INSTITUT FÜR INFORMATIK
DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Diplomarbeit

Entwurf und Realisierung einer flexiblen Kommunikationsschnittstelle zu einem bestehenden Trouble-Ticket-System

Sotiris Anastos

INSTITUT FÜR INFORMATIK
DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Diplomarbeit

Entwurf und Realisierung einer flexiblen Kommunikationsschnittstelle zu einem bestehenden Trouble-Ticket-System

Bearbeiter	: Sotiris Anastos
Aufgabensteller	: Prof. Dr. Heinz-Gerd Hegering
Betreuer	: Dr. Sebastian Abeck
	: Dr. Gabrijela Dreo
Abgabedatum	: 15. August 1995

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere, daß ich diese Diplomarbeit selbständig verfaßt und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

München, den 15. August 1995

....
(Unterschrift des Kandidaten)

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung **1**

1.1 Hintergrund und Aufgabenstellung 3

1.2 Überblick 4

I GRUNDLAGEN 7

2 Trouble-Ticket-Systeme **9**

2.1 Einleitung 9

2.2 Einsatz von Trouble-Ticket-Systemen im Fehlermanagement . . . 9

2.3 Teilaspekte des Fehlermanagements 11

2.3.1 Fehlererkennung (fault detection) 12

2.3.2 Fehlerdiagnose (fault diagnosis) 14

2.3.3 Fehlerbehebung (fault recovery) 14

2.4 Aufgabe von Trouble–Ticket–Systemen 15

2.5 Basisfunktionen eines TTS 15

3 Abläufe im Fehlermanagement **19**

3.1 Rollenverteilung 20

3.1.1 Endanwender 20

3.1.2 Bearbeiter 21

3.1.3 User Help Desks (UHDs) 21

3.2 Die Eskalationsebenen 21

3.3 Störungsmeldung und -behandlung 23

4 Fehlermanagement bei BMW **27**

4.1 CINEMA 27

4.2 Die Organisationsstruktur 28

4.3 Rechnerumgebungen 29

4.3.1 Großrechner 29

4.3.2 SNA (*Systems Network Architecture*) 30

4.3.3 Workstations und Personal Computer 31

4.4 Managementwerkzeuge 31

4.4.1 Managementplattformen 32

4.4.2 Das Verfügbarkeitsmodul 32

II DIE KOMMUNIKATIONSSCHNITTSTELLE **35**

5 Kommunikationsschnittstelle **37**

5.1 Anforderungen 39

5.2 Konzept der Kommunikationsschnittstelle 39

5.2.1 Aufgaben der Kommunikationsschnittstelle 40

5.2.2 Architekturansatz für eine Kommunikationsschnittstelle . . 41

5.3 Funktionalität der Kommunikationsschnittstelle 45

5.3.1 ATTG 45

5.3.2 UGTT 48

5.3.3 Notification Controlling 49

6 ATTG und City-Ruf **53**

6.1 Das Szenario 53

6.2 Die Netzmanagementsysteme 54

6.3 Das ATTG-Modul 55

6.3.1 Datenquellen für die TT-Generierung 56

6.3.2 Anlegen des TT's in die CINEMA-Datenbank 58

6.3.3 Die ATTG-Tabelle 58

6.4 Das CITY-RUF-Modul 61

6.5 ATTG über das Verfügbarkeitsmodul 66

7 Zusammenfassung und Ausblick **69**

7.1 Fazit 71

III Anhang **73**

A Abkürzungsverzeichnis **75**

Abbildungsverzeichnis **77**

Literaturverzeichnis **79**

Kapitel 1

Einleitung

Das Management von wissenschaftlichen und betriebswirtschaftlichen Netzen gestaltet sich umfangreich und komplex. Dies ist vor allem auf die Tatsache zurückzuführen, daß die Rechnernetze nicht "statisch" sondern "dynamisch" sind und sich in jeder Hinsicht ständig ändern. Insbesondere werden betriebswirtschaftliche Rechnernetze ständig weiter ausgebaut und gleichzeitig zunehmend heterogener. Die Netzbetreiber sind gezwungen sich an die ständigen Änderungen anzupassen und gleichzeitig stellt sich die Forderung das Netzmanagement bei all der Komplexität trotzdem übersichtlich und möglichst einfach zu halten.

Genauso verhält es sich auch für das Fehlermanagement, welches eines der funktionalen Bereiche des Netzmanagements darstellt ([ISO 7498-4], siehe Abbildung 1.1). Das Fehlermanagement hat als Ziel eine hohe Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit des betriebenen Netzes zu erreichen , um einen möglichst reibungslosen und einwandfreien Betrieb zu gewährleisten. Um dieses Ziel bestmöglichst zu erreichen, sind folgende Teilaufgaben zu erfüllen:

- Überwachung des Netzzustandes
- frühzeitige Erkennung von Fehlerzuständen im Netz. Dies kann erfolgen:
  - durch Endanwender
  - durch Alarme
- Fehlerdiagnose (Zuordnung von Fehlerzuständen zu Ursachen)
- Einleitung und Überprüfung von Fehlerbehebungsmaßnahmen
- Einrichten von *User Help Desks* ("Hotline" für Benutzer)

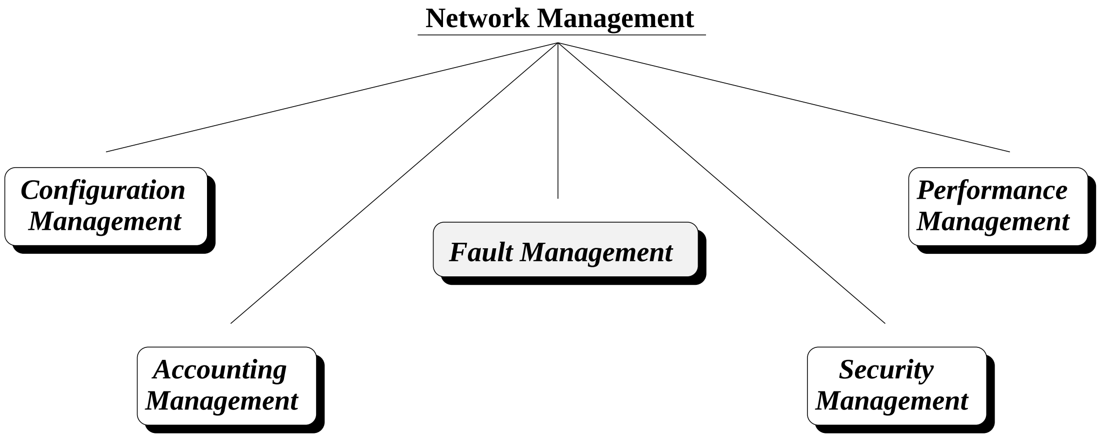

Abbildung 1.1: Fehlermanagement

Fehlerdokumentationssysteme (oder auch *Trouble-Ticket-Systeme*) haben sich als eine unerläßliche Hilfe für das Fehlermanagement erwiesen, die gleichzeitig auch als Koordinationssystem dienen. Damit werden Fehlerzustände erfaßt, diagnostiziert, bearbeitet und bishin zur Behebung in *Trouble-Tickets* dokumentiert und in einer Trouble-Ticket-Datenbank verwaltet. Jedoch sind die heutigen Fehlerdokumentationssysteme noch "unausgereift", weil sie noch keine rechnergestützte Fehlerdiagnose und -behebung umfassen. Aus diesem Grund werden rund um ein Fehlerdokumentationssystem Bearbeitergruppen gebildet und organisiert, welche sich mit der Fehlerdiagnose (Ursachenerkennung) und der Fehlerbehebung befassen um diesen Nachteil zu kompensieren.

Wie man sehen kann, liegt eine große Problematik beim Fehlermanagement in der Fehlerdiagnose. Die Erkennung der Ursachen von Fehlerzuständen ist zeitintensiv, wissensbasiert und personalaufwendig. Bemühungen die Fehlerdiagnose rechnergestützt zu gestalten erweisen sich als ein schwieriges und komplexes Unterfangen. Die Schwierigkeit besteht darin, sprachliche Fehler/Symptom-Beschreibungen mit Hilfe von geeigneten formalen Sprachen zu erfassen und abzubilden, Symptombeschreibungen, die dieselbe Ursache haben zu erkennen und zusammenzufassen (*Symptomkorrelation*). Nicht zu vergessen ist der Faktor Netz-Landschaft, welche ständigen Änderungen und Umstellungen unterworfen ist. Dabei kann eine Fehlerausbreitung horizontal *(systemübergreifend)* oder vertikal *(schichtenübergreifend)* erfolgen.

1.1 Hintergrund und Aufgabenstellung

Diese Arbeit ist im Rahmen der Zusammenarbeit mit der Betreiberorganisation der BMW-AG entstanden. Dieser Arbeit ging eine Evaluierung von kommerziellen Trouble-Ticket-Systemen mit der CINEMA-Fehlerdokumentation (eine Datenbankapplikation, die unter anderem als Fehlerdokumentation dient; mehr zu CINEMA in Kapitel 4) voran (in der Arbeit [Bert95] ist dies behandelt worden), wobei festgestellt wurde, daß für das BMW-Netz-Szenario die meisten Trouble-Ticket-Systeme keine wesentlichen Vorteile gegenüber CINEMA aufweisen. CINEMA wird daher in einem absehbaren Zeitraum nicht ersetzt werden und weiterhin für das Trouble-Ticketing eingesetzt werden.

Dazu sind aber Erweiterungen von CINEMA notwendig, um den neu auftretenden Anforderungen der BMW-AG zu entsprechen. So soll es dem Anwender künftig ermöglicht werden, CINEMA auf direktem Wege über **W**orld **W**ide **W**eb oder **Office Vision** (findet seinen Einsatz in der Bürokommunikation) anzusprechen. Auf diese Art und Weise soll der Anwender ohne Unterstützung des CINEMA-Teams zum einen eine Anfrage oder Meldung an das System absetzen, zum anderen den Bearbeitungsstatus seines Problems unbürokratisch erfragen können.

Eine weitere Erweiterung hat als Ziel die automatische Generierung von Trouble-Tickets aus Alarmen der Netzmanagementsysteme, um im Fall von schwerwiegenden Ausfällen in der Netzwerk-Landschaft frühzeitig zu erkennen und automatisch ein Trouble-Ticket anzulegen, so daß auch frühzeitig die zuständigen Bearbeiter alarmiert werden und Behebungsmaßnahmen sofort eingeleitet werden. Eine weitere Anforderung in diesem Zusammenhang ist, die Bearbeiter in solchen Fällen über *City-Ruf* zu alarmieren (gleichfalls automatisiert, sobald schwerwiegender Alarm registriert wird).

Zuasammenfassend soll also die Kommunikationsschnittstelle insgesamt folgende Funktionserweiterungen der CINEMA-Fehlerdokumentation erbringen:

- Die **Kundenschnittstellen verbessern**. Diese Anforderung hat sich aus der Tatsache ergeben, daß die Kunden Störungen bisher ausschließlich telefonisch melden können. Weiterhin ist es dem Kunden nicht möglich, selber "aktiv" Statusabfragen machen zu können, und telefonische Rückmeldungen an den Kunden über die Behebung einer Störung sind in der Regel selten (Inhalt der Arbeit [Weic95]).

- **Anbindung der Managementplattformen** an CINEMA. Der Hintergrund dieser Anforderung ist, schwerwiegende Störungen und Ausfälle frühzeitig zu erkennen und sofort automatische Maßnahmen durchzuführen. Solche Maßnahmen sind z.B., schwerwiegende Störungen aus Alarmen zu erkennen, *automatisch ein Trouble Ticket anzulegen* und gleichzeitig die in Bereitschaft stehenden Mitarbeiter durch *City-Ruf* zu benachrichtigen (Inhalt dieser Arbeit).

Mit dem Begriff *"CINEMA-Kommunikationsschnittstelle"* ist also sowohl die Schnittstelle zum Endanwender als auch zu den Managementplattformen (SPECTRUM, NetView/Host, NetView/6000) hin definiert. Dabei ist festzustellen, inwieweit sich die ganzen Schnittstellen zu einem einzigen *"Kommunikationsmodul"* mit einheitlicher SQL-Schnittstelle zu CINEMA hin vereinheitlichen lassen.

1.2 Überblick

Der Inhalt dieser Arbeit ist in zwei Teile gegliedert, GRUNDLAGEN und DIE KOMMUNIKATIONSSCHNITTSTELLE. Im ersten Teil werden Trouble-Ticket-Systeme und deren Funktionalität sowie der Einsatz im Rahmen des Fehlermanagements beschrieben. Im Anschluß darauf werden die Abläufe und die Rollenverteilung im Fehlermanagement erklärt. Im weiteren Verlauf wird dann das aktuelle Fehlermanagement bei der BMW-AG vorgestellt.

Die einzelnen Kapitel des ersten Teils sind:

> *Kapitel 2* bietet eine Einführung in Trouble-Ticket-Systeme, deren Funktionalität anhand der Teilaspekte des Fehlermanagements erklärt wird.
>
> *Kapitel 3* behandelt Abläufe und die Rollenverteilung im Fehlermanagement. Unter anderem wird auf die Trouble-Ticket-Zustände eingegangen.
>
> *Kapitel 4* beschreibt das Fehlermanagement bei der BMW-AG. Es werden die verschiedenen Rechnerumgebungen vorgestellt, die die heterogene Rechner-Landschaft bei BMW umfaßt. Anschließend wird CINEMA vorgestellt, welches unter anderem für die Fehlerdokumentation verwendet wird. Zum Schluß werden die eingesetzen Netzmanagementsysteme vorgestellt.

Die Kapitel des zweiten Teils sind:

> In *Kapitel 5* wird allgemein das Konzept der Kommunikationsschnittstelle gegeben, und an diesem Konzept werden dann auch die Zusammenhänge, die zwischen den zwei Arbeiten bestehen, erläutert.
>
> In *Kapitel 6* wird konkret auf die ATTG (automatische Trouble-Ticket Generierung) und den City-Ruf eingegangen. Notwendige Abläufe und Datenquellen, sowie Klassifizierungen von Alarmen werden erklärt.

Teil I

GRUNDLAGEN

Kapitel 2

Trouble-Ticket-Systeme

2.1 Einleitung

Durch die zunehmende Komplexität von Kommunikationsnetzen und -diensten wird der Prozeß der Fehlerlokalisierung und -behebung zu einem schwierigen und zeitintensivem Unterfangen. Hinzu kommt, daß die *Heterogenität* von Kommunikationsnetzen und -diensten dazu führt, daß komplexere Fehler nur durch Personen mit hochspezialisiertem Wissen lokalisiert und behoben werden können. Da die Lösung eines Problems meistens die Zusammenarbeit mehrerer Experten verlangt, bedarf es einer guten *Koordination* und *Kooperation*.

2.2 Einsatz von Trouble-Ticket-Systemen im Fehlermanagement

Das Netzmanagement wird immer komplexer und anspruchsvoller bei ständig wachsenden und weiter ausgebauten betrieblichen Rechnernetzen. Gleichzeitig werden solche stetig expandierenden Netze zunehmend *heterogener*. Somit gestaltet sich das Management von heutigen Rechnernetzen äußerst aufwendig und vielseitig.

Deshalb ist es gerade beim *Fehlermanagement* unerläßlich auf zuverlässige Werkzeuge zurückgreifen zu können um einen möglichst reibungslosen und einwandfreien Betrieb des Netzwerkes zu gewährleisten. Hier finden die sogenannten *Trouble-Ticket-Systeme* ihren Einsatz, die in den letzten Jahren eingeführt worden sind und eine erhebliche Hilfeleistung beim Fehlermanagement erbringen.

Grundprinzip eines Trouble-Ticket-Systems ist die Protokollierung von Fehlerfällen und deren Behebung in sogenannten Trouble-Tickets, die in einer Datenbank verwaltet werden. Außerdem bieten Trouble-Ticket-Systeme eine erhebliche Unterstützung bei der Fehlerbearbeitung bzgl. Koordination und Kooperation innerhalb der Netz-Betreiberorganisation.

Folgende Anforderungen sind an Trouble-Ticket-Systeme gestellt:

- Erfassung und Dokumentation von gemeldeten Störungen in Trouble-Tickets. Melder können dabei Endanwender oder Netzüberwachungswerkzeuge (wie z.B. Netzmanagement-Plattformen) sein.

- Abfrage von Trouble-Ticket-Zuordnungen und Erreichbarkeit dieser zuständigen Bearbeiter muß jederzeit bereitgestellt sein.

- Kommunikations- und Benachrichtigungsmechanismen bereitstellen, um die Fehlerbearbeitung unter den Bearbeitern zu koordinieren.

- Protokollierung der erfolgten Behebungsmaßnahmen während des gesamten Fehlerbehebungsprozesses mit zeitlicher Angabe.

Durch statistische Auswertungen der dokumentierten Fehlerfälle können Aussagen über die Qualität der erbrachten Dienste, sowie über die Verfügbarkeit von Netzkomponenten gemacht werden.

Die aktuellen kommerziellen Trouble-Ticket-Systeme eignen sich sehr gut für die Dokumentation von Netz-und Software-Fehlern. Hinsichtlich der Unterstützung der Fehlerdiagnose und der Koordinierung von Fehlerbehebungsmaßnahmen ergeben sich folgende Forschungsschwerpunkte:

- Korrelation von Trouble-Tickets:
  Ziel der Korrelation ist das Erkennen von Trouble-Tickets, die auf dieselbe Fehlerursache hindeuten. Dadurch kann verhindert werden, daß ein Problem, zu dem mehrere Trouble-Tickets existieren, mehrfach bearbeitet wird.

- Bereitstellung von Problemlösungswissen:
  Bei der Bearbeitung eines Fehlerfalls werden rechnergestützt Diagnose- und Fehlerbehebungsmaßnahmen vorgeschlagen, die in einem früheren ähnlichen, bereits gelösten Fall angewandt wurden.

- Anwendung von Methoden und Techniken aus dem Bereich *Computer Supported Cooperative Work* (CSCW). Hier ist insbesondere das *Task Management* zu nennen, das die Koordinierung von Diagnose- und Fehlebehebungsprozeduren maßgeblich verbessert.

Im Verlaufe des Kapitels werden die Teilaspekte des Fehlermanagements behandelt aus denen sich die notwendigen Abläufe in einem Trouble-Ticket-System herauskristallisiert haben. Anschließend werden Aufgaben, Funktionalität und Architektur eines Trouble-Ticket-Systems besprochen.

2.3 Teilaspekte des Fehlermanagements

In den nächsten drei Unterkapiteln sollen nun die Teilaspekte des Fehlermanagements beschrieben werden, nach denen die Funktionsweise eines Trouble-Ticket-Systems ausgerichtet ist.

Folgende drei Phasen (Teilaspekte) des Fehlermanagement's sind zu unterscheiden:

- Fehlererkennung *(fault detection)*
- Fehlerdiagnose *(fault diagnosis)*
- Fehlerbehebung *(fault recovery)*

Alle Aktionen und Abläufe von der Problemerkennung bis zur Dokumentation und Abschließung einer Störung, sind als fließend und durchgängig, ohne irgendwelche notwendigen Abgrenzungen zu betrachten. Jeder Bearbeitungsschritt wird dabei im Trouble-Ticket mit Zeitangabe mitprotokolliert und dokumentiert (siehe Abbildung 2.1).

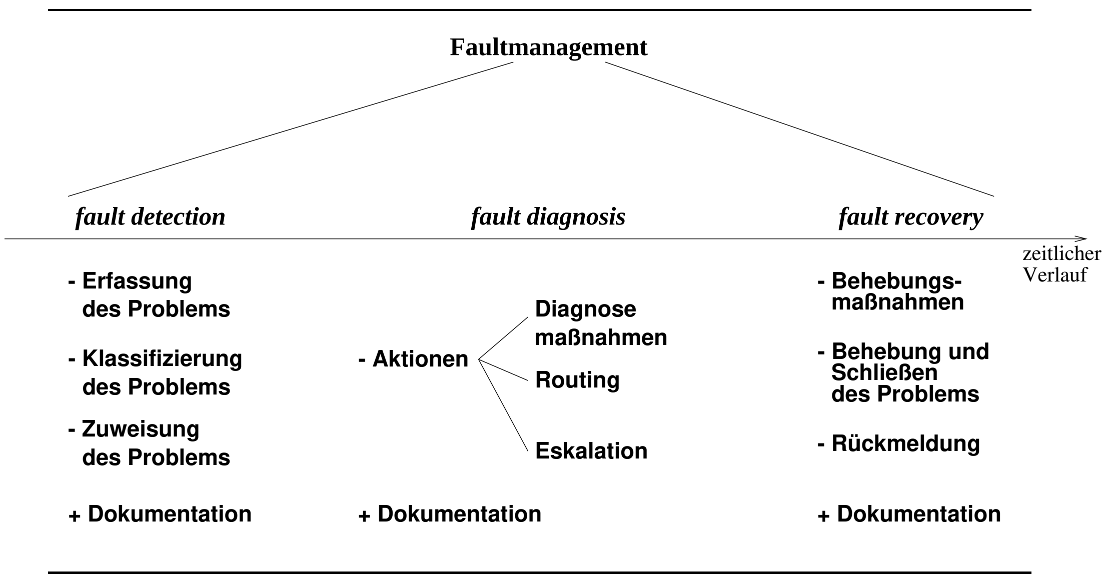

Abbildung 2.1: Phasen des Faultmanagements

2.3.1 Fehlererkennung (fault detection)

Die Fehlererkennung hat es als Aufgabe Fehler und Problemzustände frühzeitig zu erkennen und zu erfassen. Außerdem ist eine erste Klassifizierung des Problems vorzunehmen, um das Problem einer Abteilung bzw. einem Bearbeiter/Experten zuzuweisen. Schließlich ist dann dieser Bearbeiter/Experte durch ein geeignetes Benachrichtigungswerkzeug zu informieren. Insgesamt werden bei der Fehlererkennungsphase also folgende Aktionen durchgeführt:

- Erfassung des Problems
- Klassifizierung des Problems
- Zuweisung des Problems
- Benachrichtigung des zuständigen Bearbeiters (*Notification*)

Die Fehlererkennung erfolgt für gewöhnlich über einen betroffenen Benutzer oder Administrator. Eine andere Möglichkeit einen Fehler zu erkennen, ist über die erzeugten Fehlermeldungen einer *Managementplattform*.

Wir unterscheiden also folgende drei Bezugsquellen für die Fehlererkennung:

- Endbenutzer (user)
- Administrator
- Managementplattform

Normalerweise erfolgen Problemmeldungen über Endbenutzer, die von Bearbeitern entgegengenommen und bearbeitet werden. Der aktuelle Trend geht dahin, zusätzlich Fehlermeldungen (Alerts) aus Managementplattformen als Quelle für die Fehlererkennung hinzuzuziehen. Dabei sind Problemmeldungen durch Endbenutzer von Problemmeldungen durch Fehlermeldungen aus Managementplattformen grundsätzlich zu unterscheiden:

Problemmeldungen durch Endbenutzer: Ein Endbenutzer, der ein Problem meldet, ist normalerweise mit einer ihm nicht bekannten Fehlersituation konfrontiert, so daß er lediglich nur *dienstorientierte Symptome* (z.B. "FTP geht nicht") angeben kann und nicht die eigentliche Ursache des Problems. Aus diesem Grunde werden Probleme erst einmal zentral von einer zentralen Störungsannahme entgegen genommen, um diese erstmalig zu klassifizieren und einer zuständigen Bearbeitergruppe zuzuweisen. Diese "Suche" nach dem eigentlichen Fehler ist sehr zeitintensiv und dehnt sich über die Fehlererkennungs- in die Fehlerdiagnose-Phase hinaus.

Problemmeldungen durch Managementplattformen: Störungen, die von Managementplattformen gemeldet werden, sind *komponentenorientierte Symptombeschreibungen*. In gewissen Fällen sind es sogar "echte" tatsächliche Fehlerzustände, die von den Managementplattformen gemeldet werden, die die Fehlerursache zu vielen anderen Endbenutzer-Störungsmeldungen sind (z.B. Alarmmeldung "Node down"). In jedem Fall aber kann die Alarmmeldung sofort klassifiziert werden und der Bearbeiter, der das Problem zugewiesen bekommt, kann sich sofort mit Behebungsmaßnahmen beschäftigen.

Durch diese Gegenüberstellung ist die Problematik der Fehlererkennung gezeigt worden: Der Ursprung eines Fehlerzustandes wird zeitlich, im Rahmen des Fehlermanagement's, verzögert und spät erkannt. Mit der Anbindung von Managementplattformen an ein Trouble-Ticket-System, können ein Teil der Fehlerzustand-Ursachen durch die Auswertung von Alarmen, frühzeitig erkannt und erfaßt werden.

2.3.2 Fehlerdiagnose (fault diagnosis)

Die Fehlerdiagnose erfolgt durch Bearbeiter die über fundiertes Wissen verfügen. Falls nötig kann die Fehlerdiagnose durch weitere "Spezialisten" (die dann über Expertenwissen verfügen; siehe auch Abschnitt 3.1.3: User Help Desks) erfolgen, an die das entsprechende Problem dann weitergeleitet wird. Wie man erkennen kann, ist eine Fehlerdiagnose zeitaufwendig (und somit *"teuer"*), da sie personen- und wissensabhängig ist. Es werden daher Bestrebungen verfolgt, durch Zugriff auf Problemlösungswissen (Auswertung abgeschlossener Trouble-Tickets aus der TT-Datenbank), die Fehlerdiagnose zu unterstützen, also daß Trouble-Ticket-Systeme dann in der Lage sind die Bearbeiter bei der Fehlerdiagnose maßgebend weiterhelfen und Behebungsvorschläge liefern. Hierzu werden folgende zwei Ansätze verfolgt:

- *Rule Based Reasoning* (RBR), regelbasierendes Schließen: Sobald ein Trouble-Ticket angelegt wird, wird ein Satz von Regeln über die Trouble-Ticket-Informationen laufen gelassen und angewendet, wo die Regeln zutreffen. Damit wird eine Abfolge von Aktionen durch diese Regeln ausgelöst (z.B. Testprogramm laufen lassen, Datenbank abfragen) um mit den Ergebnissen eine Lösung vorzuschlagen [GoLa91]. Die Nachteile dieses Ansatzes sind:
  - Anwendung von formalen Regeln auf sprachliche Beschreibungskonstrukte ist schwierig
  - Hoher Pflegeaufwand der Regel-Bank bei dynamischen, sich ständig ändernden und wachsenden Netzen
- *Case Based Reasoning* (CBR), fallbasierendes Schließen: Die Grundidee des fallbasierenden Schließens besteht darin, aktuelle Probleme, mit Hilfe von ähnlichen ehemaligen Problembehebungsfällen zu vergleichen und anzupassen. Die TT-Datenbank stellt damit eine "Fall-Datenbank" dar, aus welcher hilfreiche Trouble-Tickets für die Bearbeitung eines aktuellen Trouble-Ticket's zu finden sind. Die Schwierigkeit bei diesem Ansatz ist die Festlegung von relevanten Vergleichskriterien und die Definition von Methoden mit denen man eine alte Problemlösung für die Behebung eines aktuellen Problems anpassen kann. Ein möglicher Ansatzpunkt hierfür sind die *Master Tickets* [DrVa95].

2.3.3 Fehlerbehebung (fault recovery)

Die Fehlerbehebung umfaßt nebst den Behebungstätigkeiten die zeitliche Protokollierung aller ausgeführten Aktionen und Maßnahmen, die zur Behebung eines Problems beigetragen haben. Solche dokumentierte abgeschloßene Probleme können zu einem späteren Zeitpunkt ausgewertet werden oder als Nachweis für bestimmte Aktionen dienen. So können z.B. durchschnittliche Zeitspannen für die Behebung von bestimmten Problemen berechnet (MTTR: *Mean Time To Repair*), oder statistische Auswertungen vorgenommen werden. Darüber hinaus besteht natürlich die Möglichkeit der Wiederverwendung eines dokumentierten Problems für wieder auftretende oder ähnliche Problemfälle.

Nicht zu vergessen ist, daß beim Abschließen eines Problems bis dahin betroffene Endanwender durch geeignete Benachrichtigungswege und Werkzeuge (Telefon, E-Mail, FAX, ...) informiert werden.

2.4 Aufgabe von Trouble–Ticket–Systemen

Trouble-Ticket-Systeme finden ihren Einsatz im Fehlermanagement und sind ein Werkzeug, daß der systematischen Erfassung, Auswertung und Dokumentation aller fehlerbehebenden Aktionen von Problemfällen dient. Mit anderen Worten also, ist ein Trouble-Ticket-System ein *Fehlerdokumentationssystem*. Darüber hinaus bedarf es für den sinnvollen und effektiven Einsatz eines Trouble-Ticket-Systems der Kommunikation, Kooperation und Koordination der Teilhaber und Benutzer eines Fehlerdokumentationssystems (siehe Kapitel 3). Wir betrachten zunächst einmal die Grundfunktionalität eines Trouble–Ticket–Systems.

2.5 Grundfunktionalität eines Trouble–Ticket–Systems

Rudimentäre Funktionen eines Trouble–Ticket–Systems sind:

- Anlegen eines Trouble–Tickets:
  entspricht im wesentlichen der Erfassung eines Problems. Hierbei werden Daten -die das Problem genau umschreiben- in vorgegebenen Eingabemasken (*Templates*) eingegeben. Solche Daten sind z.B. Datum, Uhrzeit, Lokalisation, Problembeschreibung.

- Bearbeiten eines Trouble–Tickets:
  entspricht der Dokumentation von Aktionen und Maßnahmen (mit Zeitstempel), die ausgeführt worden sind um das Problem zu beheben.

- Auslesen eines Trouble–Tickets:
  Beim Auslesen von Trouble-Tickets sollten natürlich Stichwortsuchen möglich sein, wie z.B. Suche nach TTs mit einem bestimmten Schlüsselwort im

Problembeschreibungs-Feld oder TTs die zu einen ganz bestimmten Zeitraum angelegt worden sind.

- Ausführung von bestimmten Standard-Prozeduren:
  Gewisse Abläufe im Fehlermanagement werden dadurch unterstützt (hauptsächlich Benachrichtigungsabläufe zu festgelegten Zeitpunkten bzw. Ereignisen). Solche Standard-Prozeduren sind z.B.:
  - Benachrichtigung des zuständigen Bearbeiters, sobald ein neues Trouble-Ticket angelegt worden ist
  - Benachrichtigung des zuständigen Bearbeiters, bei der Weiterleitung (*Routing*) eines Trouble-Ticket's
  - Benachrichtigung des Melders, sobald ein Problem behoben worden ist (bei Abschließen eines Trouble-Ticket's)

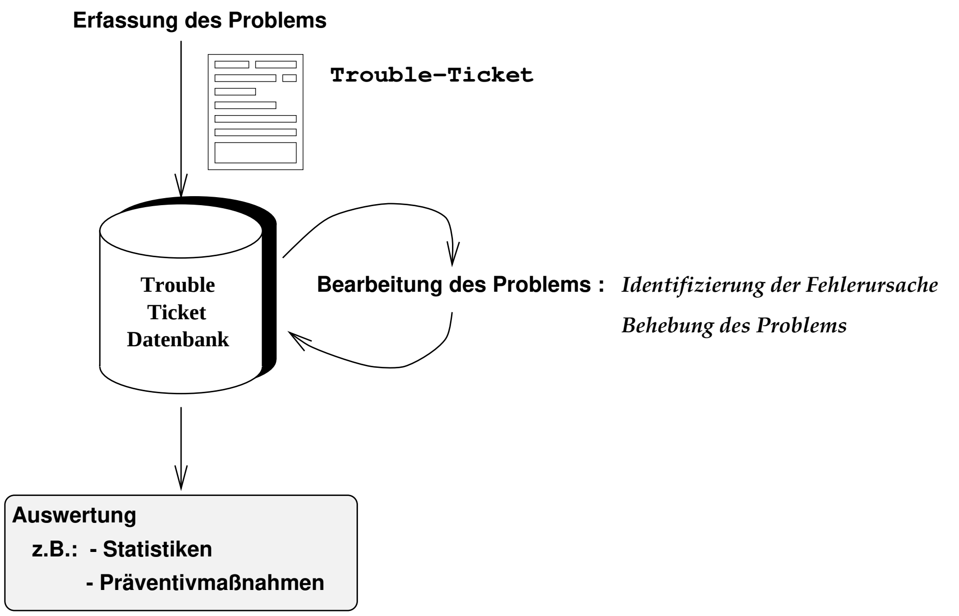

Abbildung 2.2: Fehlermanagement mit Hilfe eines Trouble-Ticket-Systems

Desweiteren sollte ein Trouble–Ticket–System folgende Eigenschaften aufweisen:

- Möglichkeit der Definition verschiedenartiger Eingabemasken (*Templates*) zu verschiedenen Störungsmeldungsarten (z.B. verschiedene Trouble-Ticket-

Eingabemasken zu den unterschiedlichen Störungsarten "Gerätestörung", "allgemeines Netzproblem")

- Unterstützung einer (hohen) angemessenen TTS-Benutzeranzahl
- gute *Performance* bzgl. Bearbeitungs- und Antwortzeiten
- hohe Verfügbarkeit (Stabilität des TT-Systems muß gewährleistet sein)

Kapitel 3

Abläufe im Fehlermanagement

Ein Fehlerdokumentationssystem allein macht noch kein Fehlermanagement. Es gehört vielmehr einer guten Organisationsstruktur, die um ein Trouble-Ticket-System aufgebaut ist, sowie weiterer Netzüberwachungs- und Auswertungs-Werkzeuge, wie z.B Managementplattformen, um der Vielzahl und Vielfältigkeit der Störungen und Ausfälle in einem Netzbetrieb Herr zu werden, um möglichst effiziente Behebungsabläufe zu gewährleisten. Es gilt also die *Kooperation*, *Koordination* und *Kommunikation* im Rahmen des Fehlermanagements zu unterstützen und zu optimieren.

Genau aus diesem Grund sind auch die Trouble-Ticket-Systeme dementsprechend konzipiert, um in bestehende Netzbetreiberorganisationen eingebettet zu werden und die Fehlerbearbeitungsprozeduren und -abläufe zu unterstützen. Diese sind:

- Weiterleitung eines Trouble-Ticket's an einen anderen Bearbeiter. Dazu gehört die Benachrichtigung des neuen Bearbeiters über dieses neue ihm zugewiesene Trouble-Ticket.

- Zeitliche Protokollierung aller durchgeführten Behebungsmaßnahmen während des gesamten Fehlerbehebungsprozesses.

3.1 Rollenverteilung

Im Fehlermanagement stehen sich zwei Fronten gegenüber. Die der (zahlenmäßig überlegenen) *Anwender*, die mit zahlreichen und verschiedenen Problemen aufkommen und die der *Bearbeiter*, die diese Probleme in angemessener Zeit zu beheben haben. Die Situation ist offensichtlich: Die Bearbeiter müssen sich strategisch organisieren um dem stetigen Angriff der Anwender mit ihren Problemen standzuhalten.

Es werden die Melder- und Bearbeiter-Rollen unterschieden. Melder können sein:

- **Endanwender:**
  - Benutzer
  - lokale Administratoren (sogenannte Vor-Ort-Betreuer)
- **Netzmanagement-Werkzeuge:**
  - Management-Plattformen
  - Element-Managementsysteme
  - sonstige Netzüberwachungswerkzeuge

Die Bearbeiter sind in Abteilungen/Gruppen zusammengefaßt, die sich jeweils einem bestimmten Aufgabenbereich widmen (UHDs). Bestimmte Bearbeiter verfügen über hochspezialisiertem Wissen, die dann als Experten bezeichnet werden und als logische "Bearbeiter-Einheiten" betrachtet werden (siehe Eskalationsebene 2 weiter unten).

3.1.1 Endanwender

Der Anwender meldet Störungen, indem er meistens Symptome angibt und erwartet, daß es in einem gewissen Zeitraum behoben wird. Der Anwender erfährt die *Problemnummer*, unter der sein Trouble-Ticket bearbeitet wird und bekommt zugeteilt, welcher Bearbeiter gerade das Trouble-Ticket bearbeitet und somit wer sich gerade mit seinem Problem befaßt. Ganz zum Schluß wird ihm das erfolgreiche Beheben des Problems mitgeteilt (Rückmeldung).

3.1.2 Bearbeiter

Der Bearbeiter bekommt bestimmte Probleme, in Form von Trouble-Tickets, zugewiesen. Dies kann erfolgen wenn ein neues Trouble-Ticket angelegt und ihm zugewiesen wurde, oder wenn ein bereits in Bearbeitung befindliches Trouble-Ticket an ihn weitergeleitet ("geroutet") wurde. Aktionen und Behebungsmaßnahmen, die der Bearbeiter für die Behebung des Problems durchführt, protokolliert er im Trouble-Ticket mit (+Zeitstempel).

3.1.3 User Help Desks (UHDs)

User Help Desks (UHDs) sind organisierte Bearbeitergruppen, die auf einen bestimmten Produkt- bzw. Anwendungsbereich spezialisiert sind und folgende Aufgaben erfüllen:

- Bearbeitung von ihnen zugeteilten Störungsmeldungen (Trouble-Tickets)
- Konfigurations- und Changemanagement

3.2 Die Eskalationsebenen

Netzbetreiber organisieren ihr TT-Bearbeitungspersonal für gewöhnlich in drei logische Ebenen (Eskalationsebenen) (siehe Abbildung 3.1). Die erste (Ebene 0) umfaßt eine Bearbeitergruppe, die als *Zentrale Störungsannahme* (ZSA) bezeichnet wird. Hier werden Problemmeldungen erstmals entgegengenommen und bearbeitet. Falls ein Problem nicht behoben werden kann, wird es einer Bearbeitergruppe (üblicherweise UHD) der Ebene 1 zugewiesen und an diese weitergeleitet ("geroutet"), womit auch die Zuständigkeit über die Bearbeitung des Problem weitergegeben wird. Kann das Problem auch hier nicht behoben werden, wird es an einen Experten der Eskalationsebene 2 weitergeleitet.

An dieser Stelle sollen die Begriffe *Eskalation* und *Routing* erläutert werden. In [Prob95] werden sie folgendermaßen definiert:

Routing:
Das Routing stellt den "Normalfall" der Zuweisung von Problemen an die passende Person oder Gruppe dar, wenn die Diagnose oder Behebung durch den aktuellen Bearbeiter nicht möglich ist. Dabei wird auch die Verantwortlichkeit für ein bestehendes Problem übertragen.

Eskalation:
Eine Eskalation stellt neben dem Routing auch die Behandlung unerwünschter Situationen dar und wird durch ein Modell mit mehreren Eskalationsebenen (oder auch *Levels*), beschrieben.

Man kann die drei Eskalationsebenen folgendermaßen anschaulich erklären:

- *Eskalationsebene 0*:
  Die Zentrale Störungs-Annahme (*ZSA*). Anlaufstelle für die Anwender, um ihr Problem (telefonisch) zu melden. Diese Bearbeitergruppe erfüllt folgende zwei Aufgaben:

  - Behebung einfacher "trivialer" Störungen (häufig auftretende, bekannte Störungen)
  - Klassifizierung und Weiterleitung von "nicht-trivialen" Störungen an zuständige Level-2-Bearbeitergruppe (UHD).

  Die Zentrale Störungsannahme behebt also einfache Störungen und "vermittelt" die schwierigen an die richtige Level-2-Bearbeitergruppe. Die Bearbeiter der Zentralen Störungsannahme verfügen also über ein allgemeines Wissen. Die Bearbeitungszeiten werden bei der Zentralen Störungsannahme sehr klein gehalten (2-3 Minuten).

- *Eskalationsebene 1*:
  Die User Help Desks (*UHDs*). Hier landen die Störungsmeldungen, die von der Zentralen Störungsannahme nicht behoben werden konnten. Die Bearbeiter die sich dann mit den Störungen befassen, verfügen über ein fundiertes Wissen in ihrem Aufgabenbereich. Stellt sich eine Störung als äußerst schwierig zu beheben, wird sie an einen Experten der Eskalationsebene 2 weitergeroutet.

- *Eskalationsebene 2*:
  Die Experten. Diese Bearbeiter sind normalerweise anderen Aufgaben verpflichtet, verfügen aber über Expertenwissen bzgl. eines Produktes oder einer Anwendung. Diese werden auch nur im äußersten Fall hinzugezogen, sozusagen als "letzte Instanz", falls eine Störung von der Eskalationsebene 2 nicht behoben werden konnte.

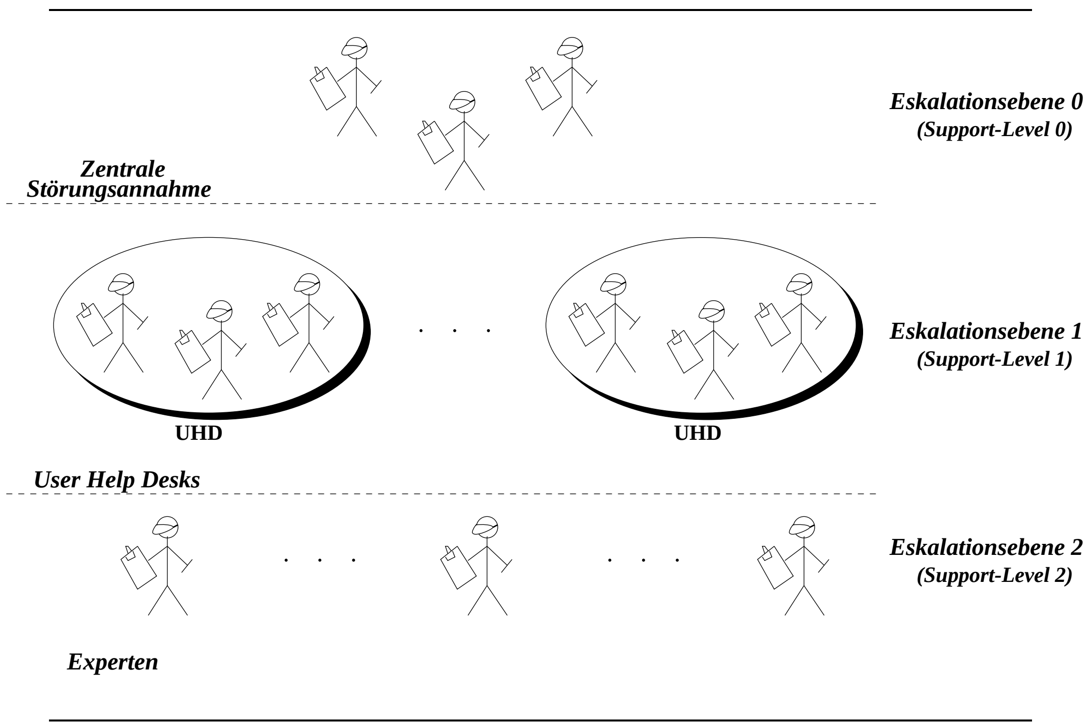

Abbildung 3.1: Die drei Eskalationsebenen

3.3 Störungsmeldung und -behandlung

Der Anwender kann seine Störung auf folgende Arten melden:

- telefonisch
- rechnergestützt (z.B. E-Mail)

In jedem Fall werden die Störungsmeldungen von der Zentralen Störungsannahme entgegengenommen. Angelegte Trouble-Tickets sind, je nach vordefinierten Ereignisen, ständigen Zustandsänderungen unterworfen. In [CCITT D565/5] werden sechs verschiedene Trouble-Ticket-Zustände unterschieden (siehe auch Abbildung 3.2):

- *queued*:
  Ein Trouble-Ticket wurde angelegt, wird aber noch nicht bearbeitet (es ist noch keinem zuständigen Bearbeiter zugewiesen worden).

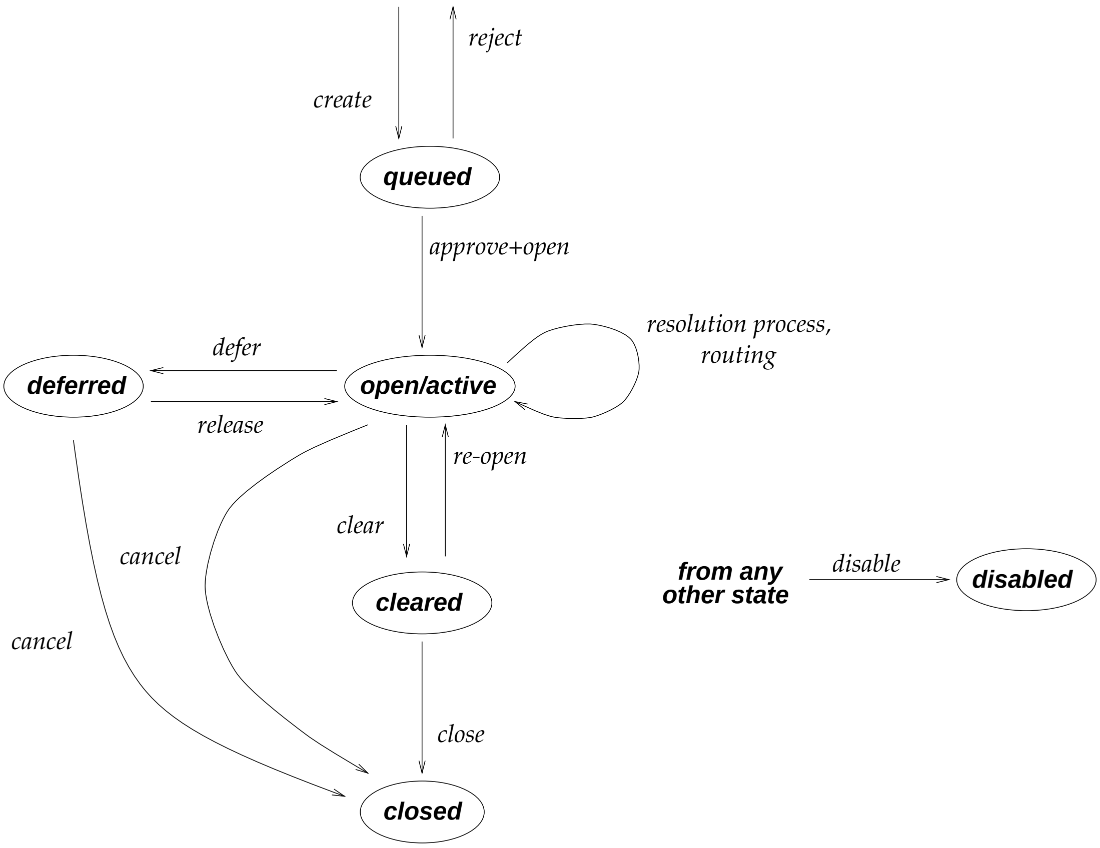

Abbildung 3.2: Die Trouble-Ticket-Zustände

- *open/active* (in Bearbeitung):
  Ein Trouble-Ticket befindet sich in diesem Zustand, wenn ein Bearbeiter dafür zuständig ist und Maßnahmen für die Behebung der Störung trifft. Das Trouble-Ticket kann an andere Bearbeiter geroutet werden, der Trouble-Ticket-Zustand bleibt jedoch unverändert. Ein Trouble-Ticket in diesem Zustand kann aus irgendeinen Grund abgebrochen werden und in den Zustand *closed* übergehen.

- *deferred* (zurückgestellt):
  Ein Trouble-Ticket geht in diesen Zustand über, falls die Behebungsmaßnahmen aus irgendeinem Grund nicht ausgeführt werden können. Können die Behebungsmaßnahmen wieder aufgenommen werden, geht das Trouble-Ticket wieder in den *open/active* Zustand über.

- *cleared* (behoben):
  Ein Trouble-Ticket geht in diesen Zustand über, wenn die Störung behoben worden ist. Ist eine entsprechende Bestätigung über die behobene Störung eingetroffen, kann das Trouble-Ticket abgeschlossen werden und in den Zustand *closed* übergehen.

- *closed* (abgeschlossen):
  Dieser Zustand charakterisiert den Abschluß des Störungsbehebungsprozesses eines Trouble-Ticket's. Das Trouble-Ticket ist in diesem Zustand abgeschlossen und in der Trouble-Ticket-Datenbank für spätere Auswertungszwecke hinterlegt.

- *disabled*:
  Ein Trouble-Ticket geht in diesen Zustand über, falls ein Informationsfeld nicht aktualisiert werden kann. Dieser Zustand kann von jeden anderen Zustand erreicht werden.

Kapitel 4

Fehlermanagement bei BMW

4.1 CINEMA

CINEMA steht als Abkürzung für **C***omputer* **I***ntegrated* **NE***twork* **M***anagement and* **A***dministration*. In [CINEMA94] wird es als eine Datenbankapplikation vorgestellt, die unter dem Betriebssystem VM auf einer IBM 3090/600 läuft. CINEMA ist in REXX mit PRO*REXX programmiert. PRO*REXX ist gleichzeitig die Schnittstelle zum Oracle-RDBMS, von dem aus über SQL*NET auf Netzmanagementprodukte und Auswertetools, wie SQL*Graphics zugegriffen werden kann. Als Benutzeroberfläche werden 3270-Terminals verwendet bzw. andere Systeme mit 3270-Terminal-Emulationen.

Die Idee von CINEMA ist 1986 entstanden, als die Netzbetreiber einen Überblick über die Netzinfrastruktur erhalten wollten. Anforderungen an CINEMA waren:

- ein möglichst exaktes Abbild des Netzes
- suchen freier Ressourcen (Geräte, Ports, ...)
- Verwaltung von Netzwerkkomponenten
- Reservierungen mit Projektzuordnung
- Dokumentation des Planstandes
- Abrufen der Planungsdaten und der aktuellen Installationen
- Erfassen von Problemen und Gerätestörungen, sowie das Routing an die zuständigen Stellen.

- Dokumentation der Bearbeitungsschritte von der Fehlermeldung bis zur Fehlerbehebung
- Lieferung von Daten zur präventiven Fehlerbeseitigung (Auswertung der dokumentierten Störungen)

Im Verlaufe der Zeit wurde CINEMA erweitert, sodaß CINEMA ein unerläßliches "universelles" Werkzeug für das Netzmanagement darstellt und folgende Bereiche des Netzmanagements unterstützt:

- **Störungsmanagement**:
  CINEMA bietet die rudimentäre Funktionalität eines Fehlerdokumentationssystems.
- **Netzdokumentation**
- **Installations- und Umzugsmanagement**

4.2 Die Organisationsstruktur

Die interne BMW-Organisationsstruktur ist in drei Support-Levels gegliedert. Beim Support-Level-1 handelt es sich um die *Zentrale Störungsannahme*, die rund um die Uhr für die Endanwender erreichbar ist. Die Bearbeitungszeiten werden sehr klein gehalten (Aufnahme $<$ 5 Minuten, Bearbeitung $<$ 1 Minute). Im Support-Level-2 befinden sich die UHDs (welche mehrere Aufgabengebiete zusammenfassen):

- UHD-Netzwerke
- UHD-IVZ
- UHD-Zentrale Anwendungen

Der Support-Level-3 besteht aus "Experten". Das sind die Leute, die mit Installation und Pflege von Hardware und Software, in ihrem Aufgabengebiet, bestens vertraut sind. Nicht zu vergessen sind da noch die externen Service-Anbieter, Hersteller, Lieferanten, die bei bestimmten Störungsfällen hinzugezogen werden müssen.

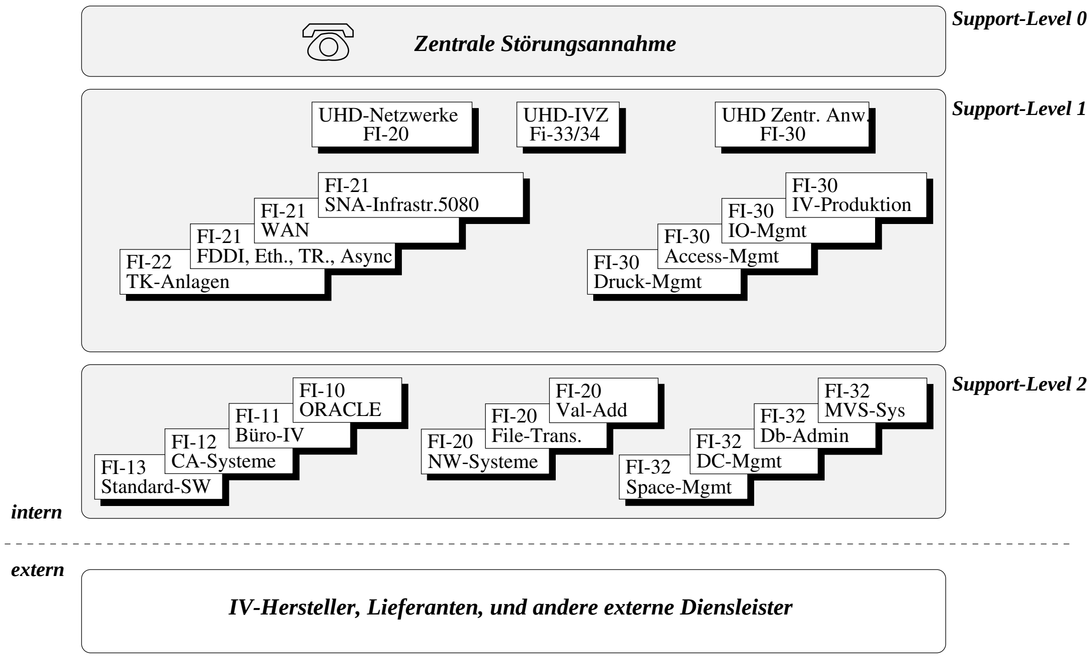

Abbildung 4.1: Die Organisationsstruktur

4.3 Rechnerumgebungen

Im folgenden sollen kurz die verschiedenen Rechnertechnologien vorgestellt werden, die bei der BMW-AG im Einsatz sind und das heterogene Netzwerk ausmachen.

4.3.1 Großrechner

Großrechner (oder auch *Mainframes*) haben einen verbreiteten Einsatz gefunden, wobei sie den hohen Anforderungen der Betreiber genügen und zugleich eine gute Zuverlässigkeit bieten. Dies ist nicht zuletzt den mit der Zeit ausgereiften und bewährten Anwendungen zu verdanken, sodaß sie mit den in den letzten Jahren immer mehr vorrückenden Workstations und PCs durchaus mithalten können. Dafür sorgt auch die Tatsache, daß Großrechner offen gegenüber anderen Systemen sind.

Charakteristische Betriebssysteme und Anwendungen von Mainframe-Architekturen sind:

- *MVS* (Multiple Virtual Storage:
  Ein IBM lizenziertes Mainframe-Betriebssystem. Es kann einen physikalischen Rechner in mehrere logische aufteilen.
- *VM* (Virtual Machine):
  Ein weiteres Mainframe-Betriebssystem. Es ermöglicht den Betrieb von mehreren unabhängigen Sessions auf ein und den selben Rechner.
- *CICS* (Customer Information Control System):
  Ein Transaktionssystem, daß unter dem MVS-Betriebssystem läuft. Darauf laufen Anwendungen, die im Verwaltungs- und Bankwesen eingesetzt werden.
- *JES* (Job Entry System):
  Ein Jobkontrollsystem, das der Stapelverarbeitung unter MVS dient.
- *TSO* (Time Sharing Option):
  Ein "Sub-Betriebssystem", welches unter MVS läuft. Es dient dem Betrieb von parallelen, interaktiven Sessions.
- *OV* (Office Vision):
  Ein E-Mail-, Informations- und Textverarbeitungssystem. Es läuft unter dem Betriebssystem MVS und wird in der Bürokommunikation eingesetzt.

4.3.2 SNA (*Systems Network Architecture*)

Die Großrechner-Landschaft bei der BMW-AG ist durch eine ausgedehnte SNA-Technologie geprägt. Dieser IBM-Standard umfaßt folgende Peripherie-Gerätschaft:

> **Bemerkung:** Die Peripherie-Komponenten werden je nach Hardware und Aufgabe in Typen unterteilt und als **Physical Units** (PUs) bezeichnet. Mit **Logical Units** (LUs) hingegen werden die verschiedenen Verbindungstypen zwischen jeweils zwei logischen Endpunkten bezeichnet.

- *Host, Mainframe*, PU-Typ 5:
  Darunter fallen Hauptrechner und zentrale Rechen- und Datensysteme.
- *IBM 37xx*, PU-Typ 4:
  Dies können Front-End-Prozessoren (FEP) oder Netzwerkrechner sein. Diese sind zwischen dem Host-Rechner und dem SNA-Netz geschaltet. Darauf werden die Netzfunktionen gesteuert mit Hilfe des NCP-Protokolls (Network Control Protocol).
- *IBM 3174*, PU-Typ 2:
  Establishment- oder Cluster-Controller, Steuereinheit für die Anbindung von SNA-Endgeräten. Diese werden durch Programme in Mikrocode gesteuert, die bei Konfigurationsänderungen auf dem Host-Rechner recompiliert und neu geladen werden.
- *IBM 3270*, Endgeräte:
  Endgeräteklasse, die Terminals und Drucker umfaßt. Terminals können auch durch andere Endgeräte ersetzt werden, die geeignete Terminalemulationen fahren.

4.3.3 Workstations und Personal Computer

Ständig steigende Prozessorleistung bei gleichzeitigem Preisverfall haben Workstations, aber vor allem PCs, in den Vordergrund gestellt. Diese Systeme finden Zugang in die Mainframe-Welt, durch geeignete Terminalemulationen und sind bereits verbreitet im Einsatz.

4.4 Managementwerkzeuge

Die Überwachung des Netzwerkes erfolgt über eine Vielzahl verschiedener Netzmanagementwerkzeuge und Netzmanagementsysteme.

Einige der eingesetzten Netzmanagementwerkzeuge sind:

- **Netspy**:
  Ist ein Produkt der Firma Legent,daß unter MVS läuft und wird für Netzanalysen im SNA-Bereich eingesetzt.
- **Sniffer**:
  Sniffer läuft unter MS-DOS und wird für LAN-Netzanalysen verwendet.
- **PNMS**:
  PNMS ist ein unter MVS laufendes System von der Firma Peregrine, welches seinen Einsatz im SNA-Bereich für das Changemanagement findet.

- **IBM LAN Network Manager**:
  Der IBM LAN Network Manager wird für das Fehler- und Konfigurationsmanagement von Token-Ring-Segmenten verwendet und läuft unter OS/2.

- **Feline**:
  Feline ist ein Datenanalysator, der das Fehlermanagement im WAN-Bereich unterstützt und läuft unter MS-DOS. Damit werden Protokollanalysen der verschiedenen OSI-Schichten vorgenommen.

- **TimeView 2000**:
  TimeView ist ein Element-Managementsystem, das unter SunOs läuft und wird eigens für die Überwachung des TimePlex Multiplexer-Netzes eingesetzt.

Weitere Netzmanagementwerkzeuge, die bei der BMW-Netzbetreiberorganisation im Einsatz sind, werden in [Weis94] beschrieben.

4.4.1 Managementplattformen

Folgende Managementplattformen befinden sich zur Zeit bei BMW im Einsatz:

- **Netview/Host** von IBM:
  Diese Managementplattform wird eingesetzt um die SNA-Teilnetze zu überwachen und zu managen. *NetView/GMF* ist der dazugehörige graphische Aufsatz , der keinerlei Management-Funktionalität aufweist, sondern lediglich die Daten von NetView/Host auswertet und graphisch aufbereitet.

- **NetView/6000** von IBM:
  Mit diesem Netzmanagementsystem werden
  TCP/IP-Teilnetze überwacht und gemanaget.

- **SPECTRUM** von Cabletron:
  Mit SPECTRUM werden Ethernet- und FDDI-Teilnetze überwacht und gemanaget.

4.4.2 Das Verfügbarkeitsmodul

In jüngster Zeit befindet sich bei BMW ein Verfügbarkeitsmodul im Einsatz. Damit werden Ausfälle von bestimmten, strategisch wichtigen Netzkomponenten erfaßt und die Dauer der Ausfälle dokumentiert. Diese Daten können zu einem späteren Zeitpunkt ausgewertet und graphisch aufbereitet werden.

Zur Zeit ist das Verfügbarkeitsmodul so konfiguriert, daß es Ausfälle von Routern im Backbone-Bereich erfaßt und dokumentiert. Dazu werden *traps* von NetView/6000 oder SPECTRUM ausgewertet und folgende Daten festgehalten:

- Name des ausgefallenen Routers
- Port des ausgefallenen Routers
- Zeitpunkt des Ausfallbeginns
- Zeitpunkt des Ausfallendes

Die Thematik der Verfügbarkeitsdokumentation wird in [Eger95] ausführlich behandelt.

Teil II

DIE KOMMUNIKATIONS-SCHNITTSTELLE

Kapitel 5

Modellierung der Kommunikationsschnittstelle

In diesem Kapitel wird das Konzept der *Kommunikationsschnittstelle* (im folgenden meist mit KS abgekürzt) beschrieben. Davor wird noch eine Definition der Kommunikationsschnittstelle gegeben, sowie eine Beschreibung der Anforderungen, Ziele und Aufgaben, die an eine solche Kommunikationsschnittstelle gestellt werden.

> **Definition:** Als *Kommunikationsschnittstelle* bezeichnet man die Ansammlung aller Schnittstellen eines Trouble-Ticket-Systems zu all seinen Teilhabern vom Melder, sei es Mensch (User) oder Maschine (Managementsystem), bis zum Bearbeiter, sowie die Schnittstellen zu verschiedenen (Informations-)Systemen, welche die Ablauforganisation im Fehlermanagement unterstützen (z.B. Rückmeldung an Melder über E-Mail).

Es handelt sich dabei also im allgemeinen um eine Trouble-Ticket-System-Erweiterung, die die Anbindung von weiteren Systemen und Anwendungen einschließt. Es wird dabei die Bestrebung verfolgt, diese Kommunikationsschnittstelle möglichst unabhängig vom Fehlerdokumentationssystem zu modellieren um gegebenenfalls bestehendes Trouble-Ticket-System zu einem späteren Zeitpunkt durch ein anderes zu ersetzen.

Folgende Hauptbeweggründe stehen hinter einer solchen Erweiterung:

- **Dem Endanwender eine Reihe von alternativen Störungsmeldungswegen bieten.**
  Für gewöhnlich meldet der betroffene Endanwender seine Störung der zentralen Störungsannahme (Eskalationsebene 0) direkt über Telefon oder indirekt über seinen lokalen Administrator.
  Darüber hinaus soll es dem Endanwender zusätzlich eine jederzeitige Statusabfrage ermöglicht werden (Beispiel: Störungsmeldung und Statusabfrage über World Wide Web).

- **Managementplattformen als Störungsmelder.**
  Dies hat als Anforderung zufolge, die Anbindung von Managementplattformen an das bestehende Trouble-Ticket-System, für das Generieren von Trouble-Tickets aus Alarmen.

- **Integration von bestimmten Diensten/Informationssystemen zur Automatisierung von Benachrichtigungsabläufen im Fehlermanagement.**
  Solche Informationssysteme können sein:

  - World Wide Web
  - E-Mail
  - Office Vision
  - FAX
  - Sprachausgabe
  - City-Ruf

  Eine besondere Betrachtung gilt der Bereitschaftsauslösung via City-Ruf im Zusammenhang mit der automatischen Generierung von Trouble-Tickets aus Alarmen.

Bemerkung: Es sei an dieser Stelle nochmal darauf hingewiesen, daß eine weitere Diplomarbeit [Weic95] im Rahmen des KS-Konzepts sich eingehend mit dem ersteren Punkt befaßt, während in dieser Diplomarbeit der zweite Punkt und der City-Ruf als Spezialfall des dritten Punkts.

5.1 Anforderungen an eine Kommunikationsschnittstelle

Bei der Konzipierung der Kommunikationsschnittstelle werden folgende allgemeine Anforderungen beachtet:

- Benutzerfreundliche Schnittstellen zum Melder hin (GUI)
- keine aufwendigen Umstellungen bei Migration,
  daraus folgen die nächsten zwei Anforderungen:
- modularisierte Gestaltung der KS-Architektur
- möglichst offene Spezifikationen der APIs
- übersichtliche Ablauforganisation (im Zusammenhang mit der Spezifikation von Konfigurationsdateien)

Diese Anforderungen sind auf jeden Fall zu beachten, um spätere Migrationsschritte zu gewährleisten und möglichst einfach zu gestalten. Beispielhafte Migrationsprozeduren können sein:

- Ersetzen des Fehlerdokumentationssystems
- Ersetzen einer Managementplattform
- Anbindung von weiteren Managementplattformen
- Anbindung von weiteren Informationssystemen

5.2 Konzept der Kommunikationsschnittstelle

Es werden zunächst nochmals die Aufgaben der KS zusammengefaßt. Dann wird ein Architekturansatz für eine KS vorgestellt, anhand dessen dann ihre Funktionalität erläutert wird. Anschließend werden die jeweiligen Funktionen der Kommunikationsschnittstelle besprochen und in eigenen Abschnitten darauf näher eingegangen.

5.2.1 Aufgaben der Kommunikationsschnittstelle

> **Bemerkung:** Zur Bedeutung der Abkürzungen *ATTG, UGTT*, siehe Definitionen im nächsten Abschnitt.

An dieser Stelle sollen die Aufgaben einer KS gegliedert dargestellt (siehe auch Abbildung 5.1) und die Einordnung im Fehlermanagementablauf festgestellt werden:

- automatisierte Erfassung von kritischen Problemen/Fehlern im Netzbetrieb aus Alarmen von Netzmanagementsystemen
  $\longrightarrow$ *(automatische)* **Erfassung des Problems**
- Störungsmeldung vom Endanwender mittels verschiedener Anwendungen und Werkzeuge (E-Mail, WWW)
  $\longrightarrow$ **Erfassung des Problems**

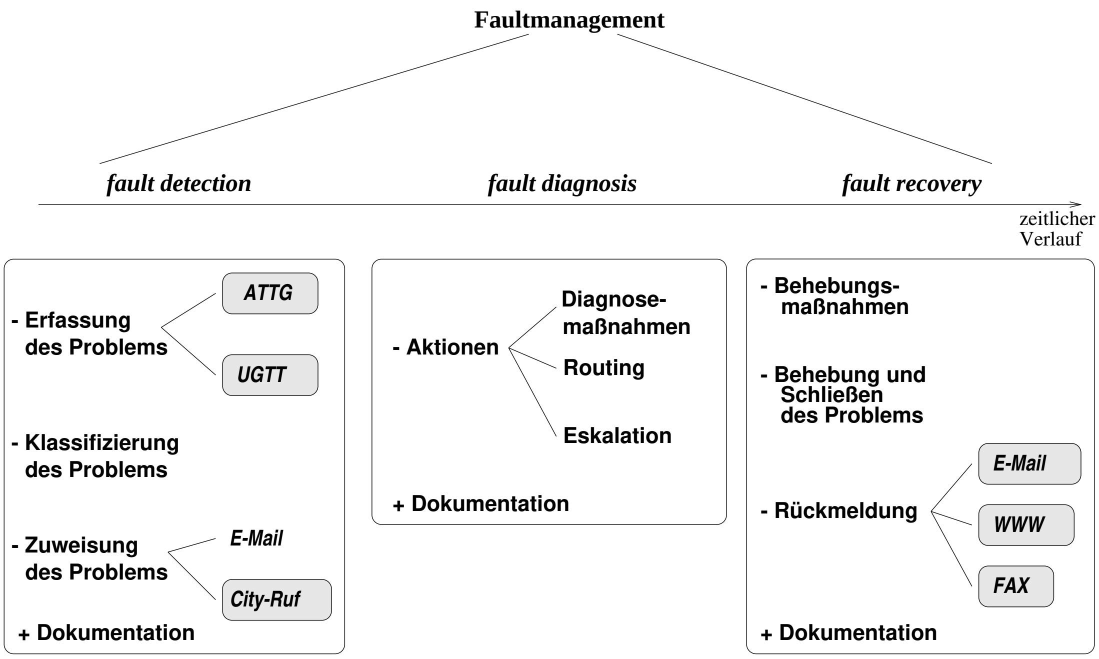

Abbildung 5.1: Einordnung der KS-Aufgaben im Fehlermanagement

- Benachrichtigungen (größtenteils automatisiert) über verschiedene Informationssysteme laufen lassen
  ⟶ **Zuweisung des Problems**
  ⟶ **Rückmeldung**

Bei der Erfassung von Problemen/Störungen unterscheiden wir also i.A. folgende zwei Störungsmelder:

- Endanwender:
  Dieser meldet Probleme/Störungen, indem er die ihm erschienenen Symptome beschreibt (*dienstorientierte Symptome*).

- Netzmanagementsystem:
  Dieses meldet Probleme/Störungen, indem es bestimmte Komponentenzustände oder komponentenbezogene Ereignisse beschreibt (*komponentenorientierte Symptome*). In einigen Fällen beschreibt das Netzmanagementsystem einen tatsächlichen Fehlerzustand (z.B. Alarmmeldung über einen heruntergefahrenen Router), der die *Fehlerursache* zu mehreren Endanwender-Störungsmeldungen ist.

Diese Tatsache, daß Endanwender in der Regel Probleme/Störungen im Normalfall mittels dienstbezogenen Symptomen umschreiben, während Netzmanagementsysteme komponentenbezogene Symptome liefern, kann eine wichtige Hilfestellung bei der Fehlerdiagnose darstellen. Mehrere von Endanwendern generierte Trouble-Tickets können sich auf ein und dieselbe Fehlerursache beziehen, welche wiederum von einem Netzmanagementsystem in einem Trouble-Ticket erfaßt wurde. Eine Korrelierung von Endanwender-Störungsmeldungen auf ausgewählte Netzmanagementsystem-Störungsmeldungen, welche tatsächliche Fehlerursachen beschreiben, ist naheliegend [1].

5.2.2 Architekturansatz für eine Kommunikationsschnittstelle

> **Bemerkung:** Es wird der Anspruch gestellt, daß auf die TT-Datenbank über SQL zugegriffen werden kann und, daß es möglich ist Zuweisungen bei neuen TTs von außen angestoßen werden können. Weiterhin sollten Template-Erweiterungen (neue Felder) bzw. Erzeugung neuer Bildschirmmasken im TTS ohne großen Aufwand möglich sein.

[1] es soll jedoch nicht näher darauf eingegangen werden

Für die Beschreibung der Architektur der Kommunikationsschnittstelle, werden wieder ein paar Begriffe und ihre Bedeutung gebraucht, die an dieser Stelle eingeführt werden. Für den weiteren Verlauf werden für gewöhnlich die Abkürzungen verwendet.

> **Definition:** Unter *TTG* (**T**rouble-**T**icket-**G**eneration) wird im allgemeinen das Anlegen eines neuen Trouble-Tickets verstanden (neuer Eintrag in die Fehlerdokumentations-Datenbank).

> **Definition:** Unter *ATTG* (**A**utomatic **T**rouble-**T**icket-**G**eneration) ist im speziellen die Konvertierung von vorgefilterten Alarmen aus Netzmanagementsystemen zu Trouble-Tickets und deren Eintrag in die Fehlerdokumentations-Datenbank zu verstehen.

> **Definition:** Unter *UGTT* (**U**ser-**G**enerated **T**rouble-**T**icket) ist im speziellen die Überprüfung auf Richtigkeit der von Endanwendern ausgefüllten Trouble-Tickets und deren Eintrag in die Fehlerdokumentations-Datenbank zu verstehen.

> **Definition:** Unter *Notification Controlling* soll die Steuerung der Benachrichtigungsabläufe verstanden werden bezüglich Zeitpunkt und Art der Benachrichtigung [2].

Wie bereits schon am Anfang dieses Kapitels angeklungen ist, soll die Kommunikationsschnittstelle eine Art "universelle Schnittstelle" zwischen dem Fehlerdokumentationssystem einerseits und den TTS-Teilnehmern (Bearbeiter, Endanwender und Netzmanagementsysteme) andererseits sein. Dabei sind eine Reihe von weiteren Anwendungen zwischen den "menschlichen" TTS-Teilnehmern und der KS geschaltet (vergleiche Abbildung 5.2), um bestimmte Abläufe im Fehlermanagement (wie z.B. Störungsmeldung durch User, City-Ruf an Bearbeiter) in betriebswirtschaftlichen Unternehmen zukünftig rechnerunterstützt zu gestalten (bislang in Betrieben meist ausschließlich telefonische Störungsmeldung, manuelle Anwahl für City-Ruf). Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit der *frühzeitigen Fehlererkennung* (aus Alarmen) und der gleichzeitigen *Einleitung sofortiger Maßnahmen* (ATTG aus den Alarmen und automatisch City-Ruf an Bearbeiter absetzen).

[2] Die Steuerung der Benachrichtigungsabläufe ist nicht ausschließlich im *Notification Controlling* zusammengefaßt. In der Tat ist es so, daß die Auslöser für die meisten Benachrichtigungen in den ATTG und UGTT zu finden sind (z.B. City-Ruf durch ATTG).

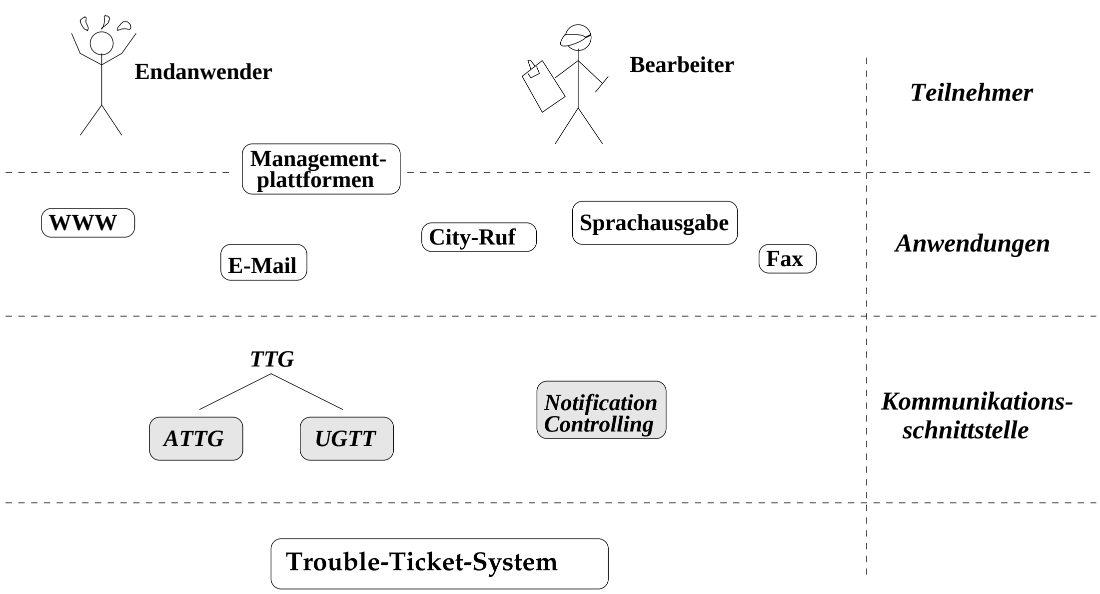

Abbildung 5.2: Involvierte Personen und Anwendungen

Hauptaufgaben der KS ist es:

- Trouble-Tickets aus verschiedenen Informationssystemen/Anwendungen zu erkennen:
  - Richtigkeit der eintreffenden User-TTs verifizieren, um diese in die TTS-Datenbank einzutragen (**UGTT**).
  - Alarme aus Managementplattformen zu TTs zu konvertieren und diese dann in die TTS-Datenbank eintragen (**ATTG**).
- Benachrichtigungsabläufe steuern (**Notification Controlling**):
  - automatisierte Rückmeldungsmechanismen an den Endanwender (FAX, E-Mail, Sprachausgabe).
  - Bereitschaftauslösung an einen Bearbeiter mittels City-Ruf.

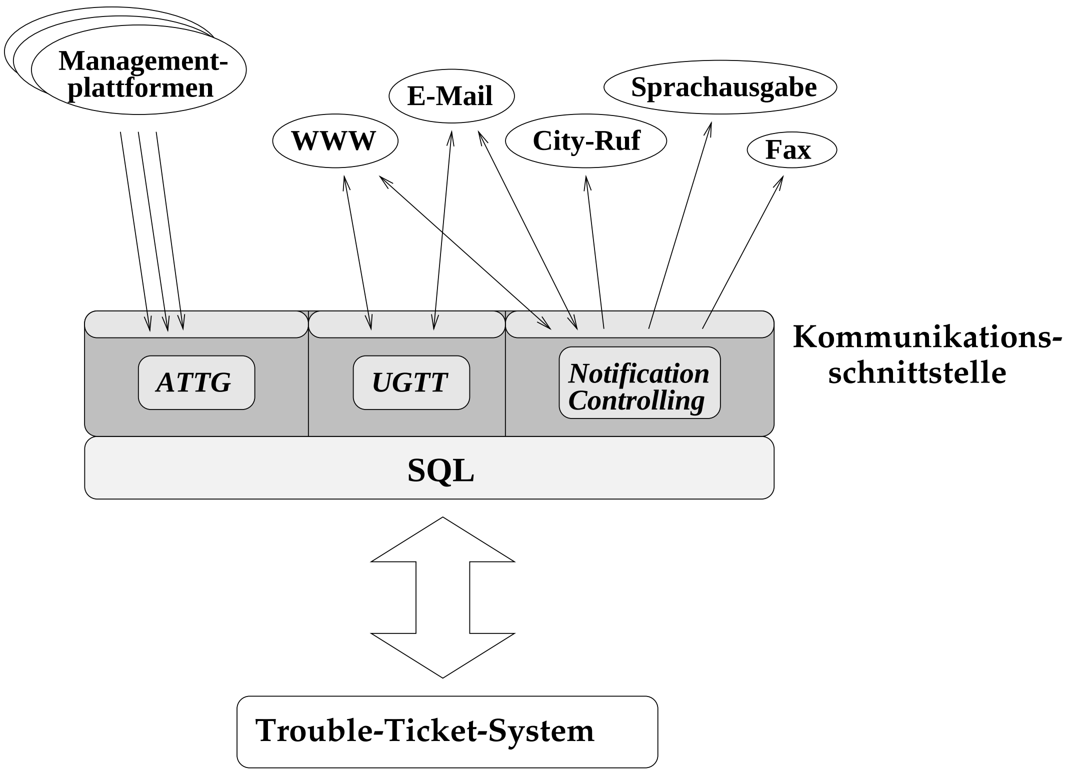

Abbildung 5.3: Die Kommunikationsschnitstellen-Architektur (vereinfacht)

Daraus lassen sich folgende drei Schnittstellen-Gruppen ableiten:

- Schnittstellen zu Managementsystemen für die *ATTG*
- Schnittstellen zu Informationssystemen für die *UGTT*
- Schnittstellen zu Benachrichtigungs-Werkzeuge für das *Notification Controlling*

5.3 Funktionalität der Kommunikationsschnittstelle

In den folgenden Abschnitten werden die drei Hauptfunktionen der KS im einzelnen besprochen. Es werden die Schnittstellen beschrieben, sowie notwendige Abläufe und Erweiterungen um die Gesamtfunktionalität der KS wiederzugeben und zu verdeutlichen.

5.3.1 ATTG

Die ATTG umfaßt die automatische Auswertung von Alarmen zur Generierung eines Trouble-Ticket's. Die notwendigen Abläufe dafür sind:

- Filterung der Alarme
- Zusammenstellung des TT's
  - Adreß- und Fehlerdaten aus Alarmen
  - Hersteller- und Topologiedaten aus Netzdokumentationssystem
  - Bestimmung der zuständigen Gruppe, abhängig von der Art des Alarms
- Anlegen des TT's in die TTS-Datenbank
- Benachrichtigung der zuständigen Bearbeitungs-Gruppe
- City-Ruf anstoßen falls erforderlich

5.3.1.1 Propriätere Alarmfilterung

Für die automatische TT-Generierung sind zunächst einmal Filter zu definieren an den jeweiligen Managementplattformen. Dadurch werden die Alarme festgelegt, die für eine TT-Generierung relevant sind. Gleichzeitig wird durch den Filter der Netzverkehr zum ATTG-Modul der Kommunikationsschnittstelle möglichst kleingehalten.
Für den Fall, daß das Fehlerformat einer Managementplattform unzureichende Informationen liefert, muß dieses erweitert werden. Für gewöhnlich, bieten gängige Netzmanagementsysteme, in solch einem Fall, passende API-Programmierschnittstellen.

5.3.1.2 Datenquellen für die ATTG

Für die Trouble-Ticket-Generierung aus Alarmen, müssen bestimmte Daten erfaßt werden. Zum einen werden Daten benötigt, die den Ausfall bzw. die Störung beschreiben, also Daten aus den Alarmen selber. Zum anderen sind ergänzende Daten notwendig, die die fehlerhafte Netzkomponente und ihren genauen Standort beschreiben. Diese Daten sind aus dem Netzdokumentationssystem zu holen (als Schlüssel wird die aus dem Alarm gewonnene Komponenten-Adresse benutzt).

Wir haben also folgende zwei Datenquellen für die ATTG:

- Datenquelle **Alarm**:
  Primäre Datenquelle und Initiator für die ATTG. Daraus werden die Informationen gewonnen, die den Ausfall/Störung beschreiben, wie z.B.:
  - Adresse der betroffenen Netzkomponente
  - Fehlerart (beschrieben durch Fehlercodenummer oder Fehlertext).

  Ganz wichtig ist natürlich auch das Datum und der Zeitpunkt des Ausfalls, die es auch zu erfassen gilt.

- Datenquelle **Netzdokumentationssystem**:
  Zusätzliche Datenquelle für die ATTG, aus der ergänzend Hersteller- und Topologiedaten der fehlerhaften Netzkomponente ermittelt werden:
  - Hersteller
  - Typ
  - Modell
  - Seriennummer
  - Werk
  - Gebäude
  - Etage
  - Raum

  Als Schlüssel wird dabei die Komponenten-Adresse benutzt, die aus den jeweiligen Alarmen gewonnen wird.

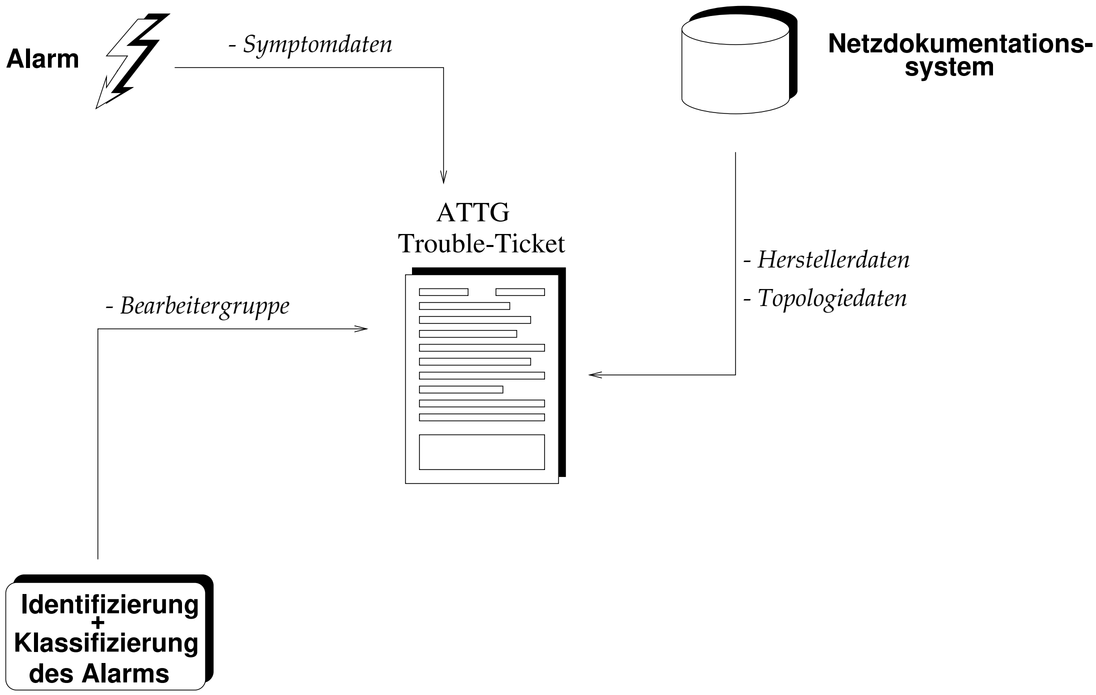

Abbildung 5.4: Datenquellen für die ATTG

Zusätzlich zu den oben genannten Datenquellen für ein aus der ATTG generiertes Trouble-Ticket, gilt es auch eine zuständige Bearbeitergruppe zu definieren. Dies ist bei der Auswertung der Alarme zu geschehen, welche zu identifizieren und zu klassifizieren sind (siehe Abschnitt 6.3.3), um entsprechende Zuständigkeiten zu definieren (zu welcher Bearbeitergruppe das generierte Trouble-Ticket zuzuordnen ist). Dadurch werden die aus der ATTG generierten Trouble-Tickets sofort an die zuständige Bearbeitergruppe zugewiesen und diese dann auch benachrichtigt, so daß es nicht erst durch die Zentrale Störungsannahme bearbeitet wird (vorausgesetzt es sind "nicht-triviale", schwerwiegende Alarme, die ausgewertet werden). Es können natürlich auch Alarme ausgewertet werden, die eine einfache "triviale" Störung beschreiben und deswegen der Zentralen Störungsannahme zugewiesen werden, die diese Störung sofort beheben kann.

Das ATTG-Modul hat somit auch eine "Vermittlungsrolle" zu erfüllen (genau wie die ZSA) und die aus den Alarmen generierten Trouble-Tickets der richtigen Bearbeitergruppe zuordnen (siehe Abbildung 5.5).

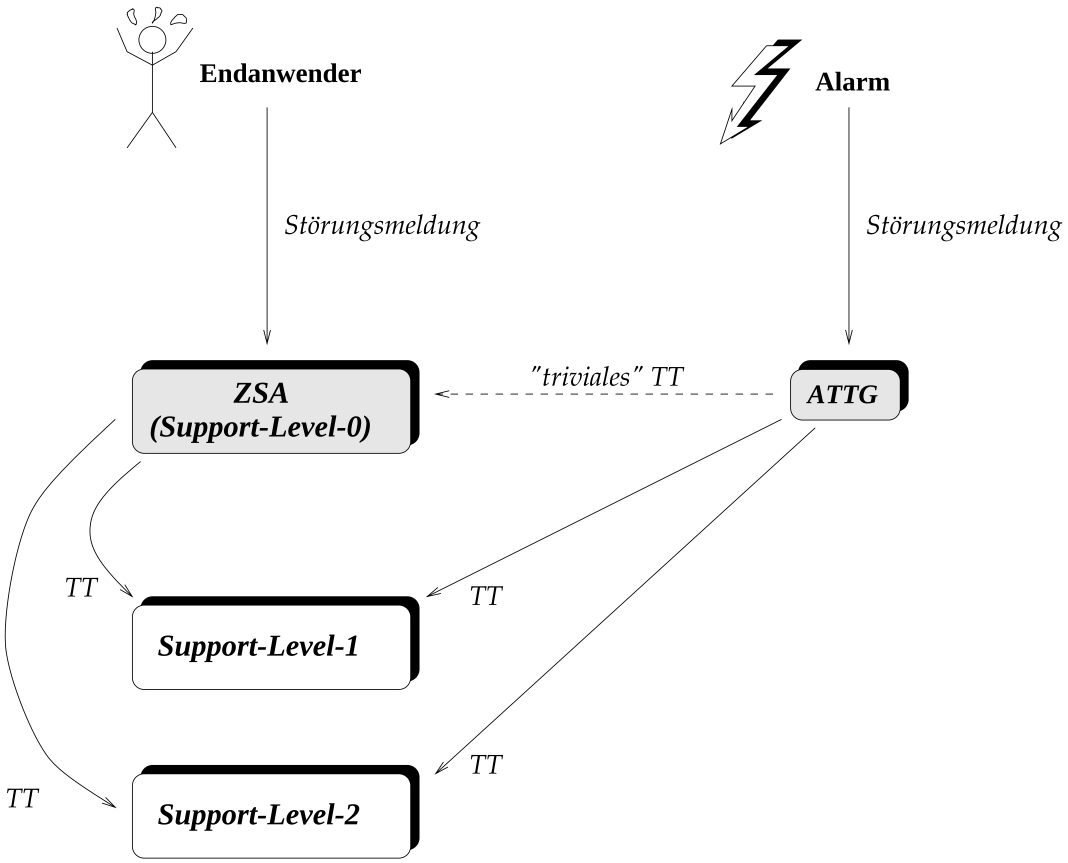

Abbildung 5.5: Die “Vermittlungsknoten” *ZSA* und *ATTG*

5.3.2 UGTT

Die Hauptaufgabe der UGTT besteht darin die User-generierten Trouble-Tickets, die aus den verschiedenen Informationsanwendungen eintreffen, auf ihre Richtigkeit zu überprüfen, um diese dann in die Fehlerdokumentations-Datenbank anzulegen. Sind die User-Trouble-Tickets nicht korrekt oder unvollständig, muß dafür gesorgt werden, daß der Endanwender diesbezüglich durch die UGTT benachrichtigt wird, um das Trouble-Ticket zu korrigieren.

Folgende Informationssysteme können für die UGTT verwendet werden:

- World Wide Web
- Office Vision

- E-Mail

Die genauen Anforderungen und Abläufe sind in [Weic95] beschrieben.

5.3.3 Notification Controlling

Das Notification Controlling hat als Aufgabe die Benachrichtigungsabläufe zu steuern. Dabei ist das korrekte Benachrichtigungswerkzeug (E-Mail, City-Ruf, FAX, Sprachausgabe), sowie der Empfänger (Endanwender oder Bearbeiter) und der Inhalt der Nachricht zu wählen.

Benachrichtigungswerkzeuge können z.B. sein:

- E-Mail
- City-Ruf (Bereitschaft für Bearbeiter)
- FAX
- Sprachausgabe

Je nach Empfänger und Zweck der Benachrichtigung werden folgende Benachrichtigungsarten unterschieden:

- *Rückmeldung* an Endanwender:
  Sobald eine Störung behoben worden ist, wird der Endanwender darüber informiert.
- *Zuweisungsmeldung* an Bearbeiter:
  Sobald die Zuständigkeit eines Trouble-Ticket's einem anderen Bearbeiter zugeordnet wird, wird dieser durch eine Zuweisungsmeldung (unter Angabe der TT-Problemnummer) darauf aufmerksam gemacht.
- *Bereitschaftsauslösung* über City-Ruf:
  Eine besondere Betrachtung wird dieser Benachrichtigungsart geschenkt, insbesondere im Zusammenhang mit der ATTG. Ein Bearbeiter wird wegen einer schwerwiegenden Störung über City-Ruf benachrichtigt und in Bereitschaft versetzt (siehe Abschnitt 6.4).

Das Notification Controlling ist nicht notwendigerweise ein einziges Modul. Es kann aus mehreren Modulen bestehen, die den jeweiligen Benachrichtigungs-Tools entsprechen (z.B. ein City-Ruf-Modul, ein FAX-Modul). Entscheidend dabei ist, daß die Auslösung der Benachrichtigung, der Empfänger und der Inhalt der Nachricht vom ATTG-, UGTT-Modul und von TT-Zuständen (abgeschlossene Trouble-Tickets) bestimmt werden. Das Notification Controlling, hat dann nur die Aufgabe die eigentliche Benachrichtigung mit dem geeigneten Benachrichtigungswerkzeug zu vollziehen.

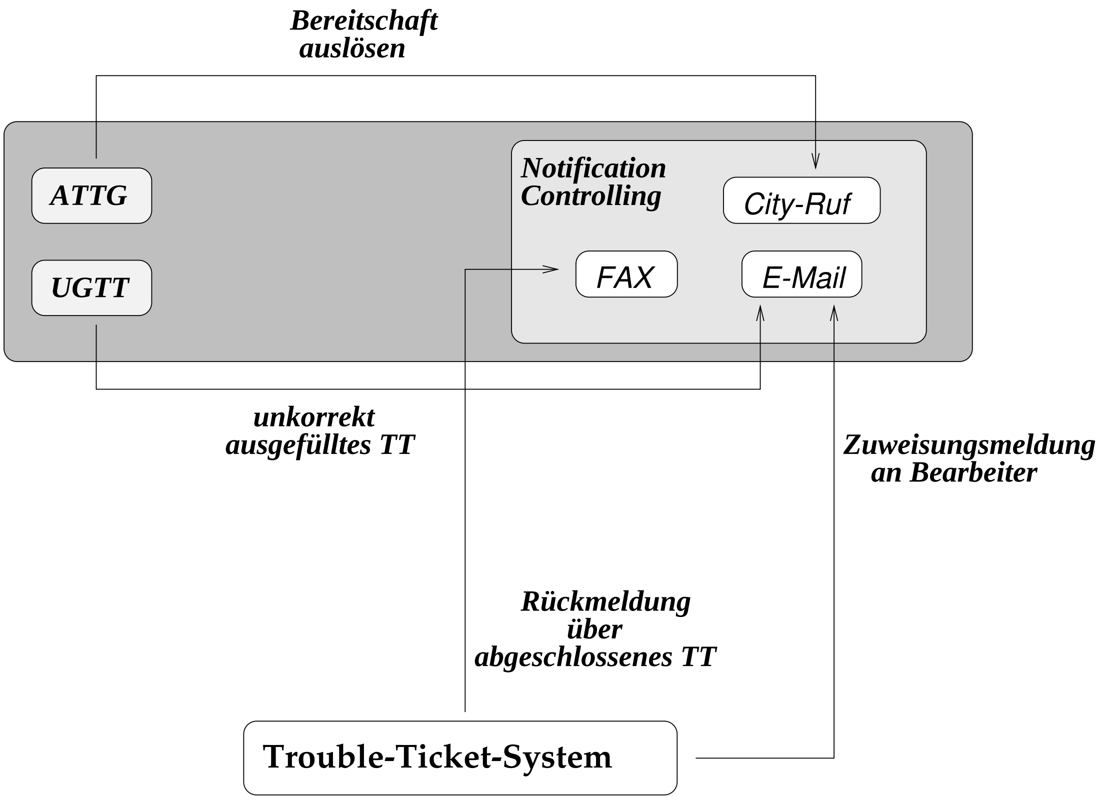

Abbildung 5.6: *Notification Controlling* und ereignisabhängige Benachrichtigungen

Folgende Module/Systeme nehmen das Notification Controlling für automatisierte, ereignisabhängige Benachrichtigungen in Anspruch:

- Das **ATTG-Modul**:
  - löst bei schwerwiegenden Störungen City-Ruf an zuständigen Bearbeiter aus

- Das **UGTT-Modul**:
  - informiert Endanwender über nicht korrekt ausgefüllte Trouble-Tickets und weist auf, was korrigiert werden muß
- Das **TT-System**:
  - informiert Endanwender über die Behebung der Störung (sobald TT in den Zustand “closed” übergeht)
  - informiert Bearbeiter über ein ihm zugewiesenes Trouble-Ticket

Kapitel 6

Teilrealisierung der Kommunikationsschnittstelle bei BMW

Die Teilrealisierung der Kommunikationsschnittstelle beinhaltet das ATTG- und das CITY-RUF-Modul, sowie alle notwendigen Erweiterungen von CINEMA. Es soll in diesem Kapitel eine Anleitung für die Realisierung des ATTG- und des CITY-RUF-Modul's gegeben und deren Zusammenspiel als Teil der Kommunikationsschnittstelle aufgezeigt werden. Gleichzeitig wird auch das automatische Anstoßen eines CITY-RUF's aus dem ATTG-Modul betrachtet.

6.1 Das Szenario

Folgende Netzmanagementsysteme, die bei der BMW-AG im Einsatz sind, sind potenzielle Alarmquellen für das ATTG-Modul:

- **SPECTRUM** (von *Cabletron*)
- **NetView/6000** (von *IBM*)
- **NetView/Host** (von *IBM*)

Für das Absetzen von City-Ruf-Aufträgen, ist ein **BTX-Server** in der Abteilung FI-20 im Einsatz. Über einen UNIX-Shellskript-Aufruf mit Parameterübergabe `Rufnummer` und zu erscheinendem `City-Ruf-Text` auf dem Display werden die City-Ruf-Aufträge abgesetzt. So können dann City-Ruf-Aufträge von der Kommunikationsschnittstelle aus über einen *Remote Procedure Call* (RPC) auf dem BTX-Server abgesetzt werden.

CINEMA ist das Fehlerdokumentationssystem, in dem zukünftig die aus Alarmen automatisch generierten Trouble-Tickets angelegt werden sollen. Gleichzeitig ist CINEMA Netzdokumentationssystem und wird auch für das Installationsmanagement verwendet.

Abbildung 6.1 gibt ein mögliches Zukunftsszenario einer Kommunikationsschnittstelle (hier nur ATTG- und CITY-RUF-Modul hervorgehoben) mit den eben aufgeführten Anwendungen und Systemen und ihrer Rolleneinteilung.

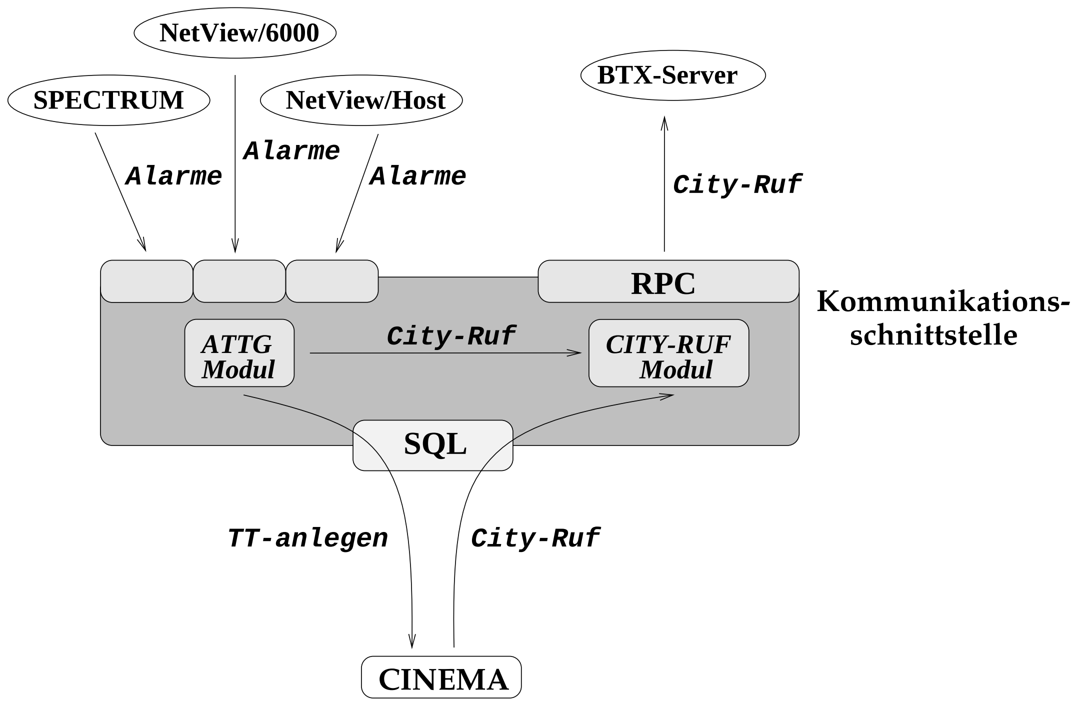

Abbildung 6.1: ATTG- und CITY-RUF-Modul der Kommunikationsschnittstelle

6.2 Die Netzmanagementsysteme

Die Netzmanagementsysteme liefern Alarme, aus denen bestimmte Alarme auszusuchen sind, die für die automatische TT-Generierung relevant sind. Daraus ergibt sich, daß Alarmfilter zu definieren sind, entweder am ATTG-Modul oder an den Netzmanagementsystemen. Folgende Punkte sprechen für eine Filterung der Alarme an den Netzmanagementsystemen:

- unnötig hohe Netzlast durch Verkehr von ungefilterten Alarmen aus mehreren Netzmanagementsystemen an das ATTG-Modul.
- unzureichende Performance des ATTG-Modul's bei der Bewältigung der "Alarmflut" aus mehreren Netzmanagementsystemen.
- Die Funktionalität "Alarmfilterung" ist ohnehin am ehesten den Netzmanagementsystemen zuzuordnen als dem ATTG-Modul.
- Netzmanagementsysteme bieten geeignete Applikationen und Schnittstellen für die Alarmüberwachung und -filterung.

Eine Filterung der Alarme direkt an den Netzmanagementsystemen ist aus oben genannten Gründen für die Weiterverarbeitung im ATTG-Modul zu empfehlen.

Eine weitere Voraussetzung für die Weiterverarbeitung im ATTG-Modul ist, daß die Alarme folgenden Informationsgehalt aufweisen:

- Adresse
- ggf. Port (zusätzliche Adreßinformation)
- Fehlercodenummer
- Fehlertext
- Datum und Zeit des Ausfalls

Trifft dies auf das Alarmformat eines Netzmanagementsystems nicht zu, so sind die fehlenden Daten durch geeignete Programmierung an der API-Schnittstelle aus der Netzmanagement-Datenbank zu erfassen (siehe Tabelle).

Managementsystem	Schnittstelle	Programmiersprache
SPECTRUM	SS-API	C++
SPECTRUM	Alarm-Monitor	Skriptsprache
SPECTRUM	CLI	Skriptsprache
NetView/6000	OVsnmp-API	C

6.3 Das ATTG-Modul

Die Hauptaufgabe des ATTG-Moduls ist, eingehende gefilterte Alarme auszuwerten um ein Trouble-Ticket zu generieren. Teilaufgaben, die dabei zu erfüllen sind, umfassen die Zusammenstellung eines TT's, das Anlegen eines TT's in die CINEMA-Datenbank, die Benachrichtigung der zuständigen Bearbeitungsgruppe. Zusätzlich ist eine Entscheidung zu treffen, ob CITY-RUF angestoßen werden soll. Der gesammte Ablauf für die ATTG sieht wie folgt aus:

- Filterung der Alarme
- Zusammenstellung des TT's:
  - Adreß- und Fehlerdaten aus Alarmen
  - Topologiedaten aus CINEMA
  - zuständige Gruppe aus ATTG-Tabelle
- Anlegen des TT's in die CINEMA-Datenbank
- Benachrichtigung der zuständigen Gruppe
- CITY-RUF anstoßen falls erforderlich

6.3.1 Datenquellen für die TT-Generierung

Primäre Datenquelle für die TT-Generierung sind die Alarme der Netzmanagementsysteme. Rudimentäre Informationen, die die Alarme beinhalten, sind Adresse (ggf. Portnummer als zusätzliche Adreßinformation), Fehlercodenummer, Fehlertext, Datum und Zeit des Ausfalls. Dabei unterscheiden sich die Adressierungsarten von TCP/IP- und SNA-Komponenten. Im Gegensatz zu der IP-Adresse und Portnummer einer TCP/IP-Komponente stehen PU- und LU-Nummer einer SNA-Komponente.

Daten **aus Alarmen**:

- Adresse (IP-Adresse bzw. SNA-Ressource)
- ggf. Port bzw. LU-Nummer (zusätzliche Adreßinformation)
- Fehlercodenummer
- Fehlertext
- Datum und Zeitpunkt des Ausfalls

  Bemerkung: Die *Fehlernummer* einer Alarmmeldung ist in erster Linie für die Identifizierung und Klassifizierung des Alarms wichtig (siehe ATTG-Tabelle weiter unten) und kann als zusätzliche Fehlerinformation im generierten TT mitübernommen werden.

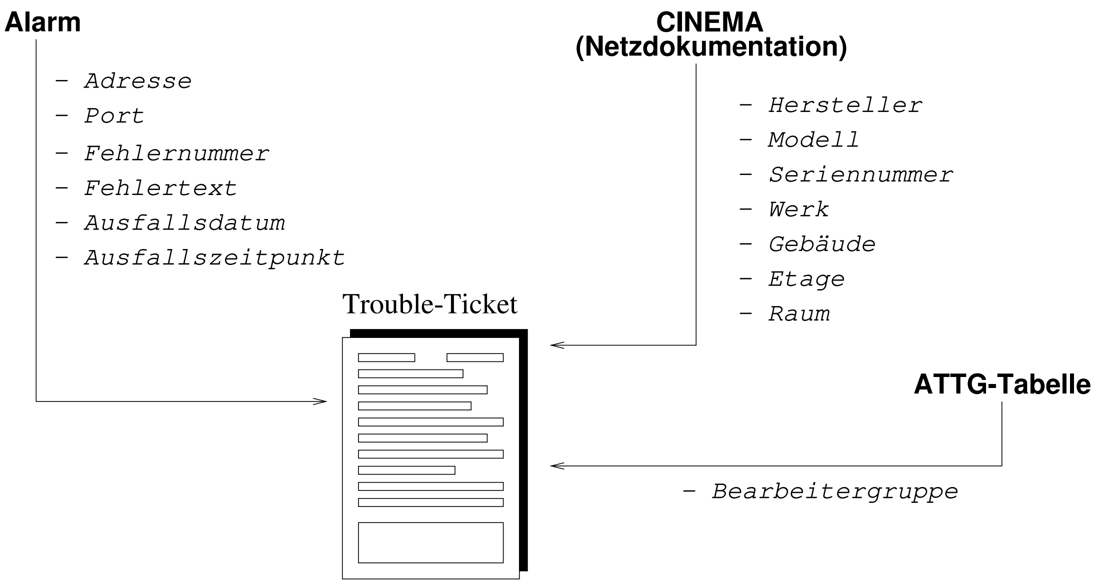

Abbildung 6.2: Datenquellen für das Trouble-Ticket

Ergänzend zu den gewonnenen primären Informationen aus den Alarmen, kommen Geräte- und Topologie-Informationen aus dem Netzdokumentationssystem (CINEMA), wobei als Schlüssel die *Adresse* verwendet wird.

Daten **aus CINEMA** Netzdokumentationssystem:

- Hersteller
- Typ
- Modell
- Seriennummer
- Werk
- Gebäude
- Etage
- Raum

Schließlich ist noch die zuständige Bearbeitergruppe zu ermitteln, für die Zuweisung des Trouble-Ticket's. Dies geschieht mit Hilfe der ATTG-Tabelle (siehe

Abschnitt 6.3.3: Die ATTG-Tabelle) anhand welcher die Alarme identifiziert und einer Bearbeitergruppe zugeordnet werden.

Daten **aus ATTG-Tabelle**:

- zuständige Gruppe (für die Zuweisung des TT's)

6.3.2 Anlegen des TT's in die CINEMA-Datenbank

Vollständig zusammengestellte Trouble-Tickets des ATTG-Moduls werden in die CINEMA-Datenbank per SQL angelegt. Dabei ist die Verfügbarkeit der CINEMA-Datenbank Voraussetzung. Für den Problemfall, daß die CINEMA-Datenbank nicht erreichbar ist, müssen erstellte Trouble-Tickets des ATTG-Moduls zurückgehalten und gepuffert werden, bis die CINEMA-Datenbank wieder verfügbar ist. Zusätzlich kann das ATTG-Modul einen City-Ruf auslösen, welcher auf den Ausfall der CINEMA-Datenbank aufmerksam macht ohne dafür ein Trouble-Ticket zu generieren.

Sobald ein neues aus dem ATTG-Modul erstelltes Trouble-Ticket erfolgreich in die CINEMA-Datenbank angelegt wurde, muß die Benachrichtigung der zuständigen Gruppe angestoßen werden. Dies erfolgt über einen RPC auf die CINEMA-Applikation, der die Prozedur "WARNCHK" mit Parametern *Problemnummer* und *Gruppe* aufruft.

6.3.3 Die ATTG-Tabelle

Mit Hilfe der ATTG-Tabelle, sollen folgende Aufgaben des ATTG-Moduls erfüllt werden:

- Alarm-Identifizierung (u.a. durch Klassifizierungen)
- Gruppenzuweisung der ATTG-erstellten TT's
- kurzfristige Ausfälle erkennen, um überflüssige TTs zu vermeiden
- "Übersetzung" der Alarme für den City-Ruf-Meldungstext

Die ATTG-Tabelle besteht aus folgenden Spalten (siehe Abbildung 6.3):

- *Melder* [1] (für die Alarm-Identifizierung + Klassifizierung)

[1] mit *Melder* wird das Managementsystem bezeichnet, aus welchem der Alarm kam

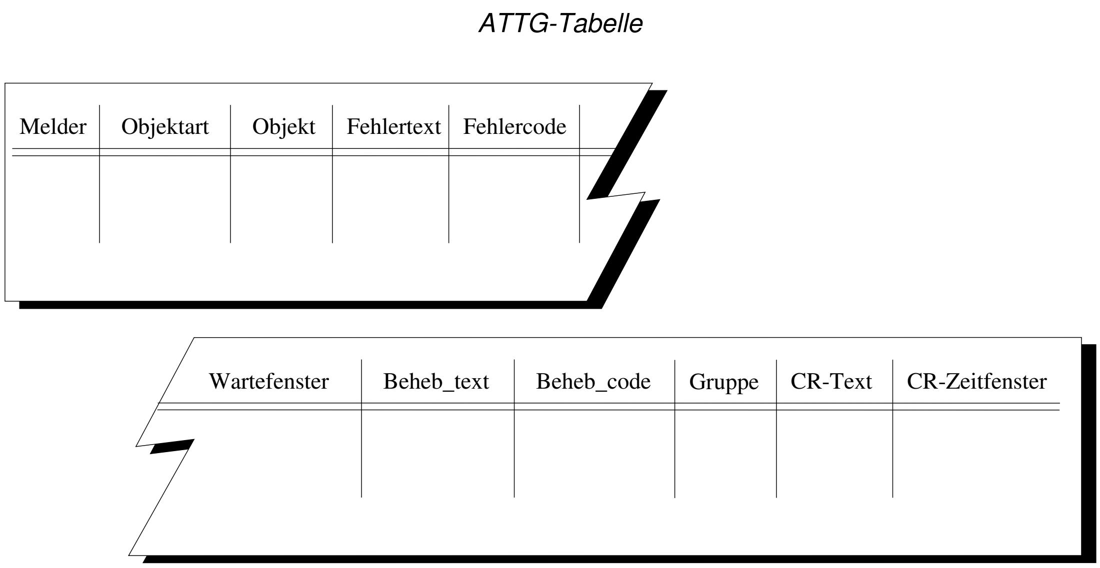

Abbildung 6.3: Die ATTG-Tabelle

- *Objektart* (für die Alarm-Identifizierung + Klassifizierung)
- *Objekt* (für die Alarm-Identifizierung + Klassifizierung)
- *Fehlertext* (für die Alarm-Identifizierung)
- *Fehlercode* (für die Alarm-Identifizierung)
- *Wartefenster* (definierte Karenzzeit)
- *Beheb_text* (für die Erkennung kurzfristiger Ausfälle)
- *Beheb_code* (für die Erkennung kurzfristiger Ausfälle)
- *Gruppe* (für die Gruppenzuweisung)
- *CR-Text* (für den City-Ruf-Meldetext)
- *CR-Zeitfenster* (zu welchen Tageszeiten ist City-Ruf auszulösen))

Die ATTG-Tabelle dient in erster Linie der *Alarm-Identifizierung*, damit die aus Alarmen generierten Trouble-Tickets einer zuständigen Bearbeitergruppe zugeordnet werden und diese schließlich, wenn das Trouble-Ticket angelegt worden ist, auch benachrichtigt wird. Die Identifizierung der Alarme geschieht mit den ersten fünf Spalten der ATTG-Tabelle (*Melder*, *Objektart*, *Objekt*, *Fehlertext*, *Fehlercode*), mit denen die Alarme verglichen werden.

Kriterien für die Alarm-Identifizierung können also sein:

- Managementplattform, aus der der Alarm gekommen ist
- Netzkomponente bzw. -leitung
- Alarmtyp

Bei der Alarm-Identifizierung ist es sinnvoll, *Klassifizierungen* zu definieren und somit bestimmte Alarme zusammenfassend in der ATTG-Tabelle festzuhalten. Solche Klassen können mit den ersten drei Spalten der ATTG-Tabelle (*Melder*, *Objektart*, *Objekt*) gebildet werden.

Folgende **Klassenarten** werden unterschieden :

- Alarme, die aus einer bestimmten Managementplattform kommen
- Alarme, die bestimmte Hersteller/Typ-Komponenten betreffen (z.B. CISCO-Router des Typ's 7000)
- Alarme, die bestimmte Adreßgruppierungen betreffen (durch Adreß-Masken)

In Abbildung 6.4 sind ein paar Klassenbildungen beispielhaft gegeben. Daraus ist ersichtlich, daß in den *Objektart*- und *Objekt*-Feldern verschieden gebildete Referenzklassen möglich sind, die natürlich auch festgelegt sein müssen. Eine genau Festlegung und Zusammenstellung von in Betracht zu ziehenden Klassen wird von der BMW-Betreiberorganisation vorgenommen.

Konkret, können folgende Informationen in den ersten drei Spalten-Feldern der ATTG-Tabelle für eine Klassifizierung stehen:

- **Melder**-Spalte:
  - `<Name>` der Managementplattform, die den Alarm geliefert hat
- **Objektart**-Spalte:
  - `<PU-Einheit>`
  - `<Hersteller>` der Netzkomponente
- **Objekt**-Spalte:

- `<LU-Adresse>`
- `<IP-Adresse>` bzw. IP-Adreßmaske
- `<Typ>` der Netzkomponente (nur im Zusammenhang mit `<Hersteller>` aus dem Objektart-Feld.

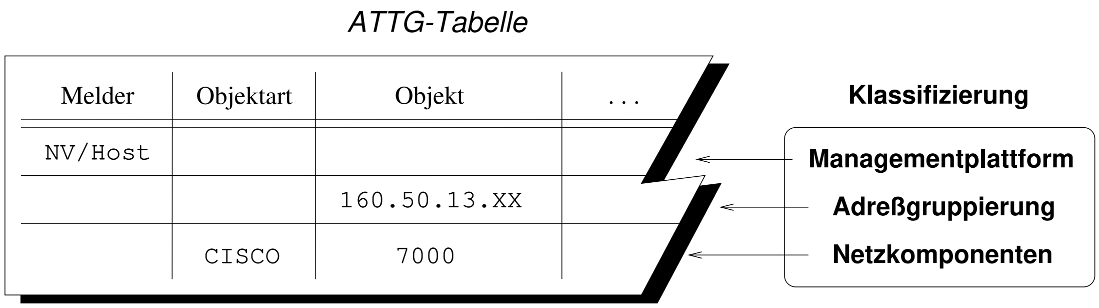

Abbildung 6.4: Klassenbildungen in der ATTG-Tabelle

Um kurzfristige Ausfälle zu erkennen, sind in der ATTG-Tabelle zu bestimmten Alarmtypen *Wartefenster* definiert. Gleichzeitig sind dazu die aufhebenden Fehlertexte bzw. Fehlercodes (*Beheb_text*, *Beheb_code*), auf die in der Zwischenzeit gewartet werden soll, definiert. Erst nach Verstreichen dieser definierten Wartezeit, ohne daß in der Zwischenzeit eine aufhebende Ereignismeldung eintrifft, wird das Trouble-Ticket generiert und angelegt. Damit werden überflüssige, gar nicht mal notwendige Trouble-Tickets in bestimmten Situationen vermieden (z.B. Reboot eines Routers).

In den letzten zwei Spalten (*CR-Text*, *CR-Zeitfenster*) der ATTG-Tabelle ist festgehalten zu welchen Tageszeiten ein City-Ruf anzustoßen ist (*CR-Zeitfenster*)und mit welchem auf dem Display zu erscheinenden City-Ruf-Text (*CR-Text*). Sind diese beiden Felder leer, so ist kein City-Ruf auszulösen.

6.4 Das CITY-RUF-Modul

Eine notwendige Voraussetzung für die Funktionalität des CITY-RUF-Moduls ist die Definition einer <u>Bereitschaftsliste</u>, in der die Gruppenzugehörigkeit, Bereitschaftszeiträume und die City-Ruf-Rufnummern aller Bearbeiter vermerkt sind. Insgesamt sind folgende vier Spalten hierfür vorgesehen:

- *Bearbeiter*
- *Gruppe*
- *Wochentage*
- *Rufnummer*

Die Bereitschaftliste ist für das CITY-RUF-Modul deshalb so wichtig, weil daraus, unter Angabe der Gruppe, ein Bearbeiter und seine City-Ruf-Rufnummer gewonnen wird. Dabei wird natürlich darauf geachtet, daß der gewählte Bearbeiter auch tatsächlich Bereitschaftsdienst hat (Spalte *Wochentage* der Bereitschaftsliste).

Bereitschaftsliste

Bearbeiter	Gruppe	Wochentage	Rufnummer (City-Ruf)

Abbildung 6.5: Die Bereitschaftsliste

Die City-Ruf-Aufträge, die im CITY-RUF-Modul ankommen, haben folgende Parameter:

- *Problemnummer* des betreffenden Trouble-Ticket's
- *Benachrichtigungsgruppe*, an die das Trouble-Ticket weitergeroutet bzw. erstmals zugewiesen wird (im Falle der ATTG)
- *CR-Text*, der auf dem Display erscheinen soll

Mit Hilfe der *Problemnummer*, soll später nach dem Absetzen des City-Rufs überprüft werden ob das Trouble-Ticket rechtzeitig vom Bearbeiter übernommen wurde. Hierfür muß wiederum eine City-Ruf-Liste verwaltet werden, in der jeder einzelne abgesetzte City-Ruf-Auftrag verzeichnet ist, mit Zusatzinformation an welchen Bearbeiter der City-Ruf gerichtet ist und einem Zeitstempel (wann der

City-Ruf-Auftrag auf den BTX-Server abgesetzt worden ist). Die Überprüfung ob ein Trouble-Ticket rechtzeitig vom Bearbeiter übernommen wurde erfolgt über eine einfache Abfrage des Status-Feldes des betreffenden Trouble-Ticket's (über die *Problemnummer*) in der CINEMA-Datenbank. Falls der Status des Trouble-Ticket's dann nach einer fest vorgegebenen Zeitspanne – die für alle abgesetzten City-Ruf-Aufträge gleich ist – immer noch "Routing" ist, wird davon ausgegangen, daß der Bearbeiter mit dem City-Ruf nicht erreicht worden ist [1] und setzt erneut einen neuen City-Ruf-Auftrag ab an den nächsten diensthabenden Bearbeiter, dessen Rufnummer auch aus der Bereitschaftsliste ermittelt wird. Ist in der Bereitschaftsliste kein weiterer diensthabender Bearbeiter zu finden (was dem Normalfall entspricht), wird die Bereitschaftsliste erneut durchgegangen, wobei diesmal nicht-diensthabende Bearbeiter für den nächsten City-Ruf gewählt werden.

City-Ruf-Liste

Problemnummer	Gruppe	CR-Text	Bearbeiter	Zeitstempel

Abbildung 6.6: Verwaltung der abgesetzten City-Rufe in der City-Ruf-Liste

Nebst den City-Ruf-Parametern (*Problemnummer*, *Benachrichtigungsgruppe*, *CR-Text*) wird also in der City-Ruf-Liste der Bearbeiter, an den der City-Ruf gerichtet ist und der Zeitpunkt, zu dem der City-Ruf auf den BTX-Server abgesetzt worden ist, vermerkt (siehe auch Abbildung 6.6):

- *Problemnummer*
- *Benachrichtigungsgruppe*
- *CR-Text*

[1] nach Aussage von Mitarbeitern der Abteilung FI-20, ist es öfter vorgekommen, daß erfolgreich abgesetzte City-Rufe "verloren" gegangen sind

- *Bearbeiter*
- *Zeitstempel*

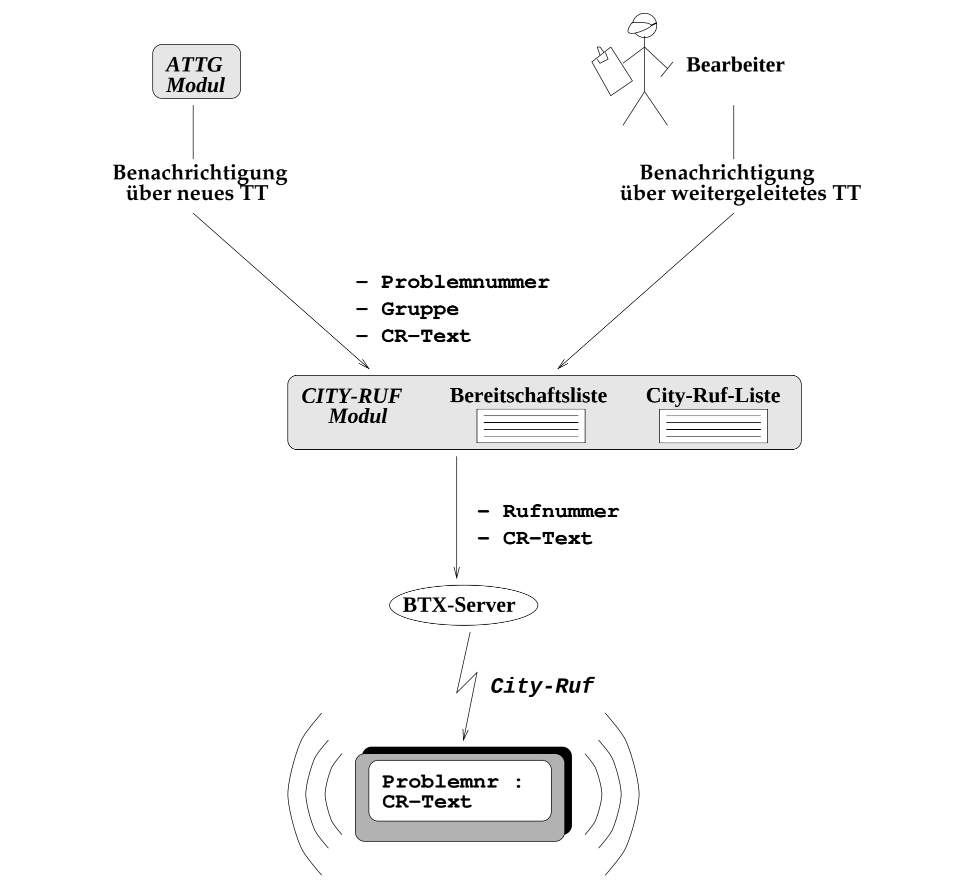

Abbildung 6.7: City-Ruf Datenflüße

Die Aufgaben des CITY-RUF-Moduls sind:

- City-Ruf-Aufträge entgegennehmen (mit Parameter *Problemnummer*, *Benachrichtigungsgruppe* und *CR-Text*)
- aus Bereitschaftsliste und *Benachrichtigungsgruppe* eine City-Ruf-Rufnummer ermitteln
- City-Ruf-Aufträge via RPC auf BTX-Server absetzen (mit Parameter *City-Ruf-Rufnummer* und *Problemnummer* mit *CR-Text* konkateniert als neuer *CR-Text*)

- Nach Absetzen eines City-Ruf-Auftrags, überprüfen ob das betreffende TT nach einer bestimmten Zeit übernommen wurde (TT-Zustand: "open/active"). Andernfalls wird eine weitere City-Ruf-Rufnummer aus der Bereitschaftsliste gewählt und erneut versucht einen anderen Bearbeiter zu alarmieren.

City-Ruf-Aufträge können erteilt werden:

- vom ATTG-Modul (automatisiert)
- von einem Bearbeiter beim weiterrouten über CINEMA (manuell)

Eine weitere Anforderung ist, beim weiterrouten eines dringenden Problems, zusätzlich City-Ruf anzustoßen (manuell durch den Bearbeiter). Für diesen Zweck ist ein weiteres optionales "City-Ruf-Feld" in der bestehenden TT-Maske zu definieren. Dieses "City-Ruf-Feld" ist gleichzeitig der *CR-Text*. Will also der Bearbeiter beim weitergeben eines Trouble-Ticket's auch City-Ruf auslösen, füllt er das "City-Ruf-Feld" mit dem gewünschten *CR-Text* aus. Ist das "City-Ruf-Feld" leer wird kein City-Ruf ausgelöst. Die CINEMA-Funktionalität muß diesbezüglich erweitert werden, sodaß ein City-Ruf-Auftrag an das CITY-RUF-Modul erteilt wird.

Der finale City-Ruf-Auftrag, der auf dem BTX-Server über einen RPC aufgerufen wird, besteht aus den Parametern:

- *City-Ruf-Rufnummer*
- *CR-Text* [2]

Die ganzen Datenflüße und Parameterübergaben für die City-Ruf-Funktionalität des CITY-RUF-Moduls sind in Abbildung 6.7 wiedergegeben.

[2] im endgültigen *CR-Text* steht auch die Problemnummer dabei, also: *Problemnummer* mit *CR-Text* konkateniert

6.5 ATTG über das Verfügbarkeitsmodul

Die ATTG kann im *Verfügbarkeitsmodul* realisiert werden, weil dieses bereits gewisse ATTG-Funktionen erfüllt.

> **Bemerkung:** Es sei angemerkt, daß das Verfügbarkeitsmodul zur Zeit nur Alarme aus NetView/6000 und SPECTRUM auswertet.

Das Verfügbarkeitsmodul, erfüllt unter anderem folgende Aufgaben, die für die ATTG relevant sind:

- **Filterung von Alarmen** (z. Z. nur Alarme, die Router-Ausfälle im Backbone-Bereich melden)
- **Informationsgewinnung aus Alarmen:**
  - Name (des Routers)
  - Port
  - Zeitpunkt des Ausfallbeginns

  Für die ATTG müssen weitere Informationen aus den Alarmen gewonnen werden (siehe Abschnitt 6.3.1)
- **Ergänzen der Alarmdaten** mit weiteren Komponenteninformationen aus der CINEMA-Netzdokumentation:
  - Herstellerdaten
  - Topologiedaten

Zusätzlich wäre das Verfügbarkeitsmodul durch eine ATTG-Tabelle zu ergänzen, für die Klassifizierung der Alarme, damit die richtige Bearbeitergruppen-Zuordnung stattfindet.

Insgesamt würde ein Großteil der ATTG-Funktionalität im Verfügbarkeitsmodul ausgelagert werden. Die Funktionalität des ATTG-Moduls der Kommunikationsschnittstelle würde sich dann auf das korrekte Anlegen der ATTG-TTs beschränken (Fehlerbehandlung: CINEMA-TT-Datenbank unerreichbar).

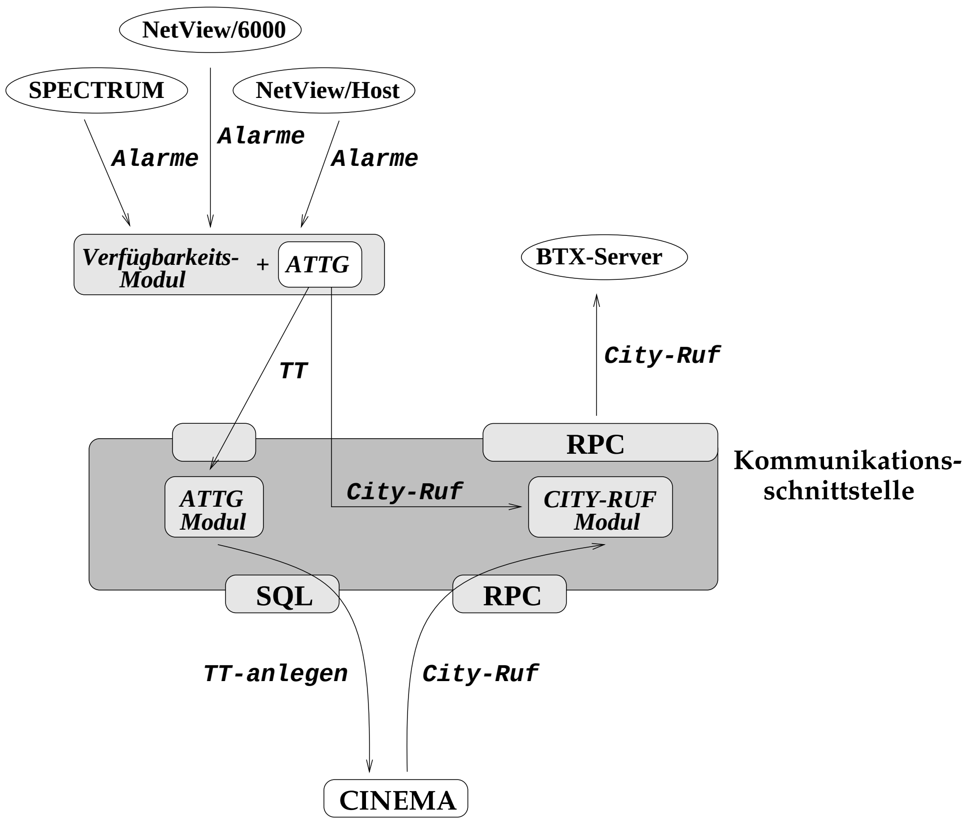

Abbildung 6.8: ATTG mittels Verfügbarkeitsmodul

Kapitel 7

Zusammenfassung und Ausblick

Mit *Kommunikationsschnittstelle* wird die Ansammlung aller Schnittstellen eines Trouble-Ticket-Systems zu den Endanwendern, Bearbeitern und Netzüberwachungswerkzeuge (z.B. Management-Plattformen), sowie zu allen Informationssystemen, durch welche Benachrichtigungsabläufe geregelt werden sollen.

Die drei Hauptaufgaben, die die Kommunikationsschnittstelle zu erfüllen hat, sind:

- **Dem Endanwender eine Reihe von alternativen Störungsmeldungswege bereitstellen:**
  Neben dem hauptsächlichen Meldungsweg über das Telefon, bieten sich weitere alternativen Störungsmeldungswege, wie z.B.:

  - E-Mail
  - World Wide Web (WWW)

  WWW bietet sich wegen der graphischen Oberfläche insbesondere dafür an.

- **Netzmanagementwerkzeuge (insbesondere Managementplattformen) als Störungsmelder hinzuziehen:**
  Dazu sind Alarmauswertungen vorzunehmen um gegebenenfalls automatisch ein Trouble-Ticket zu generieren *(ATTG)*. Mögliche Netzüberwachungswerkzeuge hierfür sind:

  - Managementplattformen
  - Element-Managementsysteme
  - sonstige Netzüberwachungswerkzeuge

- **Integration von verschiedenen Informationssystemen zur Automatisierung von Benachrichtigungsabläufen im Fehlermanagement:** Die automatischen Benachrichtigungen sind ereignisabhängig und sind im wesentlichen:
  - Benachrichtigung eines Bearbeiters über ein ihm zugeteiltes Trouble-Ticket
    (Ereignis: Routing)
  - Rückmeldung an Endanwender über eine behobene Störung
    (Ereignis: Trouble-Ticket in Zustand "*closed*" übergegangen)
  - Aufforderung an Endanwender ein fehlerhaft ausgefülltes Trouble-Ticket zu korrigieren
    (Ereignis: nicht korrekt ausgefülltes Endanwender-TT wurde registriert)

  Mögliche Benachrichtigungswerkzeuge sind:
  - *City-Ruf* (ausschließlich zur Bereitschaftsauslösung von Bearbeitern)
  - *E-Mail* (für Rückmeldungen an Endanwender)
  - *FAX* (für Rückmeldungen an Endanwender)
  - *Sprachausgabe* (für Rückmeldungen an Endanwender)

Im weiteren Verlauf wurde konkret auf die automatische Trouble-Ticket-Generierung (*ATTG*) und das Benachrichtigungswerkzeug City-Ruf eingegangen. Dabei wurden folgende Bearbeitungsschritte für die ATTG aus Alarmen festgestellt:

- Filterung der Alarme
- Zusammenstellung des Trouble-Ticket's
  - Adreß- und Fehlerdaten aus Alarmen
  - Hersteller- und Topologiedaten aus Netzdokumentationssystem über betroffene Netzkomponente
  - zuständige Bearbeitergruppe ermitteln
- Anlegen des erstellten Trouble-Ticket's in die TTS-Datenbank
- zusätzlich Bereitschaft über City-Ruf auslösen

Mit Hilfe der *ATTG-Tabelle* (siehe Abschnitt 6.3.3) werden die Alarme identifiziert und klassifiziert, um eine zuständige Bearbeitergruppe für das generierte Trouble-Ticket zu ermitteln. Die anschließende Benachrichtigung erfolgt mit Hilfe der *Bereitschaftsliste* (siehe Abschnitt 6.4), in welcher Bearbeiterinformationen bereitgestellt werden bzgl. Gruppenzugehörigkeit, Bereitschaftszeiträume und City-Ruf-Rufnummern, falls zusätzlich City-Ruf ausgelöst werden soll. Abgesetzte City-Ruf-Aufträge werden eine zeitlang in der *City-Ruf-Liste* vermerkt, um nachzuprüfen ob das dazugehörige Trouble-Ticket rechtzeitig (innerhalb einer festgelegten, vorgegebenen Zeitspanne) in den Zustand "open/active" übergeht und somit bearbeitet wird. Ist dies nicht der Fall wird erneut ein City-Ruf an einen weiteren Bearbeiter abgesetzt (wiederum mit Hilfe der Bereitschaftsliste).

7.1 Fazit

Einmal mehr wurde die Notwendigkeit eines integrierten Netz- und Systemmanagements bestätigt, in dem es möglichst keine alleinstehenden, selbstständigen Managementwerkzeuge geben sollte. Für die ATTG werden Informationen aus Managementplattform und Netzdokumentationssystem benötigt um schließlich in der TTS-Datenbank angelegt zu werden.

Weitere Arbeiten können sich eingehend mit der *Symptomkorrelation* befassen, wobei:

- *dienstorientierte* vom Endanwender gemeldete Symptombeschreibungen
- *komponentenorientierte* von Managementplattformen gemeldete Symptombeschreibungen

zu unterscheiden sind. Besonders interessante Punkte, die dabei nicht übersehen werden sollten, sind:

- Alarmkorrelation, die nach folgenden zwei Kriterien erfolgen kann:
  - topologische Abhängigkeiten
  - funktionale Abhängigkeiten
- Kenntnis über das Verhalten von Fehlerausbreitungen bei bestimmten Fehlerzuständen, insbesondere folgende Fehlerausbreitungsarten:
  - systemübergreifende Fehlerausbreitung (*horizontale* Fehlerausbreitung)
  - schichtenübergreifende Fehlerausbreitung (*vertikale* Fehlerausbreitung)

Teil III

Anhang

Anhang A

Abkürzungsverzeichnis

API	Application Programming Interface
ATTG	Automatic Trouble Ticket Generation
BMW	Bayerische Motoren Werke
CBR	Case Based Reasoning
CCITT	International Telegraph and Telephone Consultative Commitee
CICS	Customer Information Control System
CLI	Command Line Interface
FEP	Front End Processor
HP	Hewlett Packard
IAB	Internet Activities Board
IBM	International Business Machines Inc.
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IP	Internet Protocol
ISO	International Standards Organisation
JES	Job Entry System
LAN	Local Area Network
LU	Logical Unit
MAN	Metropolitan Area Network
MTTR	Mean Time To Repair
MVS	Multiple Virtual Storage
NCP	Network Control Protocol
OSI	Open Systems Interconnection
OV	Office Vision
PU	Physical Unit
RBR	Rule Based Reasoning
RFC	Request For Comments
RPC	Remote Procedure Call
SNA	Systems Network Architecture

SQL	Structured Query Language
TCP	Transmission Control Protocol
TSO	Time Sharing Option
TT	Trouble Ticket
TTS	Trouble Ticket System
UGTT	User Generated Trouble Ticket
UHD	User Help Desk
VM	Virtual Machine
VT	Virtual Terminal
VTAM	Virtual Telecommunications Access Method
WAN	Wide Area Network
WWW	World Wide Web
ZSA	Zentrale Störungs-Annahme

Abbildungsverzeichnis

1.1 Fehlermanagement 2

2.1 Phasen des Faultmanagements 12
2.2 Fehlermanagement mit Hilfe eines Trouble-Ticket-Systems 16

3.1 Die drei Eskalationsebenen 23
3.2 Die Trouble-Ticket-Zustände 24

4.1 Die Organisationsstruktur 29

5.1 Einordnung der KS-Aufgaben im Fehlermanagement 40
5.2 Involvierte Personen und Anwendungen 43
5.3 Die Kommunikationsschnitstellen-Architektur (vereinfacht) 44
5.4 Datenquellen für die ATTG 47
5.5 Die "Vermittlungsknoten" *ZSA* und *ATTG* 48
5.6 *Notification Controlling* und ereignisabhängige Benachrichtigungen 50

6.1 ATTG- und CITY-RUF-Modul der Kommunikationsschnittstelle . 54
6.2 Datenquellen für das Trouble-Ticket 57
6.3 Die ATTG-Tabelle 59
6.4 Klassenbildungen in der ATTG-Tabelle 61
6.5 Die Bereitschaftsliste 62
6.6 Verwaltung der abgesetzten City-Rufe in der City-Ruf-Liste . . . 63
6.7 City-Ruf Datenflüße 64
6.8 ATTG mittels Verfügbarkeitsmodul 67

Literaturverzeichnis

[Ball91] W. Ballnath, “Untersuchung der Automatisierbarkeit von Fehlerdiagnosen im Kommunikationsnetz des Leibniz-Rechenzentrums”, Diplomarbeit, November 1991.

[Bert95] D. Bertram, “Analyse bestehender Verfahren des Problemmanagements im Hinblick auf deren Unterstützung durch ein Trouble-Ticket-System”, Diplomarbeit, Technische Universität München, Februar 1995.

[CCITT D565/5] study group VII, “Trouble Management Function - An Overview”, Genf, 26-30 Oktober 1992.

[CINEMA94] BMW/FI-21, “CINEMA-Benutzerdokumentation”, 3. Quartal 1994.

[DrVa95] G. Dreo, R. Valta, “Using Master Tickets as a Storage of Problem-Solving Expertise”, In Y. Raynaud and A. Sethi, editors, Proceedings of the 4th IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management, Santa Barbara, IFIP, Chapman & Hall, May 1995.

[Eger95] R. Egerer, “Entwurf eines Modells für die Erstellung einer Verfügbarkeitsdokumentation und deren effektive Nutzung im Bereich des integrierten Netzmanagements”, Diplomarbeit, Technische Universität München, November 1994.

[Fisc90] U. Fischer, “Systematisierung der Diagnose von Funktionsstörungen in heterogenen Rechnernetzen”, Diplomarbeit, Technische Universität München, Mai 1990.

[GoLa91] R. M. Goodman and H. Latin, “Automated Knowledge Acquisition from Network Management Databases”, pp. 541-549, Integrated Network Management II, Washington 1991.

[Hals92] F. Halsall, “Data Communications, Computer Networks and Open Systems”, Addison-Wesley, 3. Edition, 1992.

[HeAb93] H.-G. Hegering, S. Abeck, "Integriertes Netz- und Systemmanagement", Addison Wesley, 1. Auflage, 1993.

[ISO 7498-4] Information Technology-OSI "Basic Reference Manual-Part 4: Management Framework", Open Systems Interconnection.

[LeDr93] L. Lewis, G. Dreo, "Extending Trouble-Ticket-Systems to Fault Diagnostics", IEEE Network Special Issue on Integrated Network Management, 7(6):44-51, November 1993.

[Prob95] E. Probst, "Ermittlung einer Trouble-Ticket-Struktur als Grundlage zur Durchführung des Problemmanagements eines verteilten Systems durch einen externen Serviceanbieter", Diplomarbeit, Technische Universität München, August 1995.

[Prus95] J. Prusseit, "Konzept zur Einbettung eines bestehenden Netzdokumentationssystems in eine integrierte Managementwerkzeug-Umgebung", Diplomarbeit, Technische Universität München, August 1995.

[RFC 1297] D. Johnson, "NOC Internal Integrated Trouble-Ticket-System Functional Specification Wishlist (NOC TT Requirements)", Januar 1992.

[VaDr93] R. Valta, G. Dreo, "Einsatz eines integrierten Trouble-Ticket-Systems zur Verbesserung der Fehlerdiagnose", HMD-Theorie und Praxis der Wirtschaftsinformatik, 171:45-59, 1993.

[Weic95] T. Weichenberger, "Entwicklung eines Konzepts zur Erweiterung der Benutzerschnittstelle eines bestehenden Netz- und Fehlerdokumentationssystems", Diplomarbeit, Technische Universität München, November 1995.

[Weis94] H.-P. Weiß, "Erstellung eines Konzepts zur Datenintegration im Netzmanagement und dessen Anwendung auf eine konkrete Netzbetreiber-Organisation", Diplomarbeit, Technische Universität München, November 1994.