

# Inhalt

<b>Worum geht es in diesem Band? .....</b>	<b>7</b>
<b>[1994] Kommunikationssysteme 2 – Anleitung zum praktischen Entwurf (SDL).....</b>	<b>11</b>
<b>1. Anforderungsanalyse.....</b>	<b>15</b>
1. 1. Benutzer-Umgebung .....	17
1. 2. Leistungsmerkmale.....	19
1. 3. Bedienungsabläufe.....	21
1. 4. Prozess-Umgebung.....	24
1. 5. Bestehende Kommunikationsdienste.....	25
<b>2. Analyse der Ebenenfunktionen.....</b>	<b>27</b>
2. 1. Bedienungsschicht .....	28
2. 2. Anwendungsschicht .....	31
2. 3. Darstellungsschicht.....	32
2. 4. Sitzungsschicht.....	32
2. 5. Transportschicht .....	32
2. 6. Vermittlungsschicht.....	33
2. 7. Übertragungsmedium .....	34
2. 8. Sicherungsschicht.....	35
2. 9. Bitübertragungsschicht.....	36
<b>3. SDL-Spezifikation.....</b>	<b>39</b>
3. 1. Allgemeines.....	39
3. 2. Gesamt-System.....	45
3. 3. File-Transfer-Dienst .....	51
3. 4. Darstellungs-Dienst .....	64
3. 5. Sitzungs-Dienst .....	67
3. 6. Transport-Dienst.....	74
3. 7. Vermittlungs-Dienst .....	77
3. 8. Sicherungs-Dienst.....	96
3. 9. Bitübertragungs-Dienst.....	106

## Inhalt

3. 10. Zentraler Timer-Dienst.....	109
3. 11. SDL-Diagramme .....	113
<b>4. Realisierungskonzept .....</b>	<b>209</b>
4. 1. Aufteilung Hardware-Software .....	209
4. 2. Hardware .....	209
4. 3. Software.....	210
<b>5. Software-Implementierung.....</b>	<b>222</b>
5. 1. Programmaufbau.....	222
5. 2. Grundkonstruktionen .....	224
5. 3. Initialisierung.....	248
5. 4. Bedienungsschicht .....	249
5. 5. Spezielle Implementierungen einzelner Instanzen.....	253
<b>6. Anhang.....</b>	<b>268</b>
6. 1. SDL-Automatensymbole.....	268
6. 2. ASCII-Zeichensatz .....	272
6. 3. Implementierungsbeispiel DL-Instanz .....	273
<b>Glossar .....</b>	<b>286</b>

## [1994] Kommunikationssysteme 2 – Anleitung zum praktischen Entwurf (SDL)

### Vorwort

Die Kommunikationstechnik hat sich in den letzten Jahren weltweit zu den am stärksten expandierenden technischen Aufgabengebieten entwickelt. Dieser Trend ist durch die rasante Entwicklung der Computer- und Softwaretechnik und durch den zunehmenden Bedarf nach Informationsaustausch zwischen den Rechnersystemen bedingt. Eine Vielzahl bestehender Telekommunikationsnetze sowie lokaler Rechnernetze (LANs)<sup>1</sup> machen dieses deutlich.

Die Komplexität heutiger Rechneranwendungen erfordert von den sie verbindenden Kommunikationsnetzen einen hohen Komplexitätsgrad, der nur durch den Einsatz von Rechnern und hochintegrierten Telekom-Bausteinen der Mikroelektronik realisiert werden kann. So ist es nicht verwunderlich, dass moderne Kommunikationssysteme in den Vermittlungsknoten und den Endgeräten durch Rechner mit entsprechender Kommunikationssoftware realisiert sind. Kommunikationssysteme und ihre Technik sind damit zum Bindeglied der klassischen Nachrichtentechnik und Informatik geworden. Hieraus resultierend hat sich die Telekommunikation in den letzten Jahren zu einem eigenständigen Fachgebiet, mit einer Systemtheorie, spezieller Terminologie, spezieller Entwurfsmethodik und softwaregestützten Entwicklungswerkzeugen entwickelt. Die industrielle Praxis zeigt, dass Kommunikationssysteme fast ausnahmslos von Ingenieuren der Nachrichtentechnik und Technischen Informatik konzipiert und realisiert werden. Grundlegendes Wissen der Telekommunikation und ihrer Entwurfsverfahren werden deshalb heute bei jedem Ingenieur dieser Fachdisziplin vorausgesetzt.

Der erste Band des Buches entwickelt die Grundzüge einer Systemtheorie der Telekommunikation, zeigt basierend hierauf systematische Schritte zum Entwerfen und Implementieren von Kommunikationssystemen auf und gibt eine Einführung in die Messtechnik der Kommunikationssysteme.

---

<sup>1</sup> LAN: Local Area Network.

# 1. Anforderungsanalyse

## Zielsetzung

Systemtheorie und Entwurf von Kommunikationssystemen waren das Thema des ersten Bandes. Damit sind die Grundlagen gelegt, um an einem konkreten Projektbeispiel die systematischen Entwicklungsschritte von der Spezifikation bis zur Realisierung eines Telekommunikationssystems aufzuzeigen; denn die theoretischen Grundlagen der Systeme und des Entwurfs werden eigentlich erst dann vollständig verstanden, wenn sie an einem Beispiel erläutert werden. Der gesamte zweite Band des Buches Kommunikationssysteme will nun an Hand eines solchen Beispiels eine praktische Anleitung zum Entwurf geben.

Eine wichtige Frage ist nun die Auswahl eines geeigneten Projektbeispiels. Folgende Anforderungen sind dabei zu berücksichtigen: 1. Die wichtigsten Aspekte der Kommunikationstheorie sollten in dem Projektbeispiel enthalten sein. 2. Das Beispiel sollte trotzdem noch so einfach sein, dass der Rahmen des Buches nicht gesprengt wird.

Als geeignetes Beispiel erweist sich die Dateiübertragung zwischen mehreren Personal Computern, die untereinander vernetzt sind. Bei oberflächlicher Betrachtung könnte der Eindruck entstehen, als sei dies ein besonders einfaches Beispiel. Die folgenden Abschnitte werden jedoch zeigen, dass dies nicht der Fall ist und allein die formale SDL-Spezifikation bereits etwa 80 Seiten umfasst.

Oberstes Ziel des Projektbeispiels PC-Datei-Transfer ist die Sichtbarmachung aller Aspekte der Telekommunikationstheorie. Wie die im nächsten Abschnitt ausgeführte Anforderungsanalyse zeigt, wird dabei ein sehr komfortabler File-Transfer-Dienst angestrebt. Allerdings erweist sich die Übertragungsgeschwindigkeit als sehr niedrig. Dies ist deshalb der Fall, weil die Sicherungsschicht vollständig in Software ausgeführt werden soll, um alle Aspekte der Implementierung auch in diesem Bereich sichtbar zu machen.

Im Folgenden seien einige Überlegungen zur Auswahl des Projektbeispiels angeführt. Telekommunikation bedeutet Nachrichtenaustausch zwischen den an geographisch unterschiedlichen Standorten vorhandenen Sta-

## 2. Analyse der Ebenenfunktionen

Ausgehend von den in Abschn. 1 aufgestellten Leistungsmerkmalen sollen hier die Funktionen beschrieben werden, die zur Erbringung des File-Transfer-Dienstes notwendig sind. Wichtig ist eine Eingruppierung dieser Funktionen in das 7 Ebenen umfassende OSI-Referenzmodell. Dieses Modell, das in Bild 2.1 gezeigt ist, sieht eine hierarchisch gegliederte funktionelle Schichtung der Aufgaben eines Kommunikationssystems vor. Für jede Schicht ist festzulegen, welche Funktionen sie übernimmt, welche Verfahren sie zur Erfüllung dieser Funktionen benutzt und auf welche Dienste der nächst unteren Schicht sie sich dabei abstützen kann. Mit dieser Aufstellung gewinnt man einen ersten Überblick der später zu implementierenden Programmteile.

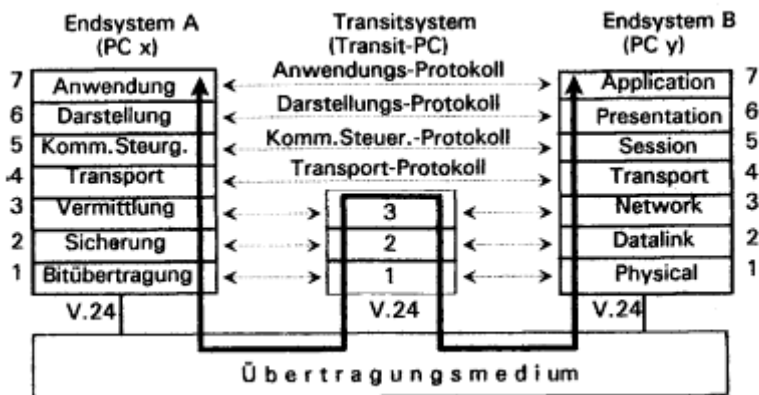


Bild 2.1. OSI-Referenzmodell mit Transitsystem und einem einheitlichen Übertragungsmedium

Diese stellen die Realisierung der Ebenen-Instanzen dar. Funktionen des internen Instanzenmanagements, der Dienstanforderung an SAP's und der Behandlung von Dateneinheiten treten in allen Ebenen gleichermaßen auf. Sie werden deshalb in einem späteren Abschnitt bei der Implementierung beschrieben und sind in der folgenden Aufstellung nicht enthalten.

Dem Referenzmodell entsprechend ist die Anwendung die oberste Schicht, die deshalb im Modell auch keine Dienstzugangspunkte hat. Eine

### 3. SDL-Spezifikation

In diesem Abschnitt wird aufbauend auf den Ergebnissen der Anforderungsanalyse und der Analyse der Ebenenfunktionen eine formale Spezifikation mit Hilfe der SDL-Methode durchgeführt. Diese Methode, die im Abschnitt 7.2 aus Band I ausführlich dargestellt wird, ist eine speziell für Kommunikationssysteme entwickelte graphische Spezifikations- und Beschreibungssprache (engl. Specification and Description Language).

Eine Zusammenstellung der SDL-Graphik-Symbole findet sich im Anhang. Als Ergebnis der SDL-Spezifikation entsteht eine Serie von SDL-Diagrammen, die im Abschn. 3.11 zusammengefasst dargestellt werden, weil sie eine geschlossene hierarchisch gegliederte Struktur bilden. Bei der Erstellung dieser Diagramme ist angesichts der Komplexität eines Kommunikationssystems ein geeignetes Software-Werkzeug unerlässlich. Das Werkzeug soll

1. eine Hilfe beim Editieren der Diagramme sein, indem es alle SDL-Symbole zur Verfügung stellt,
2. einen Syntax-Check enthalten, um Fehler schon in der Entstehungsphase abzufangen und
3. eine hierarchische Dateiverwaltung ermöglichen.

Die Diagramme dieses Bandes wurden mit dem Werkzeug SDT/PC 2.2 der Fa. TeleLOGIC aus Malmö erstellt.<sup>4</sup>

#### 3. 1. Allgemeines

Vor Beginn der Spezifikation des Kommunikationssystems soll zum besseren Verständnis der folgenden Abschnitte auf einige allgemeine Gesichtspunkte eingegangen werden.

##### 3. 1. 1. Merkmale

Besonders hervorzuheben ist, dass die Stärke der SDL-Spezifikation eines Kommunikationssystems in der Darstellung des strukturellen Aufbaus so-

---

<sup>4</sup> Telelogic: SDL-Editor SDT-PC, Handbuch für SDL-Editor.; Telelogic: SDT-Reference Manual, Handbuch zum SDL-Editor.

## 5. Software-Implementierung

Aufbauend auf die Abschnitte 3 (SDL-Spezifikation) und 4 (Realisierungskonzept) soll in diesem Abschnitt eine Anleitung zur Software-Implementierung für die Endsysteme und das Transitsystem gegeben werden. Bei der Entwicklung der Pascal-Programme auf der Grundlage der SDL-Spezifikation kann folgendermaßen vorgegangen werden: Am Anfang steht die Erläuterung des Programm-Aufbaus an Hand eines Blockschaltbildes. Die Bausteine des Pascal-Programms sind die Prozeduren. Dabei sind zu unterscheiden

1. Prozeduren als Realisierung von Prozessen
2. Prozeduren als Realisierung von Funktionen der SAP-Behandlung und der Initialisierung

Das Blockschaltbild soll einen Überblick über die Prozeduren als Realisierung von Prozessen und die Signalflüsse durch Prozeduraufrufe geben. Danach werden die Grundkonstruktionen des Programms erläutert. Hierzu gehören der Dienstzugangspunkt, die Instanz bestehend aus COM-Prozess, CODEX-Prozess und Einricht-Prozess, und der Timer. Abschließend erfolgt die Beschreibung der Implementierung der Bedienungsschicht sowie spezieller Implementierungen einzelner Instanzen.

### 5. 1. Programmaufbau

Einen Überblick über einen möglichen Programmaufbau gibt Bild 5.1. Es zeigt im wesentlichen die Prozeduren des Programms, die Prozess-Realisierungen darstellen, und verdeutlicht die Abläufe der Prozeduraufrufe. In der Beschreibung eines Kommunikationssystems sind die Prozesse die unterste Realisierungsebene, denen hier Pascal-Prozeduren zugeordnet werden. Das Bild zeigt die Prozeduren mit sinnvoller Namensgebung. Pfeile bedeuten die Aufrufrichtung.

Beim Start des Hauptprogramms *program endsystem* wird zunächst durch den Aufruf der Prozedur *procedure menue* der Bedienprozess aktiviert, der mit dem Bediener kommuniziert. Die Eingabe 9 : Einrichten veranlasst den Aufruf der Prozedur *procedure set\_com\_param*, die je nach weiterer Eingabe die den Einricht-Prozessen der einzelnen Instanzen entsprechenden Prozeduren aktiviert.