

## System Alarming für Energiesysteme

Michael J.M. Wagner<sup>1</sup>, Friedrich Eisenhauer<sup>2</sup> und Dagmar Koß<sup>3</sup>

**Abstract:** System Alarming ist eine systemunterstützende Funktion, die bereits seit Jahrzehnten in den Telekommunikationsnetzen für störungsfreien Betrieb sorgt. Diese Funktion sammelt Informationen über abnorme Betriebszustände und ermöglicht es so dem Wartungspersonal zielgerichtet einzugreifen, bevor es zu einem Systemversagen kommt. Durch das Wichtigerwerden von erneuerbaren Energien werden unsere Energiesysteme immer heterogener. Eine Alarming-Implementierung mit offenen Schnittstellen ist daher eine Voraussetzung zur Abbildung eines Systemzustands. Angelehnt an die in der Telekommunikationsbranche genutzten Standards wird hier eine leichtgewichtiger Implementierung vorgestellt, die für den Einsatz in Energiesystemen geeignet ist. Exemplarisch wird diese Anwendung am fortiss-Demonstrator eingesetzt.

**Keywords:** Systemüberwachung, Entstörung, Alarmierung, Smart Grid

### 1 Einleitung

Die Zuverlässigkeit von komplexen Systemen beruht auf zwei Säulen: Zum einen müssen die Systeme selbst eine hohe Qualität aufweisen, zum anderen müssen Störungszustände einzelner Komponenten erkannt und behoben werden, bevor es zu einem Systemversagen kommt. System Alarming, kurz „Alarming“, ist eine systemunterstützende Funktion, die in vielen Bereichen verteilter Systeme zum Einsatz kommt. Aufgabe ist es Fehlerzustände, die im System erkannt werden, geeignet zu speichern, weiterzugeben und zu bilanzieren. Alarming wurde bereits vor etwa 20 Jahren in der Telekommunikationsbranche über Standards definiert und in verschiedenen Systemen implementiert.

Die Realisierung von Alarming im Telekommunikationsumfeld ist durch die Q3-Schnittstelle, definiert im ITU-Standard (International Telecommunication Union) [X.720] gekennzeichnet. Die Realisierung der Q3-Schnittstelle ist durch das Kommunikationsmuster Manager-Agent bestimmt. Jeder Knoten ist Agent für eine übergeordnete Management-Funktion, kann aber auch in komplexeren Zusammenhängen bezüglich untergeordneter Einheiten selbst als Manager auftreten [X.701].

Dieser Beitrag stellt die Alarmingkonzepte der Telekommunikation vor und zeigt, wie diese, entsprechend angepasst, für den Bereich der Energiesysteme ihre Nützlichkeit entfalten.

---

<sup>1</sup> WagnerTech UG, Turfstr. 18a, 81929 München, michael@wagnertech.de

<sup>2</sup> WagnerTech UG, Turfstr. 18a, 81929 München, frido@wagnertech.de

<sup>3</sup> fortiss GmbH, Guerickestraße 25, 80805 München, koss@fortiss.org

## 2 System Alarming in der Telekommunikationsbranche

### 2.1 Managed Object

Im ITU-Standard [X.700] wird *Managed Object* als generische Entität beschrieben, auf die alle administrativen Vorgänge bezogen sind. Die betriebsrelevanten Systemressourcen (HW/SW) werden in *Managed Objects* abgebildet. Zu Alarmierungszwecken haben diese optional einen Alarmstatus und können durch Notifikationen weitere Alarmparameter anzeigen, die im Standard [X.733] zum *Alarm Reporting* beschrieben werden.

Gegenstand der beiden folgenden Standards [X.734] und [X.735] ist, wie mit den Notifikationen bei auftretenden Ereignissen zu verfahren ist. In X.734 wird das *Logging* von Ereignissen (*Notification* → *Log Record*), in X.735 die Weiterleitung von Ereignissen (*Notification* → *Event Report*) beschrieben. Die Fähigkeit zur aktiven Weiterleitung von Ereignismeldungen (*Event Reports*) ist ein wesentlicher Bestandteil der Agent-Rolle im Q3-Protokoll. Gesteuert wird diese Weiterleitung durch den *Event Forwarding Discriminator*.

### 2.2 Alarm Summary

Die in den Standards X.733 bis X.735 beschriebenen Funktionalitäten beschreiben die Verwaltung von Alarmzuständen am einzelnen Objekt und deren *Logging* und Weiterleitung. Bei großen Systemen ist es aber nötig, aus Hunderten von Alarmzuständen eine einheitliche *Alarm Summary* (Alarmbilanz) zu erstellen. Diese Funktionalität ist in [Q.821] beschrieben. Alarmbilanzen lassen sich bezüglich verschiedener Gesichtspunkte erstellen, z.B. nach Funktionsgruppen oder den Hardwareeigenschaften der überwachten Objekte. Kernpunkt ist die Verwaltung der Dringlichkeiten, die es dem Entstöpersonal ermöglicht, schnell die richtigen Maßnahmen zu ergreifen. Zur in Q.821 beschriebenen Funktionalität gehört auch die Erstellung von periodischen Summary Reports.

## 3 Einsatz in Energiesystemen

Moderne Energiesysteme, in denen viele heterogene und dezentrale Einheiten zusammenwirken, stellen uns vor ähnliche Probleme, wie die Telekommunikationsnetze: Fehlfunktionen einzelner Komponenten werden von der Netzregelung kompensiert. Fehlt aber ein Alarming, das für eine gezielte Entstörung genutzt wird, kann es beim Ausfall zu vieler Komponenten zum Netzversagen kommen, was bei Energienetzen drastischere Auswirkungen hat, als in der Telekommunikation.

Die in den ITU-Standards beschriebenen Funktionalitäten sind teilweise etwas schwergewichtig. Die Q3-Objekte weisen eine hohe Komplexität auf. So enthalten beispielsweise der *EventForwardingDiscriminator* und das Log im Standard einen rekursiven Filter auf

alle im Managementmodell befindlichen Objekte. In hochverteilten Systemen mit oftmals sehr kleinen Einheiten bietet sich daher ein leichtgewichtigerer Ansatz an. Das SNMP (*simple network management protocol*) der TCP/IP-Suite bietet Möglichkeiten, die in den Standards X.733 bis X.735 beschriebenen Funktionalitäten zu substituieren. Andere Protokolle bieten ähnliche Möglichkeiten Alarmer zu melden. Die zentrale Funktion der Alarmbilanzierung ist mit diesen Protokollen aber nicht abgedeckt.

### 3.1 Systemaufbau

Die hier vorgestellte Software orientiert sich bei der Alarmbilanzierung am ITU-Standard Q.821, ohne alle Details zu implementieren. Das System hat folgenden Aufbau:

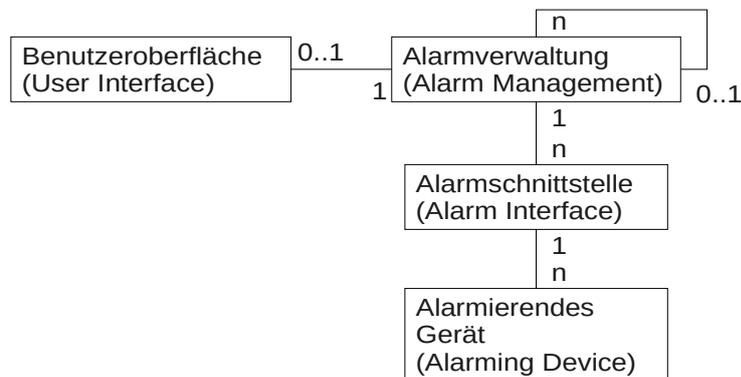


Abbildung 1: Systemaufbau

Die zentrale Einheit von Alarming ist die Alarmverwaltung. Diese kann hierarchisch aufgebaut und auf verschiedene Knoten verteilt sein. An einer Alarmverwaltung kann, muss aber nicht, eine Benutzeroberfläche angebunden sein. Die alarmierenden Geräte sind über Alarmschnittstellen, die ggf. eine Protokollumsetzung vornehmen, an die Alarmverwaltung angeschlossen.

Die Aufgaben der Alarmverwaltung sind:

- Aufzeichnung der Alarmer: Jedes Alarmereignis, das über die Alarmschnittstelle gemeldet wird, wird in einer Logdatei gespeichert. Diese Funktion spiegelt das Logging aus X.734 wieder.
- Bewertung der Alarmer: In Abhängigkeit von einer im alarmierenden Gerät selbst erkannten Beeinträchtigung der Gesamtfunktionalität (*service influence*) und dem Alarmtyp bestimmt eine Bewertungslogik auf der Basis von hinterlegten Regeln die Alarmpriorität.

- Alarmweiterleitung: Da Instanzen der Alarmverwaltung hierarchisch angeordnet sein können, entscheidet die Alarmweiterleitung über ein hinterlegtes Regelwerk, welche weitere Instanzen der Alarmverwaltung zu informieren sind. Die Weiterleitung kann auch an andere Ausgabemedien, wie e-mail, erfolgen.
- Bilanzierung: Um über eine große Anzahl von Alarmen einen Überblick zu erhalten, ist es wichtig, diese zu bilanzieren. Ein Bilanzmonitor überwacht bestimmte Alarmtypen und zeigt die anliegenden Alarmprioritäten. Falls eine höhere Alarmpriorität neu hinzukommt, stellt dies selbst wieder ein Alarmereignis dar, das an eine hierarchisch höher liegende Alarmverwaltung weitergeleitet werden kann.
- Alarmberichte: Der Bilanzmonitor ist das Einstiegsobjekt zur Entstörung: Ausgehend von einer Monitorinstanz kann sich das Wartungspersonal die Einzelalarme auflisten lassen.
- Datenpflege: Über die Datenpflege können die Regelwerke für die Bewertung und Weiterleitung von Alarmen gepflegt werden. Darüber hinaus können Bilanzmonitore mit den zu überwachenden Alarmtypen angelegt oder gelöscht werden.

### 3.2 Datenmodell

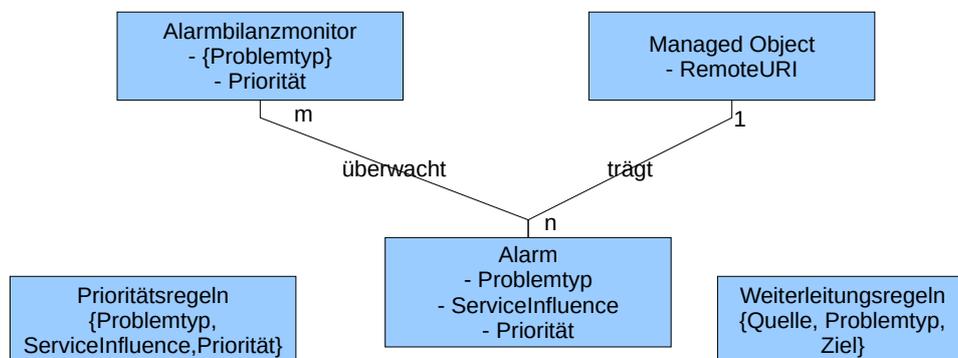


Abbildung 2: Datenmodell von System Alarming

Jeder Systemalarm wird genau einem Managed Object zugeordnet, dem Träger des Alarms. Ein Bilanzmonitor überwacht die anliegenden Alarme anhand einer Auswahlregel für Problemtypen. Er ermittelt die höchste anliegende Alarmpriorität. Die Prioritätsregeln ermöglichen die Ermittlung einer Alarmpriorität anhand der Parameter *Problemtyp* und *Service Influence*. Die ermittelte Alarmpriorität wird im Alarm hinterlegt. Die

Weiterleitungsregeln bestimmen, an welche weiteren Instanzen der Alarmverwaltung oder an welche e-mail-Adressen ein Alarmereignis weitergeleitet werden soll.

Statt der *Service Influence* kann auch ein Schwellwertpegel hinterlegt werden. In diesem Fall kann das System bei Schwellwertmeldungen entscheiden, welche Alarmstufe erreicht ist. Beim Unterschreiten des entsprechenden Niveaus wird wieder deeskaliert.

### 3.3 Einbettung in den fortiss-Demonstrator

Die Integration der Erzeugung von erneuerbaren Energien in die Haustechnik verwandelt letztere in Smart Grids. Damit die Haustechnik aber zu einem stabilen Regelsystem wird, das Produktion, Speicherung und Verbrauch der Energie steuert, wird eine skalierbare Software benötigt, die für verschiedene Größenordnungen von Systemen geeignet ist. Für den fortiss-Demonstrator<sup>4</sup> wurde eine mehrschichtige, SOA (*service oriented architecture*)-basierte und verteilte Softwarearchitektur gewählt, deren Implementierung offene Schnittstellen für anzuschließende Geräte auf der einen und Verwaltungssoftware auf der anderen Seite bietet. Verbunden werden Geräte- und Verwaltungsschicht durch eine Kommunikationsschicht. System Alarming wurde als ein Element der Verwaltungsschicht an die Kommunikationsschicht über eine Webservice-Schnittstelle angebunden [Ko2012] (Abb. 3).

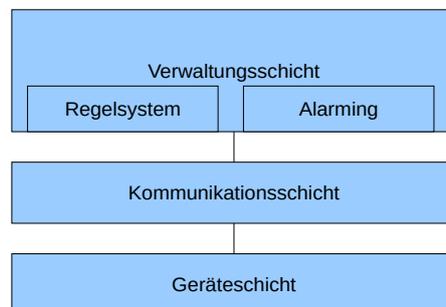


Abbildung 3: Architektur des fortiss-Demonstrators

Die Verwaltungsschicht enthält neben dem Alarming auch ein Regelsystem. Wie in [Du2014] beschrieben dient dieses Regelwerk zur Abstimmung der Energieerzeuger und -verbraucher. Hier können entsprechende Ereignisse auch der Alarmierungskomponente zugestellt werden.

Abbildung 4 zeigt den für die Pilotanwendung am fortiss Demonstrator realisierten Nachrichtenfluss.

<sup>4</sup> Projekt-Homepage: <http://ses.fortiss.org/>

Ein alarmierendes Gerät liefert seine Zustandsdaten über ein geräteabhängiges Protokoll an das Regelsystem. Über dieses Regelwerk können abnorme Betriebszustände erkannt und an System Alarming gemeldet werden.

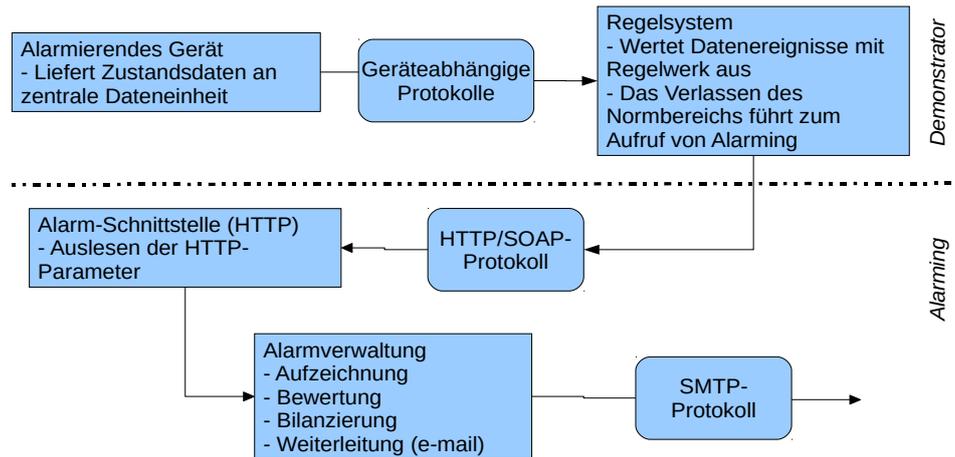


Abbildung 4: Nachrichtenfluss am fortiss Demonstrator

Die Alarmverwaltung zeichnet das Ereignis auf und bewertet den Alarm. Ist ein passender Bilanzmonitor eingerichtet, so ändert sich gegebenenfalls dessen Alarmbilanz. Erhöht sich dadurch die anliegende Alarmpriorität im Bilanzmonitor, so stellt dies selbst ein Alarmereignis dar. Über die Weiterleitungsregeln wird entschieden, ob das primäre Ereignis und/oder das Bilanzereignis weitergeleitet wird. Ziel der Weiterleitung kann eine weitere Instanz der Alarmverwaltung oder auch eine einfache e-mail-Adresse sein.

Im derzeitigen Integrationsstand ist die Eignung dieser System Alarming Implementierung verteilte Ressourcen über eine hierarchische Struktur zu überwachen noch nicht genutzt. Dies soll in einem zweiten Schritt durch Anbindung eines weiteren Smart Grids erfolgen.

### 3.4 Benutzerführung

Fehlererkennung, -weiterleitung, -bilanzierung und -anzeige dienen schließlich dem Zweck, das Wartungspersonal bedarfsgerecht zum alarmierenden Gerät zu führen. Daher zeigt die Benutzeroberfläche als erstes eine Übersicht über die Bilanzmonitore mit ihren Alarmprioritätsbilanzen, die die Existenz von unbestätigten oder bestätigten Alarmen der jeweiligen Prioritäten und Alarmtypen aufzeigen (Abb. 5).

**SysAI System Alarming Management System**

MONITOR | ADMIN | UI SETTINGS

**Balance Monitor**

**Overview**

Instance	ID	Unconfirmed alarms	Confirmed alarms
All Alarms	1	{major}	{warning,minor,major,critical}
Power Alarms	2	{}	{minor,major,critical}
Facility Alarms	3	{major}	{warning}

SysAI System Alarming WebGUI v0.0.12alpha (20110422), ©2011 WagnerTech UG

Abbildung 5: Einstiegsseite für die Alarmentstörung

Je nach Zuständigkeit des jeweiligen Wartungspersonals kann dieses dann die Alarmentstörung, die durch den betreffenden Monitor abgebildet werden, sich aufschlüsseln lassen und enttören. Die Unterscheidung von unbestätigten und bestätigten Alarmentstörungen ermöglicht es darüber hinaus, das Neueintreffen eines Alarmentstörung seit der letzten Alarmentstörung zu erkennen.

## 4 Fazit

Die hier vorgestellte Implementierung ermöglicht in großen verteilten Systemen eine generische Alarmentverwaltung. Die kennzeichnenden Eigenschaften sind die Hierarchisierbarkeit, die Möglichkeit der Alarmentzusammenfassung über Bilanzmonitore, sowie die Ermittlung von Alarmentprioritäten und Weiterleitungszielen über administrierbare Regelwerke.

In einer Pilotanwendung am fortiss Demonstrator werden verschiedene Elemente eines Energiesystems, wie Photovoltaikanlage, Batteriepuffer, sowie eine Klimaanlage als Verbraucher über ein Regelwerk verbunden. Über das Regelwerk können Systemzustände außerhalb des Normbereichs erkannt und über eine Serviceschnittstelle an System Alarming gemeldet werden. Die Verwaltung der Alarmentstörungen, sowie der Einstieg zur Alarmentstörung erfolgt über die in dieser Arbeit beschriebene Implementierung und dient der zielgenauen Alarmentstörung zur Aufrechterhaltung der Gesamtfunktionalität.

## Literaturverzeichnis

- [Du2014] Duchon, M. et al.: Advancement of a Sensor Aided Smart Grid Node Architecture. CyberC Conference 2014.
- [Ko2012] Koß, D. et al.: Establishing a Smart Grid Node Architecture and Demonstrator in an Office Environment Using the SOA Approach. SE4SG Workshop @ ICSE 2012.
- [Q.821] ITU-T Recommendation Q.821: Stage 2 and stage 3 description for the Q3 interface – Alarm surveillance, 2000.
- [X.700] ITU-T Recommendation X.700: Management Framework for Open Systems Interconnection (OSI) for CCITT Applications, 1992.
- [X.701] ITU-T Recommendation X.701: Information technology - Open Systems Interconnection - Systems management overview, 1997.
- [X.720] ITU-T Recommendation X.720: Information technology - Open Systems Interconnection - Structure of management information: Management information model, 1992.
- [X.733] ITU-T Recommendation X.733: Information technology - Open Systems Interconnection - Systems Management: Alarm reporting function, 1992.
- [X.734] ITU-T Recommendation X.734: Information technology - Open Systems Interconnection - Systems Management: Event report management function, 1992.
- [X.735] ITU-T Recommendation X.735: Information technology - Open Systems Interconnection - Systems Management: Log control function, 1992.