recommendation G.805, International Telecommunication Union, November 1995.

[ITU M.3010] *Principles for a Telecommunications Management Network*. Recommendation M.3010, International Telecommunication Union, 1996.

[ITU M.3100] *Generic Network Information Model*. Recommendation M.3100, International Telecommunication Union, 1995.

[ITU Q.1202] *Intelligent Network - servive plane architecture*. Recommendation Q.1202, International Telecommunication Union, Oktober 1992.

[ITU-T X.641] ITU-T: *(X.641) SERIES X: DATA NETWORKS AND OPEN SYSTEM COMMUNICATIONS — OSI networking and system aspects - Quality of service*, Dezember 1997.

[ITU X.160] *Data Networks and Open System Communication — Architecture for customer network management service for public data networks*. ITU–T Recommendation, International Telecommunication Union, 1996.

[ITU X.161] *Data Networks and Open System Communication — Definition of customer network management services for public data networks*. ITU–T Recommendation, International Telecommunication Union, 1997.

[ITU X.162] *Data Networks and Open System Communication — Definition of management information for customer network management service for public data networks to be used with the CNMc interface*. ITU–T Recommendation, International Telecommunication Union, 1995.

[ITU X.163] *Data Networks and Open System Communication — Definition of management information for customer network management service for public data networks to be used with the CNMe interface*. ITU–T Recommendation, International Telecommunication Union, 1995.

[ITU X.703] *Open Distributed Management Architecture (ODMA)*. Recommendation X.703, International Telecommunication Union, Oktober 1997.

[ITU X.790] *Data Networks and Open System Communications — OSI Management: Trouble Management Function for ITU-T Applications*. Recommendation X.790, International Telecommunication Union, November 1995.

[Iyen 99] IYENGAR, S.: *Enterprise Modeling using UML, MOF and XMI, Model and Metamodel Management*. 3rd International Enterprise Distributed Object Computing Workshop (EDOC '99) Tutorial, September 1999.

[Kais 99] KAISER, T.: *Methodik zur Bestimmung der Verfügbarkeit von verteilten anwendungsorientierten Diensten*. Dissertation, Technische Universität München, Dezember 1999.

[Kell 98] KELLER, A.: *CORBA-basiertes Enterprise Management: Interoperabilität und Managementinstrumentierung verteilter kooperativer Managementsysteme in heterogener Umgebung*. Dissertation, Technische Universität München, Dezember 1998.

[LaNe 00a] LANGER, M. und M. NERB: *Online-ordering of end-to-end connectivity services over the internet*. In: [HP-OVUA 00].

[LaNe 00b] LANGER, M. und M. NERB: *Customer Service Management: An Information Model for Communication Services*. In: LINNHOFF-POPIEN, C. und H.-G. HEGERING [USM 2000].

[LaNe 99] LANGER, M. und M. NERB: *Defining a Trouble Report Format for the Seamless Integration of Problem Management into Customer Service Management*. In: [HP-OVUA 99].

[LaNe 99a] LANGER, M. und M. NERB: *An ODP Enterprise Specification of CUSTOMER SERVICE MANAGEMENT for connectivity services*. In: [EDOC 99].

[Lang 96] LANGER, M.: *Entwurf und Implementierung eines CMIP/SNMP Gateways*. Diplomarbeit, Technische Universität München, November 1996.

[Lewi 99] LEWIS, L.: *Service Level Management for Enterprise Networks*. Artech House, 1999.

[LLN 98] LANGER, M., S. LOIDL und M. NERB: *Customer Service Management: A More Transparent View To Your Subscribed Services*. In: SETHI, ADARSHPAL S. [DSOM 98].

[LLN 99] LANGER, M., S. LOIDL und M. NERB: *Customer Service Management: Towards a Management Information Base for an IP Connectivity Service*. In: [ISCC 99].

[LLN 00] LANGER, M., S. LOIDL und M. NERB: *Customer Network Management im B-WiN*. PIK - Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation, 23. Jahrgang, Heft 4/2000:199–205, Oktober 2000.

[LSY 97] LUPU, E., M. SLOMAN und N. YIALELIS: *Policy Based Roles for Distributed Systems Security*. In: [HP-OVUA 97].

[LuSl 97] LUPU, E. und M. SLOMAN: *Conflict Analysis for Management Policies*. In: LAZAR, A. et al. [IM 97].

[MNMSUA 00] MAYERL, C., Z. NOCHTA, M. MÜLLER, M. SCHAUER, A. UREMOVIC und S. ABECK: *Specification of a Service Management Architecture to Run Distributed and Networked Systems*. In: LINNHOFF-POPIEN, C. und H.-G. HEGERING [USM 2000].

[Nerb 01] NERB, M.: *Customer Service Management als Basis für interorganisationales Dienstmanagement*. Dissertation, Technische Universität München, 2001.

[NMF 501] *Customer To Service Provider Trouble Administration Business Agreement, Issue 1.0 (NMF 501)*. Technischer Bericht Network Management Forum, August 1996.

[NMF 503] *Service Provider To Customer Performance Reporting Business Agreement, Issue 1.0 (NMF 503)*. Technischer Bericht Network Management Forum, März 1997.

[NMF 504] *SMART Ordering: SP to SP Interface Business Agreement, Issue 1.00 (NMF 504)*. Technischer Bericht Network Management Forum, September 1997.

[NMF 601] *Customer To Service Provider Trouble Administration Information Agreement, Issue 1.0 (NMF 601)*. Technischer Bericht Network Management Forum, März 1997.

[OMG 00-06-15] *Event Service stand-alone document*. OMG Specification formal/00-06-15, Object Management Group, Juni 2000.

[OMG 00-06-20] *Notification Service stand-alone document*. OMG Specification formal/00-06-20, Object Management Group, Juni 2000.

[OMG 00-06-25] *Security Service v1.5 stand-alone document*. OMG Specification formal/00-06-25, Object Management Group, Juni 2000.

[OMG 97-02-08] *CORBAservices - Naming Service*. OMG Specification formal/97-02-08, Object Management Group, Februar 1997.

[OMG 98-08-01] *Use of UML for Designing OMG IDL Interfaces, RFP Discussion*. TC Document ad/98-08-01, Object Management Group, August 1998.

[OMG 98-10-05] *XMI Revised Submission to the SMIF RFP*. TC Document ad/98-10-05, Object Management Group, Oktober 1998.

[OMG 98-12-01] *CORBA 2.3 full specification*. OMG Specification formal/98-12-01, Object Management Group, Dezember 1998.

[OMG 99-09-04] *MOF 1.3 with change bars*. TC Document ad/99-09-04, Object Management Group, September 1999.

[OsB. 96] OSIER, J.M. und KEHOE B.: *Keeping Track - Managing Messages With GNATS*, Januar 1996. The GNU Problem Report Management System, Version 3.104.

[Remedy] *Homepage of Remedy Corporation*. http://www.remedy.com.

[RFC 1155] ROSE, M. T. und K. MCCLOGHRIE: *Structure and Identification of Management Information for TCP/IP based Internets (SMI)*. Request for Comments (Standard) RFC 1155, Internet Engineering Task Force, Mai 1990.

[RFC 1157] CASE, J. D., C. DARVIN, M. FEDOR und M. L. SCHOFFSTALL: *A Simple Network Management Protocol (SNMP)*. Request for Comments (Standard) RFC 1157, Internet Engineering Task Force, Mai 1990.

[RFC 1213] ROSE, M. T. und K. MCCLOGHRIE: *Management Information Base for Network Management of TCP/IP based Internets (MIB-II)*. Request for Comments (Standard) RFC 1213, Internet Engineering Task Force, März 1991.

[RFC 1297] JOHNSON, D.: *NOC Internal Integrated Trouble Ticket System Functional Specification Wishlist ("NOC TT REQUIREMENTS")*. Request for Comments (Standard) RFC 1297, Internet Engineering Task Force, Januar 1992.

[RFC 1483] HEINANEN, J.: *Multiprotocol Encapsulation over ATM Adaptation Layer 5*. Request for Comments (Standard) RFC 1483, Internet Engineering Task Force, Juli 1993.

[RFC 1757] WALDBUSSER, S.: *Remote Network Monitoring Management Information Base*. Request for Comments (Standard) RFC 1757, Internet Engineering Task Force, Februar 1995.

[RFC 1902] CASE, J., K. MCCLOGHRIE, M. ROSE und S. WALDBUSSER: *RFC 1902: Structure of Management Information for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2)*. Request for Comments, Internet Engineering Task Force, Januar 1996.

[RFC 1905] CASE, J., K. MCCLOGHRIE, M. ROSE und S. WALDBUSSER: *SNMPv2 Working Group RFC 1905: Protocol Operations for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2)*. Request for Comments, Internet Engineering Task Force, Januar 1996.

[RFC 1907] CASE, J., K. MCCLOGHRIE, M. ROSE und S. WALDBUSSER: *SNMPv2 Working Group RFC 1907: Management Information Base for Version 2 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv2)*. Request for Comments, Internet Engineering Task Force, Januar 1996.

[RFC 2021] WALDBUSSER, S.: *Remote Network Monitoring Management Information Base Version 2 using SMIv2*. Request for Comments (Standard) RFC 2021, Internet Engineering Task Force, Januar 1997.

[RFC 2233] MCCLOGHRIE, K. und F. KASTENHOLZ: *RFC 2233: The Interfaces Group MIB using SMIv2*. Request for Comments, Internet Engineering Task Force, November 1997.

[RFC 2571] WIJNEN, B., D. HARRINGTON und R. PRESUHN: *RFC 2571: An Architecture for Describing SNMP Management Frameworks*. Request for Comments, Internet Engineering Task Force, April 1999.

[RFC 2863] MCCLOGHRIE, K. und F. KASTENHOLZ: *RFC 2863: The Interfaces Group MIB*. Request for Comments, Internet Engineering Task Force, Juni 2000.

[RFC 2924] BROWNLEE, N. und A. BLOUNT: *RFC 2924: Accounting Attributes and Record Formats*. Request for Comments (Standard), Internet Engineering Task Force, September 2000.

[SCHM 00] SCHMIDT, H.: *Service Contracts based on Workflow Modeling*. In: AMBLER, A. et al. [DSOM 00].

[SPBG 00] SPRENKELS, R., A. PRAS, B.-J. BEIJNUM und L. GOEDE: *A Customer Service Management Architecture for the Internet*. In: AMBLER, A. et al. [DSOM 00].

[Stal 93] STALLINGS, W.: *SNMP, SNMPv2 and CMIP - The Practical Guide to Network-Management Standards*. Addison-Wesley, 1993.

[TINA BMRP 97] *TINA Business Model and Reference Points, Version 4.0*. TINA Baseline, TINA Consortium, Mai 1997.

[TINA EMC 94] *Engineering Modelling Concepts (DPE Architecture), Version 2.0*. TINA Baseline TB_NS_005_2.0_94, TINA Consortium, Dezember 1994.

[TINA IMC 95] *Information Modelling Concepts, Version 2.0*. TINA Baseline TB_EAC_001_1.2_94, TINA Consortium, April 1995.

[TINA MA 94] *Management Architecture*. TINA Baseline TB_GN.010_2.0_94, TINA Consortium, Dezember 1994.

[TINA NRA 97] *Network Resource Architecture Version 3.0*. TINA Baseline, TINA Consortium, Februar 1997.

[TINA NRIM 97] NATARAJAN, N., H. FLINCK und R.M. ROSLI: *Network Resource Information Model Specification, Version 3.0*. TINA Baseline NRIM_v3.0_97_12_17, TINA Consortium, Dezember 1997.

[TINA OVW 97] *Overall Concepts and Principles of TINA, Version 1*. TINA Baseline TP_MDC.018_1.0_94, TINA Consortium, Februar 1995.

[TINA SA 97] *Service Architecture*. TINA Baseline, TINA Consortium, Juni 1997.

[Tivoli] *Tivoli - Manage. Anything. Anywhere.*. http://www.tivoli.com.

[TMF TOM 99] *Telecom Operations Map*. Evaluation Version 1.1 GB910, TeleManagement Forum, April 1999.

[TMF TOM DET 99] *Network Management Detailed Operations Map*. Evaluation Version 1.0 GB908, TeleManagement Forum, März 1999.

[UML 97-8-5] *UML Notation Guide 1.1*. OMG Document ad/97-08-05, OMG, September 1997.

[USM 2000] LINNHOFF-POPIEN, C. und H.-G. HEGERING (Herausgeber): *Trends in Distributed Systems: Towards a Universal Service Market (USM'2000)*, München, Germany, September 2000. Springer-Verlag. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1890.

[W3C XML 98] *Extensible Markup Language (XML) 1.0*. W3C Recommendation REC-xml-19980210, World Wide Web Consortium, Februar 1998.

[Wies 95] WIES, R.: *Policies in Integrated Network and Systems Management: Methodologies for the Definition, Transformation, and Application of Management Policies.* Dissertation, Ludwig Maximilians Universität München, Juni 1995.

[XACCT] *XACCT Technologies Inc. - Intelligence to Right-Price IP Services.* http://www.xacct.com.

ABKÜRZUNGEN

A&A	Authentification and Authorization Service
AAL	ATM Adaptation Layer
ACID	Atomic, Consistency, Isolation, Durability
ADIF	Accounting Data Interchange Format
API	Application Programming Interface
ARS	Action Request System
ATM	Asynchronous Transfer Mode
AU	Accountable Unit
B-Lab	B-WiN Labor
B-WiN	Breitband-Wissenschaftsnetz
CASE	Computer Aided Software Engineering
CCITT	International Telegraph and Telephone Consultative Committee
CCTA	Central Computer and Telecommunication Agency
CDP	CISCO Discovery Protocol
CIF	Central Information Facility
CIM	Common Information Model
CMIP	Common Management Information Protocol
CMIS	Common Management Information Service
CNM	Customer Network Management
CORBA	Common Object Request Broker Architecture
CPU	Central Processing Unit
CSM	Customer Service Management
DFN	Deutsches Forschungsnetz
DM	Dienstmanagement
DNS	Domain Name System
DPE	Distributed Processing Environment
DV	Datenverarbeitung
EDI	Electronic Data Interchange

FCAPS	Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security
FHM	Fachhochschule München
FTP	File Transfer Protocol
G-WiN	Gigabit-Wissenschaftsnetz
GDMO	Guidelines for the Definition of Managed Objects
GIOP	General Inter-ORB Protocol
GRM	General Relationship Model
GUI	Graphical User Interface
HP	Hewlett Packard
HTML	Hypertext Markup Language
IAB	Internet Activity Board
ID	Identifikator
IDL	Interface Definition Language
IEC	International Electrotechnical Committee
IETF	Internet Engineering Task Force
IIOP	Internet Inter-ORB Protocol
IP	Internet Protocol
ISO	International Organization for Standardization
ISP	Internet Service Provider
IT	Information Technology
IT/O	IT/Operations
ITIL	IT Infrastructure Library
ITU	International Telecommunications Union
LAN	Local Area Network
LMU	Ludwig-Maximilians-Universität München
LRZ	Leibniz-Rechenzentrum
MA	Managementarchitektur
MAN	Metropolitan Area Network
Mgmt	Management
MIB	Management Information Base
MOF	Managed Object Format
MOF	Meta Object Facility
MPG	Max-Planck-Gesellschaft
MWN	Münchner Wissenschaftsnetz
N&D	Naming and Directory Service
NNM	Network Node Manager
NMF	Network Management Forum

NOC	Network Operation Center
OC	Optical Carrier
ODBC	Open Database Connectivity
ODMA	Open Distributed Management Architecture
ODP	Open Distributed Processing
OID	Object Identifier
OMA	Object Management Architecture
OMG	Object Management Group
OMT	Object Modeling Technique
OO	objekt-orientiert
ORB	Object Request Broker
Org	Organisation
OSI	Open Systems Interconnection
OV NNM	OpenView Network Node Manager
P2P	Punkt-zu-Punkt
PDU	Protocol Data Unit
POS	Packet over SONET
QoS	Quality of Service
RFC	Request For Comments
RM-ODP	Reference Model of Open Distributed Processing
RMON	Remote Monitoring MIB
RP	Referenzpunkt
SAP	Service Access Point
SCP	Secure Copy Protocol
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SLA	Service Level Agreement
SLS	Service Level Specification
SMART	Service Management Automation and Reengineering Team
SMDS	Switched Multi-Megabit Data Service
SMF	Systems Management Function
SMI	Structure of Management Information
SNMP	Simple Network Management Protocol
SNMPv1	Simple Network Management Protocol Version 1
SNMPv2	Simple Network Management Protocol Version 2
SONET	Synchronous Optical Network
SP	Service Provider
SQL	Simple Query Language

SSL	Secure Socket Layer
StP	Software through Pictures
TCP	Transmission Control Protocol
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
TEN	Trans European Network
TINA-C	TINA-Consortium
TINA	Telecommunication Information Networking Architecture
TMN	Telecommunications Management Network
TK	Telekommunikation
TMF	TeleManagement Forum
TOM	Telecom Operations Map
TR	Trouble Report
TT	Trouble Ticket
TUM	Technische Universität München
UDP	User Datagram Protocol
UML	Unified Modeling Language
VC	Virtual Channel
VP	Virtual Path
W3C	World Wide Web Consortium
WAN	Wide Area Network
WDM	Wavelength Division Multiplexing
WiN	Wissenschaftsnetz
WR	WiN-Router
WWW	World Wide Web
XMI	XML Metadata Interchange
XML	eXtensible Markup Language
ZR	Zentraler Router