Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe

Band: 72 (1994)

Heft: 10

Artikel: Grundlagen für die Modellierung von Übertragungsnetzen der synchronen digitalen Hierarchie (SDH). Teil 2

Autor: Kohler, Roland

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-874734

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Grundlagen für die Modellierung von Übertragungsnetzen der synchronen digitalen Hierarchie (SDH), Teil 2

Roland KOHLER, Bern

Zusammenfassung

Grundlagen für die Modellierung von Übertragungsnetzen der synchronen digitalen Hierarchie (SDH), Teil 2

Die Technik der synchronen digitalen Hierarchie (SDH) hält schrittweise Einzug in den Telekommunikationsnetzen. In einem ersten Teil dieses Artikels wurden die Grundlagen vermittelt, die zur herstellerunabhängigen Modellierung ganzer Netze führen. Da diese zu weltweiten Gebilden zusammenwachsen können, kommt dem Netzmanagement besondere Bedeutung zu. Der Autor geht im zweiten Teil aufgrund der ITU-Empfehlungen auf die Telekommunikations-Managementnetze ein und erläutert deren Architektur.

Résumé

Principes de modélisation des réseaux de transmission de la hiérarchie numérique synchrone (SDH), 2e partie

La technique de la hiérarchie numérique synchrone (SDH) s'introduit peu à peu dans les réseaux de télécommunication. La première partie traitait des bases permettant la modélisation de réseaux complets, abstraction faite de leur constructeur. La gestion des réseaux est particulièrement importante, vu que ceux-ci peuvent fusionner en des structures de portée mondiale. En se fondant sur les Recommandations de l'UIT, l'auteur examine dans la deuxième partie les réseaux de gestion des télécommunications et en explique l'architecture.

Riassunto

Basi per la creazione di modelli di reti di trasmissione della gerarchia sincrona digitale (SDH), 2a parte

La tecnica della gerarchia sincrona digitale (SDH) fa gradualmente il suo ingresso nelle reti di telecomunicazione. Nella prima parte di questo articolo l'autore ha presentato le basi che consentono di creare modelli di reti intere indipendentemente dal costruttore. Dato che queste reti possono estendersi a livello mondiale, il management delle reti acquisisce una particolare importanza. Sulla base delle raccomandazioni ITU l'autore illustra nella seconda parte le reti di management delle telecomunicazioni e ne spiega l'architettura.

Summary

Bases for the Modelling of Transmission Networks in Synchronous Digital Hierarchy (SDH), Part 2

The technology of the synchronous digital hierarchy (SDH) makes its appearance in telecommunications networks step by step. The basics required for the modelling of whole networks, irrespective of manufacturers, were given in the first part of this article. The network management is of a particular importance, since these networks can coalesce to worldwide structures. Based on the ITU recommendations, in this second part the author discusses the telecommunications management networks and explains their architecture.

4 Das Telekommunikations-Managementnetz (TMN)

Im Teil 1 wurden besonders die funktionellen Belange eines SDH-Transportnetzes (TN) besprochen. Es wurde aber auch schon erwähnt, dass die Einführung von umfassenden Managementsystemen einem der wesentlichsten Innovationsmerkmale der neuen Technik entspricht. Obwohl hier keine eingehende Darstellung dieses grossen Problemkreises möglich ist, scheint ein kurzer Überblick im Zusammenhang mit den in den Abschnitten 2 und 3 erläuterten Modellierungen angebracht.

41 Der Bereich des Telekommunikations-Managementnetzes

411 Die organisatorische Sicht (vertikale Aufteilung)

Gemäss Normierung durch die Internationale Fernmeldeunion (ITU) sind unter einem Telekommunikations-Managementnetz genormte Einrichtungen zu verstehen, die das Management eines Telekommunikationsnetzes (TCN) zum Zweck haben. Ein solches kann klein sein und nur wenige Netzelemente umfassen oder für einen grossen Bereich mit sehr vielen Netzelementen zuständig sein.

Weil das Management eines Telekommunikationsnetzes meist eine äusserst komplexe Aufgabe darstellt, wird auch hier der Problemkreis unterteilt. Eine erste Aufteilung kann hinsichtlich des organisatorisch-hierarchischen Aufgabenbereiches gemacht werden:

- Geschäftsbereich (Business Level)
- Bereich der Dienste (Service Level)
- Bereich der Netze (Network Level)
- Netzelement-Bereich (Network Element Level)

(Es gibt ITU-Dokumente, die fünf Teilbereiche unterscheiden.)

Für unsere kurze Einführung geht die Aufgabenteilung aus den Namen genügend deutlich hervor und

wird nicht weiter besprochen (Näheres in [1] oder ITU-Empfehlung M.3010, M.3200).

412 Die Management-Funktionsbereiche (Functional Areas, horizontale Aufteilung)

In bezug auf die Managementfunktionsbereiche wurde eine Teilung in die «Management Functional Areas» vorgenommen [ITU-Empfehlung X.700]:

- Fehlerverwaltung (Fault Management)
- Leistungsverwaltung (Performance Management)
- Konfigurationsverwaltung (Configuration Management)
- Kontoführung (Accounting Management)
- Sicherheitsverwaltung (Security Management)

Diese vertikale und horizontale Unterteilung wird in der ITU-Empfehlung M.3200 als «Management Services Template» (Schablone für Managementdienste) bezeichnet und bildet ein Gerüst für eine sinnvolle Katalogisierung der Managementaktivitäten *(Fig. 12)*. Es fehlen darin aber noch die konkreten Inhalte, die durch die *Managementdienste (Management Services)* geliefert werden.

413 Die Managementdienste, Management-Dienstkomponenten und Managementfunktionen

Managementdienste sind Dienstleistungen (Services), die ein *Betreiber* eines Telekommunikationsnetzes von einem Telekommunikations-Managementnetz erfüllt haben möchte. Sie werden also auf Grund des Aufgabenbereiches eines Betreibers formuliert.

Ein Vorschlag für solche Management Services ist in der ITU-Empfehlung M.3200 enthalten. Beispiele:

- Kundenverwaltung (Customer Administration)
- Sicherheitsmanagement des Telekommunikations-Managementnetzes (Management of the Security of TMN)
- Verkehrsmanagement (Traffic Management)
- Management der Transportnetze (Management of Transport Networks)

Aus den Aufzählungen geht hervor, dass vielerlei Bereiche — nicht nur technischer Art — in diesen Managementdiensten enthalten sein können. Sie werden nun den passenden Feldern der Schablone «Management Services Template» zugewiesen, wobei ein bestimmter Dienst oft auch in mehreren Feldern bearbeitet werden muss.

Die einem bestimmten Feld zugewiesenen Managementdienste werden als *Managementdienstkomponenten (Management Services Components)* bezeichnet. Sie bestehen aber immer noch aus sehr allgemeinen Aufgabenumschreibungen. Deshalb werden sie weiter in die *Managementfunktionen (Management Functions)* unterteilt. Diese stellen nun die vom Telekommunikations-Management konkret zu unterstützenden Aufgaben dar, die ein Betreiber ausführen möchte.

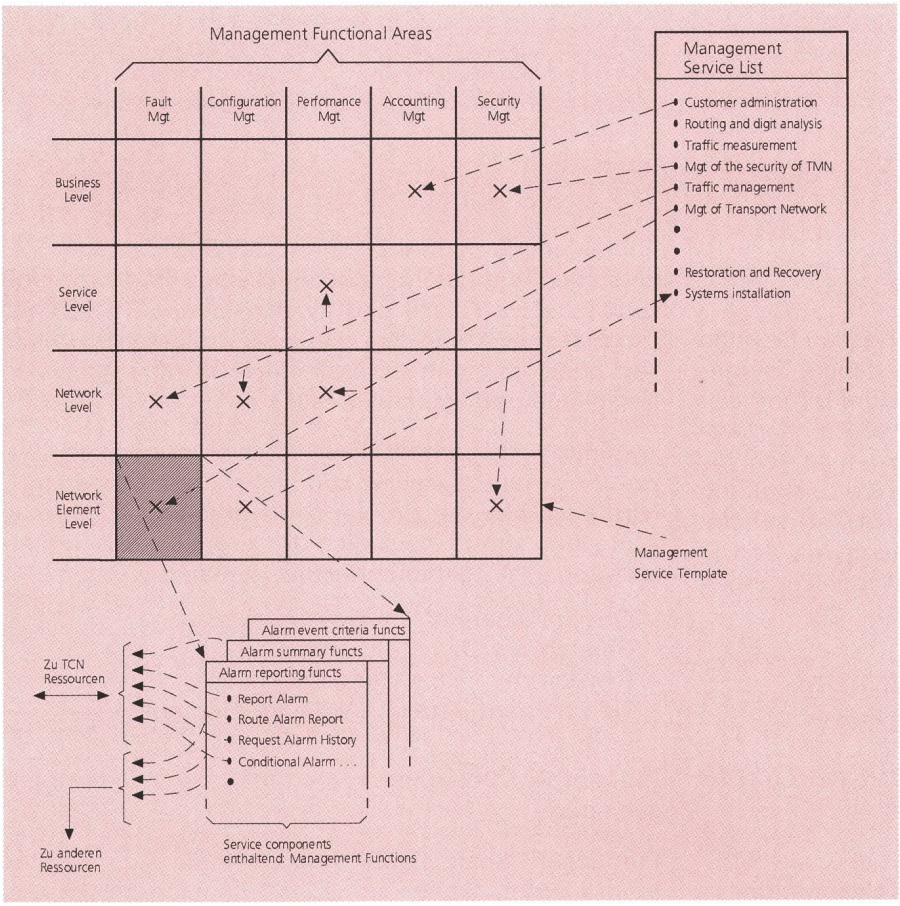


Fig. 12 Entstehung von Managementfunktionen aus der Liste der Managementdienste (Management Service List) mit Hilfe der Schablone «Management Services Template»

Mit Figur 12 wurde versucht, diesen Aufteilungsprozess bis zu den Managementfunktionen darzustellen.

Beispiel: Ein Betreiber will sich ein Bild über allfällig aufgetretene Alarme in einem bestimmten 2-Mbit/s-Pfad während der letzten 24 Stunden machen. Unter dem Dienst «Management der Transportnetze» (Management of Transport Networks) befindet sich auch die Dienstkomponente «Management der Übertragungspfade» (Management of Transmission Paths) mit einer Liste von Funktionen, u. a. der Funktion «Abfrage der Alarm-Vorgeschichte» (Request Alarm History). Durch Aufrufen dieser Funktion und der Angabe des Pfades wird eine Übersicht über die aufgetretenen Alarme im bezeichneten Pfad geliefert.

Durch Ausfüllen aller Felder der Schablone «Management Services Template» sind die betrieblichen Anforderungen eines Netzbetreibers an das Telekommunikations-Managementnetz abgedeckt. Wie das Beispiel zeigt, hat dieses eine Vermittlungsfunktion zwischen den Anforderungen des Betreibers und den Ressourcen bzw. «Unregelmässigkeiten» (Anomalies) im Transportnetz zu erfüllen.

Im folgenden werden die Mittel skizziert, die benötigt werden, um dieser Vermittlungsfunktion gerecht zu werden. Es werden jedoch nur jene Managementaspekte weiterverfolgt, die mit dem SDH-Transportnetz direkt in Beziehung stehen.

414 Modellierung im Bereich der Telekommunikations-Managementnetze

Auch für diesen Bereich gilt die Forderung nach einem möglichst Lieferanten- und technologieunabhängigen Konzept, mit dem die Management-Aufgaben in einer Umgebung mit vielen Lieferanten und Betreibern («multi-vendor» und «multi-operator») erfüllt werden können. Ähnlich wie im Fall des SDH-Transportnetzes wurden deshalb in der ITU auch für das Telekommunikations-Managementnetz Architekturen entwickelt (ITU-Empfehlung M.3010). Dessen Funktion kann jedoch unter verschiedenen Aspekten betrachtet werden. Deshalb wurden gleich drei Architekturen entworfen:

- TMN-Informationsarchitektur (TMN Information Architecture)
- TMN-Funktionsarchitektur (TMN Functional Architecture)
- physikalische TMN-Architektur (TMN Physical)

42 TMN-Informationsarchitektur

Die Informationsarchitektur beschäftigt sich mit dem Definieren und Strukturieren der Informationen, die in einem Telekommunikations-Managementnetz verarbeitet werden müssen. Aus dem gesamten Spektrum werden folgende Hauptteile betrachtet:

- Informationsmodell mit verwalteten Objekten (Managed Objects, MO)
- Managementinformations-Datenbank (Management Information Base, MIB)
- Informationsaustausch
- Manager/Agent-Konzept
- «Gemeinsames Managementwissen» (Shared Management Knowledge)

421 Informationsmodell

In der ITU-Empfehlung X.720 wurde festgelegt, dass das Informationsmodell (IM) auf der Grundlage der objektorientierten Methodik (Object-Oriented Design Principles) aufzubauen sei, d. h., die enthaltenen Elemente sind die verwalteten Objekte.

Das Informationsmodell enthält die Definitionen aller verwalteten Objekte, mit denen ein Telekommunikationsnetz aus der Sicht des Telekommunikations-Managements dargestellt wird. Mit ihm wird sozusagen das «Sortiment» der verwalteten Objekte festgelegt, die in einem TMN-System zur Anwendung kommen.

Spezifikation der verwalteten Objekte

Eine kurze Darstellung zum Problem der verwalteten Objekte (Managed Objects) ist im *Anhang II* enthalten. Ähnlich wie in der Funktionsarchitektur für das Transportnetz die konkreten Funktionen mit Spezifikationen definiert werden müssen (Abschnitt 35), gilt es auch hier, für die verwalteten Objekte genaue Definitionen zu erstellen. Beispielsweise müssen die Attributformate, Bereichsgrenzen und die Art und Bedeutung der Meldungen festgelegt sein. Diese Definitionen werden in den «Templates» (Schablonen) festgehalten und sind Bestandteil des Informationsmodells (nicht zu verwechseln mit den Management Services Templates in Abschnitt 412). Deren Erstellung ist Gegenstand intensiver Arbeiten in den Normierungsgremien [ITU-Empfehlung M.3100, G.774].

Verwaltete Objekte im SDH-Transportnetz (SDH TN)

Im folgenden werden einige Managed Objects (MO) betrachtet, die in direktem Zusammenhang mit dem SDH-Transportnetz stehen. Sie beschreiben dieses aus der Sicht des Managements. Hier zeigt sich nun ein besonderer Nutzen der Transport-Funktionsarchitektur. Die Managed Objects können nämlich direkt aus den architektonischen Komponenten abgeleitet werden *(Fig. 13)*. Diese stellen besonders jene wesentlichen Funktionen und Beziehungen im SDH-Transportnetz dar, die auch für das Management von Bedeutung sind. (Die architektonischen Komponenten wurden nicht zuletzt mit Blick auf eine solche Objekt-Modellierung für das Management definiert.)

Wichtige verwaltete Objekte sind z. B.:

- der Trail Termination Point (TTP, Weg-Endpunkt)
- der Connection Termination Point (CTP, Verbindungs-Endpunkt)

In Figur 13 sind links die architektonischen Komponenten und rechts die sie beschreibenden verwalteten Objekte gezeigt.

Mit dem Trail Termination Point werden die Prozesse und Eigenschaften beschrieben, die sich im Zusammenhang mit der Trail Termination Function und dem

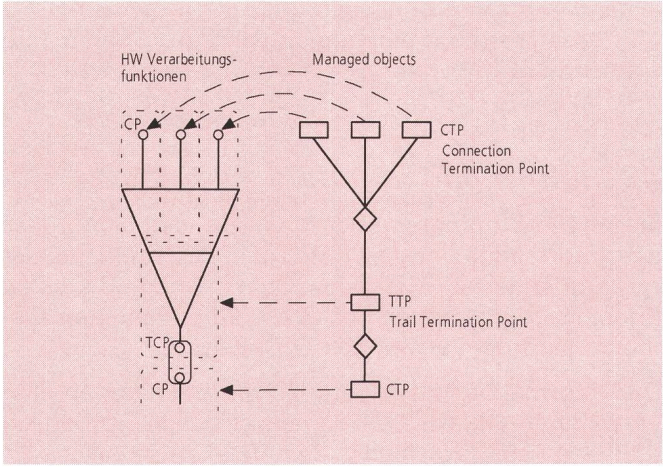


Fig. 13 Korrespondenz zwischen Hardware-Verarbeitungsfunktionen (Ressourcen) und verwalteten Objekten

□ Verwaltetes Objekt (Managed Object, MO)

◇ Beziehungen zwischen MO

Trail Connection Point ergeben. Analog dazu stellt der Referenzpunkt Connection Termination Point die Eigenschaften eines Connection Point und die assoziierten Prozesse in der Anpassfunktion (AF) dar. Dank des Schichtenkonzeptes sind die verwalteten Objekte für jede Schicht klar abgegrenzt.

Neben den zwei beschriebenen sind noch eine Reihe weiterer Objekte nötig, um ein SDH-Transportnetz zu charakterisieren. Dies sind z. B. jene im Zusammenhang mit der Verbindungsfunktion (CF) zur Beschreibung der dynamischen Routing- und Schaltvorgänge, wie die «Group Termination» (GTP) oder die «Multipoint Cross-Connection» (MPXC), solche für die Beschreibung der Ausrüstungen (Lieferant, Typ, Fabriknummer usw.) und Objekte, die selbst Teil des Telekommunikations-Managementnetzes sind (Log, Discriminator).

422 Managementinformations-Datenbank

Im Managementinformationsmodell wird das «Sortiment» der verwalteten Objekte festgelegt. In einem praktischen Anwendungsfall sind von jedem Netzelement eine grosse Zahl solcher konkreten Objekte (MO Instances) samt zugehörigen Daten (Werte für die Attribute usw.) vorhanden. Diese Informationen werden in der Managementinformations-Datenbank (Management Information Base, MIB) gespeichert.

423 Informationsaustausch

Im ITU wurde festgelegt, dass der Austausch von Managementinformationen im Telekommunikations-Managementnetz nach den Regeln des 7-Schichten-OSI-Referenzmodells für Datenaustausch zu geschehen habe [ITU-Empfehlung X.701] (zu beachten ist jedoch, dass diese Schichten nach anderen Gesichtspunkten aufgebaut sind als jene im Telekommunikationsnetz).

In der obersten, der Anwendungsschicht (Application Layer), stehen die besonders für Netzmanagement-Zwecke eingeführten Dienste, u.a. CMISE (Common Management Information Service Elements) zur Verfügung. Der Informationsaustausch geschieht aufgrund des im CMISE definierten Kommunikationsdienstes CMIS (Common Management Information Service). Die Management-Befehle (Management Functions) werden hier zerlegt und in die in diesem Dienst vorhandenen Dienstelemente (M-CREATE, M-DELETE, M-GET, M-SET usw.) umgewandelt, die ihrerseits den Zugriff auf die verwalteten Objekte ermöglichen. Der eigentliche Datenaustausch wird mit Hilfe des Protokolls CMIP (Common Management Information Protocol) abgewickelt *(Fig. 14).*

Die Gestaltung der unteren Schichten, besonders der Schichten 1 bis 3, hängt von dem für die Übertragung verwendeten Netz ab. Entsprechende Protokolle für X.25-Übertragung, lokale Datennetze (LAN) und Steuerkanäle (ECC) sind ebenfalls definiert.

Netzstruktur für den Informationsaustausch im Telekommunikations-Managementnetz

Die Netzstruktur für den Informationsaustausch kann sehr flexibel gestaltet werden. Das Konzept der Telekommunikations-Managementnetze sieht vor, dass sowohl das SDH-Transportnetz selbst wie auch fremde Netze verwendet werden können.

Im ersten Fall werden die Daten mit Hilfe des «eingebetteten Steuerkanals» (Embedded Control Channel, ECC) übertragen [ITU-Empfehlung G.784]. In der physikalischen Schicht dieses Kanals werden die für diesen Zweck vorgesehenen Zusatzdaten (Overhead-Bytes Dx) im STM-N-Rahmen verwendet.

Im zweiten Fall können beispielsweise das X.25-Datennetz, Mietleitungen oder lokale Datennetze (LAN) benützt werden.

424 Verschiedenes

Das *Manager/Agent-Konzept* regelt den Austausch von Informationen, indem die Rollen- und Aufgabenverteilung für diesen Austausch klar zugewiesen wird. Der Manager gibt beispielsweise dem Agenten Aufträge zur Durchführung von Operationen. Er selbst ist Empfänger von «spontanen Meldungen» (Notifications) der verwalteten Objekte. Der Agent verwaltet diese in seinem System usw.

Zwischen einem Manager und einem Agenten wird oft nur ein Teil der im Informationsmodell enthaltenen Managementfunktionen und verwalteten Objekte unterstützt. Diese Regelungen werden innerhalb des *«Shared Management Knowledge»* zusammengefasst.

43 TMN-Funktionsarchitektur

Die TMN-Funktionsarchitektur (TMN Functional Architecture) befasst sich mit der *Definition der Funktionsblöcke,* die für die Umsetzung der Managementaufgaben im Managementnetz benötigt werden. Sie wird

hier nur anhand des Beispiels in Figur 14 behandelt (Einzelheiten siehe ITU-Empfehlung M.3010), in der eine einfache Verbindung zwischen einem Netzelement und einer entfernten Netzführungszentrale (Operating System) dargestellt ist.

Die Architektur besteht aus *TMN-Funktionsblöcken* und *funktionellen Komponenten*. Zu den ersten gehören die unten erklärten Blöcke OSF, NEF und WSF, zu den zweiten die Komponenten OSF-MAF, NEF-MAF, MCF und MIB.

Der Funktionsblock *OSF (Operation Systems Function)* wirkt als leitende Netzführungsinstanz (Manager). Er überwacht und kontrolliert beispielsweise die Operationen im Zusammenhang mit der Ausführung der Managementfunktionen. Er besteht physikalisch aus einer Computeranlage, deren Grösse stark vom Umfang des zu verwaltenden Telekommunikationsnetzes abhängig ist.

Der OSF-Block nimmt dabei die Hilfe der Management-Anwendungsfunktion *OSF-MAF (Management Application Function)* in Anspruch. Deren Aufgaben sind beispielsweise Unterstützung der Zugriffe zu den verwalteten Objekten, Auswerten von Fehler- und Leistungsdaten, Korrelationen und Statistiken erstellen und Reaktionen auf Fehlermeldungen bestimmen.

Am OSF-Block angeschlossen ist zusätzlich die Mensch-Maschine-Anpassfunktion *HMA (Human-Machine Adaptation)*. Sie übersetzt die Informationen der Management-Anwendungsfunktion in ein für die Darstellungsfunktion (PF) brauchbares Format.

Für die Übertragung der Managementinformationen ist die Funktion *MCF (Message Communications Function)* zuständig. Sie enthält die OSI-Protokolle zur Durchführung der Übertragung, handhabt Routingfunktionen für die TMN-Daten usw.

Im Netzelement befindet sich der Funktionsblock *NEF (Network Element Function Block)*. Er ist Befehlsempfänger (Agent) und hat die Befehle des OSF mit Hilfe der Funktion *NEF-MAF* auszuführen. In den SDH-Netzelementen wird diese Funktion als *SEMF (Synchronous Equipment Management Function)* bezeichnet.

Die Managementinformations-Datenbank *MIB (Management Information Base)* ist Teil des Blockes NEF und wurde schon im Abschnitt 421 besprochen.

Nicht zu vergessen ist auch der *WSF (Workstation Function Block)*. Er unterstützt das Betriebspersonal an einem Terminal bei der Ein- und Ausgabe von Meldungen. Dazu gehört die Darstellungsfunktion *PF (Presentation Function)*. Sie ermöglicht die Übersetzung der Informationen in ein Bildschirmformat.

Im Figur 14 wurde angedeutet, dass an das eingezeichnete Netzelement weitere solche angeschlossen werden könnten. Für die Verbindungen zwischen den Funktionsblöcken sind eine Reihe von Schnittstellen

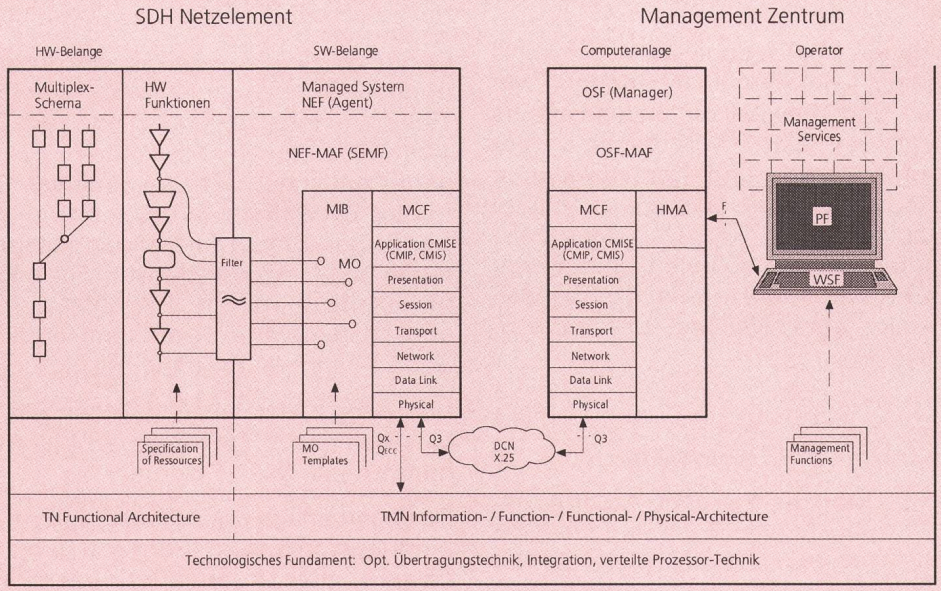


Fig. 14 Schematische Darstellung der Funktionen in einem SDH-System

NE	Network Element	OSF	Operations System Function
NEF	Network Element Function	MAF	Management Application Function
MIB	Management Information Base	HMA	Human Machine Adaptation
MO	Managed Object	WSF	Workstation Function
SEMF	Synchronous Equipment Management Function	PF	Presentation Function
CMISE	Common Management Information Service Element	MCF	Message Communication Function
CMIP	Common Management Information Protocol	DCN	Data Communication Network
CMIS	Common Management Information Service	Q, F	Interfaces

(Q3, Qx, QECC, F) definiert, die jedoch im Rahmen dieser kurzen Übersicht nicht weiter besprochen werden. Das gleiche gilt auch für die *physikalische Architektur* des Telekommunikations-Managementnetzes (mehr dazu siehe ITU-Empfehlung M.3010).

5 Abschliessende Bemerkungen

In Figur 14 sind die wichtigsten Elemente der SDH-Technik zusammengestellt. Links sind die Hardware-Belange mit dem SDH-Multiplexschema und den zugehörigen Netzelement-Funktionsblöcken zu sehen. Zur Erfassung der Vorgänge in einem ganzen Netzbereich werden jedoch die architektonischen Komponenten des Transportnetzes benötigt. Dessen Ressourcen werden mit verwalteten Objekten in den Bereich des Managementnetzes abgebildet und in der Managementinformations-Datenbank gespeichert. Mit Hilfe der Übertragungsfunktion (MCF) und der Management-Anwendungsfunktion (MAF) können die Daten von einem Netzelement (Managed System) zu einer Netzführungszentrale (Operating System) weitergeleitet werden. Hier hat eine Bedienungsperson über eine Arbeitsplatzstation (Workstation) Zugriff zu den Managementfunktionen, die der Netzführungsfunktion OSF zur Verfügung stehen. Die ganze Struktur des Transportnetzes und des Telekommunikations-Managementnetzes ist auf den entsprechenden Architekturen bzw. deren Komponenten aufgebaut.

Auf einen wesentlichen Punkt soll die Figur ebenfalls hinweisen, nämlich auf die Gleichberechtigung der Hardware- und Software-Belange und ihre enge Verknüpfung.

Das Hauptziel der neuen SDH-Technik ist es, ein automatisiert betriebenes, lieferantenunabhängiges, mit eigener Intelligenz und Flexibilität ausgestattetes Transportnetz aufzubauen. Dazu wurden die vorgestellten, genormten Konzepte und Konfigurationen entwickelt, mit denen das Transportnetz zu einem noch anpassungsfähigeren und zuverlässigeren Partner für die Vermittlung werden soll als bisher. Daneben können auch andere Dienste wie das Mietleitungsnetz weit flexibler, attraktiver und kostengünstiger gestaltet werden.

Anhang I: Die SDH-Multiplexierung

Ein charakteristisches Merkmal der SDH-Multiplexierung ist, dass Signale verschiedener Bitraten in einem Schritt in die 155,55-Mbit/s-Rahmenstruktur STM-1 (Synchronous Transport Module) eingefügt werden können. Daten aus der Stromkreisschicht (Circuit-Layer, vorwiegend plesiochrone digitale Hierarchie [PDH], in Zukunft auch ATM-Signale) bilden die Eingangssignale. Die Multiplexstruktur mit den dazu benötigten Funktionsblöcken ist aus Figur 1 (s. Teil 1) ersichtlich. Für die Zuordnung der Zubringersignale in die Rahmenstrukturen wurden logische «Container» mit unterschiedlicher Kapazität geschaffen. Diese «bestehen» aus bestimmten reservierten Kolonnen in der Rahmenstruktur (Fig. 2). Die unterschiedlichen Bitraten der Zubringerdaten wirken sich in der Rahmenstruktur in mehr oder weniger belegten Kolonnen aus (grössere Anzahl Bytes = höhere Bitrate).

Die Zubringersignale werden von einem physikalischen Interface (PI) aus zuerst in ein internes Format gebracht (Fig. 1 und 9). Dann werden sie mit der Adaptionsfunktion (Lower Order Path Adaptation, LPA) in die für sie geeigneten *Container (C-12, C-2, C-3)* «gepackt» (Mapping). Dabei muss die Frequenz der Zubringersignale, ähnlich wie in der PDH-Technik, mit Stopfbits der fest vorgegebenen SDH-Rahmenfrequenz angepasst werden. Im Unterschied zur plesiochronen digitalen Hierarchie ist dieser recht aufwendige Frequenzanpassungsprozess in der synchronen digitalen Hierarchie nur einmal nötig.

Um die Übertragung der Zubringersignale überwachen zu können, werden jedem einzelnen Container in einer «Low Order Path Termination Function» (LPT) Zusatzdaten (Overhead, bestehend aus Servicebits für Management, Überwachung und Betrieb) zugefügt. Das kombinierte Signal wird *virtueller Container (VC-12, VC-2, VC-3)* genannt. Dieser erste Mappingvorgang wird dem «Lower Order Path Layer» (Unterschicht des «Path Layer») zugeordnet.

Den virtuellen Containern wird in einer weiteren Adaptionsfunktion (Higher Order Path Adaptation, HPA) ein Zeiger (Pointer) zugefügt, wonach sie als *Tributary Units* (TU, Zubringergruppen) bezeichnet werden. Diese werden gemäss der eingezeichneten Linien in Figur 1 zu Gruppen zusammengefasst (z. B. 3 × TU-12 → TUG-2; 7 × TUG-2 → TUG-3). Die Multiplikatoren geben an, wie viele «niedrigere» Einheiten in den «höheren» jeweils Platz haben (das «höher» bezieht sich auf die Bitraten der Multiplexstufe).

Dieser Vorgang wiederholt sich auf der höheren Stufe (Higher Order Path Layer), indem entweder drei Transporteinheiten TUG-3 oder ein Container C-4 mit 140-Mbit/s-Signalen, zusammen mit Zusatzbits, zu einem Container VC-4 zusammengestellt werden (HPT, Higher Order Path Termination). Diesem wird wieder ein Zeiger zugeordnet (Adaptionsfunktion, SA), wodurch eine *Administrative Unit (AU-4)* entsteht. Eine solche wird mit den Zusatzbits der Multiplex- und Regenerator-Sektionen ergänzt, womit der *STM-1-Rahmen* vollständig ist.

Vier oder sechzehn STM-1-Rahmen können byteweise zu einem *STM-N-Rahmen* (Rahmen höherer Ordnung) multiplexiert werden.

Es folgen einige zusätzliche Informationen zu den Verbindungsfunktionen (Connection Functions, LPC/HPC, Lower/Higher Order Path Connection), zu den virtuellen Containern (VC), zu den Zeigern und zum Mappingprozess:

Die Blöcke LPC und HPC (Fig. 1) sind *Connection Functions,* in denen virtuelle Container zu verschiedenen Ausgängen umgeleitet (geroutet) bzw. umgeschaltet werden können, die also für die Flexibilität in den SDH-Netzelementen zuständig sind (s. auch Abschnitt 331). Die virtuellen Container bleiben dabei immer als Einheiten bestehen. Erst wenn sie zu einer Adaptionsfunktion in der gleichen Schicht gelangen,

werden sie demultiplexiert. Sie können deshalb als «Transporteinheit» für ein bestimmtes Zubringersignal aufgefasst werden.

Eine besondere Eigenart der SDH-Technik besteht darin, dass alle in einem SDH-Netzelement erzeugten und ausgesendeten STM-1-Rahmen in bezug auf ihre Frequenz und Phase *synchron* sind (Ausnahme: Regeneratoren). Sie können dadurch direkt, ohne zusätzliche zeitliche Anpassung, byteweise zu einem höheren Rahmen STM-N multiplexiert werden.

Die Frequenzen der Netzelemente können aber untereinander innerhalb bestimmter Grenzen verschieden sein. Wenn nicht Informationsverluste auftreten sollen (Slips), ist in jedem Knoten eine Frequenzanpassung der ankommenden Signale nötig. Hier beginnt die Aufgabe der Zeiger. Sie markieren die Stelle des ersten Zusatzbytes eines virtuellen Containers (Transporteinheit) bezüglich dessen höherer Multiplexstruktur, d. h. der *Zeiger* bezeichnet die Position eines virtuellen Containers höherer Ordnung bezüglich des STM-N-Rahmens bzw. eines solchen tieferer Ordnung bezüglich einer Transporteinheit höherer Ordnung. Der erforderliche Frequenzanpassungsprozess besteht nun darin, dass die virtuellen Container «floaten» können, d. h., ihre Position verschiebt sich innerhalb der höheren Struktur bei Frequenz- oder Laufzeitunterschieden. Diese zeitliche Verschiebung entspricht einer Frequenzanpassung ohne Informationsverlust.

Zur Illustration dieser Verschiebung kann man sich ein stroboskopisch beleuchtetes Rad mit den Speichen als virtuelle Container vorstellen. Wenn die Frequenz der stroboskopischen Lichtquelle (Frequenz des STM-1-Rahmens in einem Netzelement) gegenüber der Drehung des Rades (Frequenz der ankommenden Signale virtueller Container) verschieden ist, so verändern die Speichen ihre Position. Dasselbe passiert mit den virtuellen Containern in der höheren Struktur, wobei durch den Zeigerwert deren Anfangsposition immer bekannt bleibt.

Figur 2 zeigt schematisch den Mappingprozess. Je nach Bit- bzw. Byterate werden mehr Plätze im Rahmen belegt. Ein STM-Rahmen wird üblicherweise zweidimensional mit neun Reihen dargestellt. Dies ist lediglich eine übersichtlichere Darstellungsart der im Prinzip eindimensionalen zeitlichen Aufreihung aller Bytes (Oszilloskopanzeige). Es ist ersichtlich, wie eine zweidimensionale SDH-Rahmenstruktur entsteht. *Figur 15* enthält eine übliche Darstellung der Rahmenbildung aus den verschiedenen virtuellen Containern.

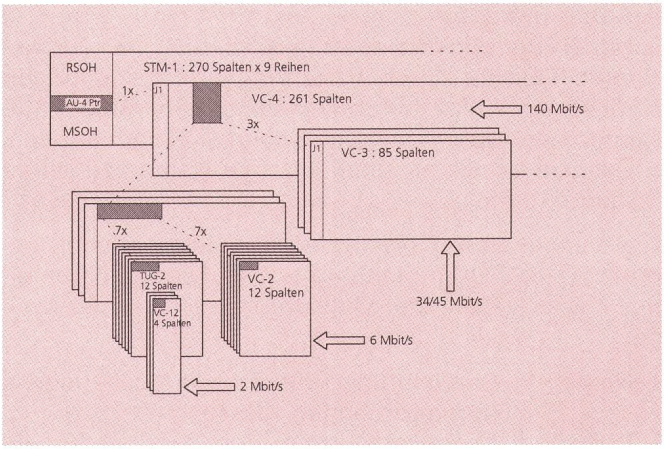


Fig. 15 Aufbau des synchronen Transportmoduls STM-1 aus Signalen der plesiochronen digitalen Hierarchie

Anhang II: Verwaltete Objekte (Managed Objects)

Die objektorientierte Analyse (OOA) ist eine Methode zur Identifizierung und Erfassung der wesentlichen und beständigen Elemente, Vorgänge und Prozesse in einem komplexen Bereich. Den Elementen und Prozessen in diesem Bereich werden *Objekte* zugeordnet. Ein Telekommunikationsnetz (TCN) bildet zusammen mit einem Telekommunikations-Managementnetz (TMN) einen solchen komplexen Bereich.

Für die Erfassung und den Betrieb eines Telekommunikationsnetzes wurde die objektorientierte Methodik (Object-Oriented Design Principles) als verbindlich erklärt. Im Netz müssen jene Objekte ausfindig gemacht werden, die alle seine bedeutsamen Aspekte, Prozesse und Eigenheiten («Ressourcen» genannt) und auch jene des Telekommunikations-Managementnetzes beschreiben. Dabei sind die Ressourcen nur insofern von Interesse, als sie Aspekte darstellen, die für das Management ebenfalls von Belang sind. Für die Modellierung des Telekommunikationsnetzes werden verwaltete Objekte (Managed Objects, MO) verwendet. Sie sind eine Untermenge der allgemeinen «Objekte» in dem Sinn, dass sie eben «gemanaged» — verwaltet — werden können. Zusammenfassend kann definiert werden, dass sie eine Software-Abbildung der Ressourcen eines Telekommunikationsnetzes aus der Sicht des Telekommunikations-Managementnetzes sind.

Die verwalteten Objekte werden nach bestimmten Grundsätzen klassifiziert und bearbeitet. Hauptmerkmale sind:

- *Vererbung (Inheritence)*
  Gleichartige Objekte werden in «Klassen» zusammengefasst. Aus diesen werden Oberklassen gebildet usw., wobei die Klassifizierung nach dem Vererbungsprinzip erfolgt. Eine Klasse weist alle Eigenschaften der Oberklasse auf (d. h. erbt ihre Eigenschaften), besitzt aber noch eigene spezifische Eigenschaften (dies geschieht z. B. analog der Klassifizierung im Tierreich: Tier → Säugetier → Hund → Hunderasse). Mit dieser Klassifizierung müssen immer nur die Unterschiede gegenüber der Oberklasse definiert werden. Dadurch lassen sich komplexe Systeme vereinfacht beschreiben.
- *Beziehungen (Bindings)*
  Wichtige Eigenschaften der Klassen verwalteter Objekte sind ihre Beziehungen zu andern Klassen, die nichts mit der Vererbung zu tun haben. Beispiel: Objekt «Hund» ↔ Objekt «Steueramt». Für einen Hund wird eine Hundesteuer erhoben (Beziehung). Diese kann aber nicht aus den Vererbungsmerkmalen der Hunde abgeleitet werden.

- *Name (Naming)*
  Neben der allgemeinen Klassifizierung der verwalteten Objekte durch Vererbung und Beziehungen muss jedes einzelne (MO Instance) von einem Managementsystem angesprochen werden können. Deshalb besitzt es einen eigenen Namen zu seiner Identifikation.

Die verwalteten Objekte werden international genormt (z. B. ITU-Empfehlung G.774). Die Definition einer Klasse verwalteter Objekte umfasst beispielsweise:

- Name: Bezeichnung der Objekt-Klasse sowie der vererbenden Klasse
- Verhalten: Charakterisierung der besonderen Eigenheiten des verwalteten Objektes
- Attribute: Ein Attribut enthält einen oder mehrere Zahlenwerte, Zeichenfolgen (Strings) usw.
- Mitteilungen, die das verwaltete Objekt bei wichtigen Ereignissen aussenden kann (z. B. Dringendalarme)
- Aktionen, die das verwaltete Objekt auf entsprechende Management-Befehle ausführen kann
- bedingte Fähigkeiten (Conditional Packages) eines verwalteten Objektes
- Referenznummer zur Identifikation der Klasse verwalteter Objekte

Für das Telekommunikations-Managementnetz gibt es eine Vielzahl von Klassen verwalteter Objekte. Einige davon sind in Abschnitt 421 aufgeführt. Anzumerken bleibt noch, dass die verwalteten Objekte oft sehr komplexe Tatbestände darzustellen haben.

(Schluss)

Adresse des Autors:

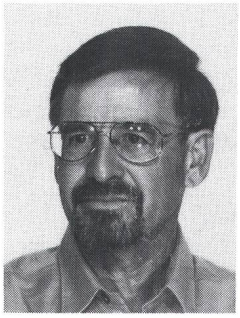
Ascom Ericsson Transmission AG
Belpstrasse 37
CH-3000 Bern 14

Glossar

ADM	Add/Drop-Multiplexer
AF	Adaptation Function
AP	Access Point
ATM	Asynchronous Transfer Mode
CF	Connection Function
CP	Connection Point
CTP	Connection Termination Point
DCC	Data Communication Channel
DXC	Cross-Connect
ECC	Embedded Control Channel
IM	Informationsmodell
MIB	Management Information Base
MO	Managed Object
MSOH	Multiplexer Section Overhead
NE	Netzelement
NM	Netzmanagement
PCM	Pulscodemodulation
PDH	Plesiochrone digitale Hierarchie
RSOH	Regenerator Section Overhead
SDH	Synchrone digitale Hierarchie
Sonet	Synchronous Optical Network
STM	Synchronous Transport Modul
TCN	Telecommunication Network (öffentliches Telekommunikationsnetz)
TCP	Termination Connection Point
TM	Terminal Multiplexer
TMN	Telecommunications Management Network
TN	Transport Network (Übertragungs- und Transportnetz)
TTF	Trail Termination Function
TUG	Tributary Unit Groups
VC	Virtueller Container

Bibliographie

[1] *Sexton M.* and *Reid A.* Transmission Networking, London, 1992, Artech House.
[2] *Bosshard H. J.* Die Synchrone Digitale Hierarchie, Grundlagen und Anwendungen. Bern, Techn. Mitt. PTT, 68 (1990) 12, S. 442.
[3] Div. Autoren, British Telecommunications Engineering, Vol. 10, Juli 1991.
[4] Verschiedene Empfehlungen unter Bezeichnungen wie: G.708, M.3010, X.774 von:
ETSI, European Telecommunication Standards Institute;
ITU-T, International Telecommunication Union/ Telecommunications Sector, frühere Bezeichnung CCITT, Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique.
[5] ITU-T Rec. G.707, G.708, G.709 sowie ETSI: ETS 300147.
[6] ETSI DE/TM 1015, Part 1 (November 1993) und Part 4 (Januar 1994).



Roland Kohler, 1935, Dipl. El.-Ing. ETH, beschäftigte sich nach dem Studium in der Stiftung Hasler-Werke mit Konzepten für Fernsehverteilungs-Systeme. Nach dem Übertritt in die Hasler AG im Jahre 1968 war er bis 1985 für die Entwicklung von 2-Mbit/s-PCM-Leitungsausrüstungen verantwortlich. Es folgte die Entwicklung einer 140-Mbit/s-Leitungsausrüstung. Seit 1990 ist er im Geschäftsbereich Übertragung des Konzernbereiches Public Networks vorwiegend als Systemingenieur im SDH-Bereich tätig. Dieser Geschäftsbereich ist seit Mitte 1992 Teil der Ascom Ericsson Transmission AG (AET).