

Peter Gerdson • Gesammelte Werke

—

Band 4

Mensch und Wissenschaft

Kommunikationssysteme II
[1994]

Anleitung zum praktischen Entwurf (SDL)

herausgegeben und eingeleitet
von
Hamid Reza Yousefi

gefördert durch
Peter-Gerdsen-Stiftung

Traugott Bautz
Nordhausen 2016

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation
in Der Deutschen Nationalbibliographie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet
über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Verlag Traugott Bautz GmbH
99734 Nordhausen 2016
Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist
ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere
für Vervielfältigung, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung
und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Printed in Germany
ISBN 978-3-88309-987-3
www.bautz.de

Inhalt

Worum geht es in diesem Band?	7
[1994] Kommunikationssysteme 2 – Anleitung zum praktischen Entwurf (SDL).....	11
1. Anforderungsanalyse.....	15
1. 1. Benutzer-Umgebung	17
1. 2. Leistungsmerkmale.....	19
1. 3. Bedienungsabläufe.....	21
1. 4. Prozess-Umgebung.....	24
1. 5. Bestehende Kommunikationsdienste.....	25
2. Analyse der Ebenenfunktionen.....	27
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
3. SDL-Spezifikation.....	39
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
4. Realisierungskonzept	209
4. 1. Aufteilung Hardware-Software	209
4. 2. Hardware	209
4. 3. Software.....	210
5. Software-Implementierung.....	222
5. 1. Programmaufbau.....	222
5. 2. Grundkonstruktionen	224
5. 3. Initialisierung.....	248
5. 4. Bedienungsschicht	249
5. 5. Spezielle Implementierungen einzelner Instanzen.....	253
6. Anhang.....	268
6. 1. SDL-Automatensymbole.....	268
6. 2. ASCII-Zeichensatz	272
6. 3. Implementierungsbeispiel DL-Instanz	273
Glossar	286

Worum geht es in diesem Band?

Band 1:

Der erste Band umfasst die erste Sektion der Gesamtausgabe von Peter Gerdson mit folgenden Schriften: 13 natur- und ingenieurwissenschaftliche Abhandlungen aus den Jahren 1966-1979 sowie die Monographie ›Hochfrequenzmesstechnik – Messgeräte und Messverfahren‹ aus dem Jahr 1982. Charakteristisch für diese Periode ist, dass die Aufsätze 1966-1970 aus der Industriezeit Gerdsons, die praktische Anwendungen aus der Farbfernsehtechnik behandeln, während der Lehrtätigkeit 1971-1982 eine theoretische Vertiefung für das wissenschaftliche Fundament der studentischen Ausbildung erfahren. Die Hochfrequenzmesstechnik, die als konstitutives Element der Natur- und Ingenieurwissenschaften eine verbindende Bedeutung für Gerdsons Schriften hat, dokumentiert unter dem Paradigma der analogen Nachrichtentechnik eine Kulmination seines Wirkens.

Band 2:

Der zweite Band beschreibt einen vertiefenden Weg des Denkens von Peter Gerdson. In den 1980er Jahren vollzieht sich ein allmählicher Paradigmenwechsel von der analogen zur digitalen Nachrichtentechnik, welche die Gebiete der Signalübertragung und -verarbeitung umfasst. Dabei tritt an die Stelle der Signaldarstellung durch eine kontinuierliche Spannungszeitfunktion eine solche durch eine Zahlenfolge.

Die Signalverarbeitung wird nicht mehr mit einer Schaltung aus elektrischen und elektronischen Bauelementen durchgeführt, sondern mit einem Zahlenfolgen verarbeitenden Rechenwerk, welches durch einen Signalprozessor realisiert wird. Damit entsteht die Aufgabe, klassische Schaltungen der analogen Signalverarbeitung in Algorithmen für Signalprozessoren umzusetzen. Die neue digitale Nachrichtentechnik ist der analogen hinsichtlich der Präzision weit überlegen.

Diese veränderte Situation erforderte ein radikales Umdenken sowohl bei den Ingenieuren in der Praxis als auch bei den Studenten. Eingeleitet wird der vorliegende Band der Gesamtausgabe von Peter Gerdson durch den

Aufsatz ›Wandel in der Nachrichtentechnik‹, der in der ›Nachrichtentechnischen Zeitschrift NTZ – Fachmagazin für Telekommunikation und Informationstechnik‹ im November 1997 erschien. Der Aufsatz stellt die Grundzüge des Paradigmenwechsels dar, um diesen in der nachrichtentechnischen Öffentlichkeit zur Diskussion zu stellen.

Mit der anschließenden Monographie ›Digitale Signalverarbeitung in der Nachrichtenübertragung – Elemente, Bausteine, Systeme und ihre Algorithmen‹ gibt Peter Gerdson der neuen Situation insbesondere für die Ausbildung der Studenten ein sicheres Fundament. Die 1. Auflage des Buches erscheint 1993; auf Grund des großen Erfolges erfolgt 1997 eine 2. Auflage in wesentlich erweiterter Form, die Gegenstand des vorliegenden 2. Bandes der Gesamtausgabe ist. Dabei bezieht sich die Erweiterung hauptsächlich auf die Berücksichtigung von Simulationsprogrammen in der digitalen Signalverarbeitung. Damit wird einem Trend Rechnung getragen, Systeme nach ihrem Entwurf durch Simulation auf einem Computer auf ihre Eigenschaften hin zu überprüfen.

Solche Simulationsprogramme, die auch für die Schaltungen der analogen Nachrichtentechnik entwickelt wurden, sind durch die ständig steigenden Rechenleistungen der Computer möglich geworden. Die Monographie ist geprägt sowohl durch ihren Lehrbuchcharakter, der in zahlreichen Übungsaufgaben zum Ausdruck kommt, als auch von einer gründlichen Darstellung des neuen Gebietes der Nachrichtentechnik.

Band 3:

Kaum ein Gebiet hat eine so stürmische mit tiefgreifenden Paradigmenwechseln verbundene Entwicklung durchlaufen wie die elektrische Nachrichtentechnik. Die analoge Übertragungstechnik wurde abgelöst durch die digitale Übertragungstechnik; desgleichen die analoge Signalverarbeitung durch die digitale Signalverarbeitung.

Diese beiden Umbrüche waren sehr tiefgreifend, weil sie neue Begriffe und neue Formen des Denkens notwendig machten. In den 90er Jahren kam eine neue Herausforderung auf die Welt der Nachrichtentechnik zu. Während sowohl die analoge als auch die digitale Übertragungstechnik zunächst nur die Nachrichtenübertragung zwischen zwei Punkten im Blickpunkt hatten, bildeten sich schon vor über 100 Jahren Netze von Übertragungswegen heraus, welche die Notwendigkeit von Vermittlungstechniken mit sich brachten. Beispielhaft dafür ist das Fernsprechnetz. Als Folge der Digitalisierung der Übertragungswege, durch die Signale in Form von Zahlenfolgen

dargestellt werden, ergab sich die effiziente Möglichkeit die in den Netzknoten auftretende Notwendigkeit der Vermittlung durch Computer zu realisieren.

Während ursprünglich in der Form des Fernsprechnetzes die Mensch-zu-Mensch-Kommunikation dominant war, trat schon frühzeitig Maschine-zu-Maschine-Kommunikation in der Vordergrund, wie es z.B. bei den miteinander kommunizierenden Telefax-Geräten der Fall ist. Diese Situation erfuhr eine wesentliche Erweiterung durch die immer weiter um sich greifenden Computernetze. Besonders markantes Beispiel dafür ist das Internet, das durch die Einführung des WWW-Dienstes (World Wide Web) eine enorme Verbreitung erfuhr und bereits 1989 als Projekt der Forschungseinrichtung CERN entwickelt wurde.

Dieser komplexen und komplizierten Situation wurde eine übergreifende Systemtheorie der Kommunikation notwendig, um Studenten ein vertieftes Verständnis der vielfältigen Kommunikationsnetze unter übergeordneten Gesichtspunkten zu ermöglichen. Für die analoge Nachrichtentechnik hatte Karl Küpfmüller eine ›Systemtheorie der elektrischen Nachrichtenübertragung‹ entwickelt, die bereits 1949 erschien und in zahllosen Auflagen den Ingenieuren der Nachrichtentechnik eine Orientierungshilfe ist.

Inhalt des dritten Bandes ist das Buch ›Kommunikationssysteme 1 - Theorie, Entwurf, Messtechnik‹, das eine ›Systemtheorie der Telekommunikation‹ enthält. So wie zur Beschreibung der Algorithmen in Computern besondere Sprachen in der Form von Algol (**A**lgorithmic Language), dessen Weiterentwicklung die Namen Pascal und C++ tragen, erforderlich wurden, war dies auch bei der Formulierung einer ›Systemtheorie der Telekommunikation‹ der Fall. Durchgesetzt hat sich zur Beschreibung der Vorgänge in Kommunikationssystemen die Sprache SDL (**S**pecification and **D**escription Language), die auch wesentlicher Bestandteil des vorliegenden Bandes ist.

Band 4

In dem vorliegenden vierten Band der Gesamtausgabe geht es um eine Anleitung zum praktischen Entwurf von Telekommunikationssystemen. Die Telekommunikationssysteme haben sich zu einem eigenständigen Fachgebiet nicht nur mit eigener Systemtheorie und einer speziellen Terminologie, sondern auch mit einer besonderen Entwicklungsmethodik und softwaregestützten Entwicklungswerkzeugen entwickelt. Studenten und Ingenieure in diese Entwicklungsmethodik mit ihren Entwicklungswerkzeugen einzuführen, ist das Ziel der ›Kommunikationssysteme 2 - Anleitung zum

praktischen Entwurf (SDL)«, die Inhalt dieses Bandes sind und auf die ›Kommunikationssysteme 1 – Theorie, Entwurf, Messtechnik‹ aufbauen. Mit dem Paradigmenwechsel, der die analoge Nachrichtentechnik in die digitale Nachrichtentechnik überführte, begann eine Entwicklung, welche die Nachrichtentechnik immer mehr in die Nähe der Informatik führte. Wurden bereits bei der digitalen Signalverarbeitung ganze Verfahren der Schaltungstechnik durch entsprechende in einer Programmiersprache zu beschreibende Algorithmen ersetzt, so findet man in den Knotenpunkten der auf den Prinzipien der digitalen Übertragungstechnik aufbauenden Kommunikationssysteme nur noch reine Software-Realisierungen. Zentral für die Entwicklungsmethodik von Kommunikationssystemen ist ›Specification and Description Language‹ SDL. Dabei handelt es um eine graphische Beschreibungssprache für Kommunikationsvorgänge, die in ihrer Beschreibungstiefe und Präzision der Beschreibung so weit geht, dass die graphische Beschreibung in einen Programmiersprachentext transformiert werden kann, der sich seinerseits wieder den Assembler eines Mikroprozessors kompilieren lässt.

[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)¹ 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.

¹ LAN: Local Area Network.

Besonders der vorliegende zweite Band des Buches soll helfen, die Lücke zwischen der vielfach recht abstrakten Darstellung der Materie in der Literatur und den praktischen Belangen eines Entwicklungsingenieurs zu schließen, indem er beispielhaft aufzeigt, wie die OSI2-Struktur eines Telekommunikationssystems in ein funktionsfähiges System umzusetzen ist.

Allgemein gilt, dass eine Theorie mit hohem Abstraktionsniveau leichter zu verstehen ist, wenn sie an einem Beispiel verdeutlicht wird. In diesem Sinne stellt der gesamte Band II des Buches ein praktisches Beispiel zu Band I dar, indem darin eine praktische Anleitung zum Entwurf an Hand eines konkreten, vollständigen Projektbeispiels gegeben wird. Dabei wird die Ausführung des Beispiels nicht bis zu einem fertigen Produkt getrieben; wohl aber geht die Ausführlichkeit soweit, dass der Leser in der Lage ist, den Weg dorthin zu Ende zu gehen.

Leser, die den Band I nicht gelesen haben, seien darauf hingewiesen, dass einige wichtige Vorkenntnisse zum Verständnis des zweiten Bandes erforderlich sind. Hierzu gehören der strukturelle Aufbau von Kommunikationssystemen, das Automatenverhalten der Instanz, ihr Aufbau aus einem COM- und einem CODEX-Prozess sowie gängige Dienste und Protokolle. Ferner werden die Kenntnis der SDL-Beschreibungsmethode und Pascal-Programmierkenntnisse vorausgesetzt.

Eine zentrale Rolle bei dem Entwurfsbeispiel dieses Bandes spielt die SDL-Spezifikation, für die es leistungsfähige Software-Werkzeuge gibt. So haben wir bei der Erstellung der SDL-Diagramme den Editor SDT/PC 2.2 der Fa. TeleLOGIC benutzt.

Das Durcharbeiten des Entwurfsbeispiels und somit auch die Anwendung der Werkzeuge stellt eine wirkungsvolle Schulung auf dem Gebiet der Telekommunikation dar. Der erste Band zeigt die besondere Bedeutung der Automatentheorie innerhalb der Kommunikationssysteme. Zur Schulung hinsichtlich des Automatenverhaltens ist ein Kommunikations-Simulator ein wirkungsvolles Werkzeug. Lesern, die nach dem Studium der beiden Bände dieses Buches noch tiefer in die Materie der Telekommunikation eindringen möchten, sei empfohlen, sich mit den Software-Werkzeugen vertraut zu machen. Hingewiesen sei auf die Werkzeuge der Fa. TeleLOGIC, zu denen neben dem SDL-Editor ein Code-Generator, ein Simulator und ein Analyzer

² OSI: Open System Interconnection Referenzmodell der International Standard Organisation (ISO)

gehören, sowie auch auf einen von den Verfassern selbst entwickelten Kommunikations-Simulator, mit dem die abgedruckten Programmbeispiele getestet wurden.

Anregungen, Korrekturen und Verbesserungsvorschläge greifen wir dankbar auf; auch sind wir gern zu Hinweisen bei der Auswahl von Werkzeugen bereit. Wir bedanken uns beim Springer-Verlag, insbesondere bei Herrn Dipl.-Ing. Lehnert, für die bewährt gute Zusammenarbeit, für die Förderung des Buchprojekts und für manche Anregungen.

Schließlich möchten wir unseren Familien für das uns in den vielen Monaten der Entstehung dieses Buches entgegengebrachte Verständnis danken.

Hamburg, im Frühjahr 1994
Peter Kröger
Peter Gerdson

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-

tionen eines Kommunikationssystems. Dabei unterscheidet man grundsätzlich folgende Nachrichtenarten: Sprache und Ton, Text, Festbilder und Bewegtbilder, Daten.

Das hier zu entwerfende Kommunikationssystem soll auf der Grundlage des Open System Interconnection Referenzmodells oder kurz des OSI-Referenzmodells entwickelt werden. Charakteristisch für dieses Modell ist die paketweise Übertragung mit einem Verpackungsmechanismus, der sich mit den Echtzeitanforderungen bei Sprache und Ton sowie bei Bewegtbildern nicht verträgt. Eine reine Textübertragung in der Form eines Fernschreibdienstes wäre zu einfach. So bietet sich die Übertragung von Dateien in einem Datei- bzw. Rechnernetz an. Das Kernstück der Dienste in diesem Bereich ist der File-Transfer-Dienst.

Die Umsetzung des Projektbeispiels PC-Datei-Transfer erfolgt auf der Grundlage der in Band I entwickelten Systemtheorie und Entwurfsmethodik. Damit erhält der zweite Band die folgenden Aspekte:

1. Anleitung zur Umsetzung der erworbenen Grundkenntnisse der Telekommunikationstheorie in ein funktionsfähiges System hinsichtlich Hardware und Software.
2. Praktisches Kennenlernen von Methoden und Werkzeugen zur Spezifikation und zur Realisierung von Kommunikationssystemen.

Die Umsetzung von der modellhaften, abstrakten Beschreibung eines Kommunikationssystems in ein funktionierendes System in Hardware und Software hängt vom Anwendungszweck, von den eingesetzten Technologien und nicht zuletzt von der Qualifikation der daran beteiligten Entwicklungsingenieure ab. Nur durch eine systematische Spezifikations- Entwurfs- und Testmethodik in Verbindung mit geeigneten Entwicklungswerkzeugen gelingt es dem Entwicklungsingenieur, die Kommunikationsanforderungen in ein funktionsfähiges System in Hardware und Software umzusetzen.

Die Entwicklung eines Kommunikationssystems gliedert sich, wie dies auch bei anderen Systemen ähnlicher Komplexität der Fall ist, in mehrere Phasen, an deren Ende ein klar umrissenes Entwicklungszwischenergebnis vorliegt. Damit ergeben sich die einzelnen Abschnitte dieses Bandes:

1. Anforderungsanalyse,
2. Analyse der Ebenenfunktionen,
3. SDL-Spezifikation,
4. Realisierungskonzept,
5. Software-Implementierung.

1. Anforderungsanalyse

Ergebnis der Anforderungsanalyse ist ein formloser Katalog aller Systemanforderungen aus der Sicht der späteren Benutzer und der Entwickler. Auf der Grundlage dieses Katalogs wird dann mit der Spezifikation begonnen. Dabei können zwei Abschnitte unterschieden werden:

- a. Informale Spezifikation: Analyse der Ebenenfunktionen,
- b. Formale Spezifikation: Anwendung der SDL-Methode.

Nach Abschluss der Spezifikation des Systems kann dann das Realisierungskonzept entwickelt werden, um darauf aufbauend durch eine Erläuterung wichtiger Bausteine eine Anleitung zur Implementierung zu geben.

Vor Beginn der Spezifikation sollen die Anforderungen an die Datei-Übertragung verbal zusammengestellt werden, wie sie sich aus der Sicht der Benutzer und auch aus der Sicht der Entwickler ergeben. Dabei sind für den Benutzer wichtig: 1. die Benutzer-Leistungsmerkmale, die alle Systemeigenschaften aus der Sicht der Benutzer beinhalten, 2. die Bedienung, auf Grund derer sich der Benutzer die Leistungsmerkmale verfügbar machen kann, sowie 3. die Bedienungsabläufe, in denen der Bedienungskomfort zum Ausdruck kommt.

Aus der Sicht der Entwickler, die das Datei-Transfer-System realisieren sollen, gibt es jedoch noch zwei weitere Gesichtspunkte, die ebenfalls am Beginn des Entwicklungsprozesses festgelegt werden müssen. Dabei handelt es sich um 4. die Prozessumgebung, zu der all das gehört, was zur Realisierung der Prozesse erforderlich ist, die den Datei-Transfer ermöglichen, und 5. evtl. schon bestehende Kommunikationsdienste, die bei der Realisierung des Datei-Transfers benutzt werden können.

Damit können bei der Anforderungsanalyse fünf Einzelabschnitte unterschieden werden, die im Folgenden zu behandeln sind.

Im Interesse einer möglichst einfachen Realisierung auf der Grundlage einfacher Verfahren und mittels Software werden bei der Dateiübertragung Einschränkungen hinsichtlich der Geschwindigkeit in Kauf genommen. Berücksichtigt werden sollen dagegen alle Merkmale einer gesicherten Datei-Übertragung mit eindeutiger und komfortabler Bedienung.

1. 1. Benutzer-Umgebung

Zur Darstellung der Situation für die Benutzer des Datei-Transfer-Systems werden zunächst einige Festlegungen gemacht:

1. Der Datei-Transfer erfolgt zwischen je zwei beliebigen Personal Computern in einem Netz.
2. Es sind n verschiedene Personal Computer untereinander vernetzt

und ein weiterer Personal Computer übernimmt die Aufgabe der Vermittlung.

3. Die Dateiübertragung erfolgt an den seriellen Schnittstellen der Computer. Ein Netz wird mit Hilfe eines Schnittstellen-Vervielfachers aufgebaut.

Bild 1.1 zeigt die Konfiguration des Kommunikationssystems, bestehend aus verschiedenen Stationen und dem Vervielfacher. Mehrere Benutzer-PC's (PC1 bis PCn) können über ihre seriellen RS 232C-Schnittstellen untereinander kommunizieren. Ein *Schnittstellenvervielfacher* verbindet die Sende- und Empfangsleitungen der PC's zu einem Bus. Für den geordneten Datentransport auf den Schnittstellen und für die Wegelenkung der Datenpakete zwischen den Benutzer-PC's sorgt ein Transit-PC.

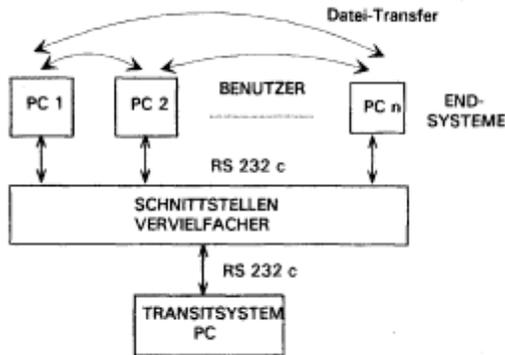


Bild 1.1. Konfiguration des Kommunikationssystems

Die Umgebung des Benutzers am einzelnen PC ist der Bildschirm, an dem der Benutzer die Meldungen des Systems entgegennimmt, und die Tastatur, über die er seine Mitteilungen an das System eingibt.

Jedes Kommunikationssystem muss konfiguriert bzw. eingerichtet werden. Bei dem hier zu realisierenden Datei-Transfer soll diese Einrichtung von dem Benutzer vorgenommen werden, der damit auch Operatorfunktionen übernimmt. Dabei ist ein Unterschied zu machen zwischen den Endsystemen und dem Transitsystem. Der Benutzer des Endsystems ist zunächst Operator; in dieser Eigenschaft konfiguriert er sein System, indem er die Kommunikationsparameter und die Adressen eines Systems festlegt. Danach fungiert er als Bediener eines funktionsfähigen Kommunikationssystems mit bestimmten Leistungsmerkmalen. Er teilt dann dem System über

1. Anforderungsanalyse

die Tastatur mit, welche Datei seiner Station er zu welchem Endsystem übertragen möchte.

Der Bediener des Transitsystems fungiert nur als Operator, der dem System die Daten einer Netzkonfiguration mitteilt.

1. 2. Leistungsmerkmale

Bei der Festlegung der Leistungsmerkmale soll unterschieden werden zwischen Benutzer-Leistungsmerkmalen und technischen Leistungsmerkmalen.

1. 2. 1. Benutzer-Leistungsmerkmale

Zunächst werden die Leistungsmerkmale der Datei-Übertragung stichwortartig zusammengestellt, wie sie sich aus der Sicht des PC-Benutzers darstellen sollen und für Dateitransfer-Systeme üblich sind.

Die Kommunikation zwischen den PC's setzt voraus, dass sich auf diesen Kommunikationsprogramme in Ausführung befinden, mindestens auf dem PC, an dem der Benutzer die Dateiübertragung einleiten will. Der Einfachheit halber soll dieses Kommunikationsprogramm eigenständig, d.h. nicht von anderen PC-Anwendungsprogrammen benutzbar sein, und nur der Dateiübertragung eines zuvor erstellten MS-DOS-Files dienen. Es sollen nur Dateien mit Inhalten aus dem 7 bit-ASCII-Zeichen-Alphabet übertragen werden können also Text-Dateien.

Mit diesem Kommunikationsprogramm erhält der PC-Benutzer einen Dienst, eigene Dateien zu einem der n PC's zu senden oder aber von einem der n PC's eine Datei zu empfangen. Dieser Anwendungsdienst wird im folgenden **FILE-TRANSFER-DIENST, (FTD)** genannt.

Der FTD soll alternativ, aber nur zeitlich nacheinander zum Senden oder zum Empfangen von Dateien aufrufbar sein (Halbduplex). Das Empfangen ist passiv, ohne Benutzer-Bedienung möglich. Das Senden erfordert Eingaben vom Benutzer: Ziel-PC zu dem eine Datei zu übertragen ist, Datei, die übertragen werden soll, Ziel-File-Name einer Datei, unter dem der übertragene Inhalt auf dem Ziel-PC abgelegt werden soll.

Es ist leicht einzusehen, dass ein derart an der Kommunikation teilnehmender PC sehr schnell von einer ungeordneten Datenflut fremder Kommunikationspartner überfrachtet würde. Sein Datei-Verzeichnis würde nach gewisser Zeit eine Menge, dem Benutzer unbekannter Dateien aufweisen, die im unbedienten Betrieb empfangen wurden. Um dieses zu verhindern, sind vier Mechanismen im FTD vorzusehen:

1. Dateien werden auf dem Ziel-PC immer nur in ein spezielles Unterverzeichnis übertragen (sog. Message-Directory),
2. Verhinderung von Dateiüberschreiben bei bereits existierendem Datei-Namen (Ziel-File-Name) im Zielsystem, sowie Prüfung, ob ein Filename den DOS-Konventionen entspricht,
3. die Verwendung einer speziellen Sperrfunktion, mit der der Empfang von Dateien abgelehnt wird und
4. der Empfang einer Datei wird mit einer zusätzlichen Journalführung angezeigt, aus der der Quell-PC, der File-Name sowie Datum und Uhrzeit des Empfangs hervorgehen.

Während der Laufzeit des Kommunikationsprogramms kann es wünschenswert sein, auf die DOS-Ebene, auf der der Befehlssatz des Betriebssystems zur Verfügung steht, zurückzukehren, ohne das Kommunikationsprogramm zu verlassen. Daher wird diese Möglichkeit in den Anforderungskatalog übernommen.

Die Forderung nach Übertragung von Dateien in einem Netz bedingt eine einheitliche und widerspruchsfreie PC-Adressierung, die vor der Benutzung in einer Netzkonfiguration am Vermittlungs-PC festzulegen ist. Der FTD bekommt damit eine weitere Benutzerschnittstelle am Vermittlungs-PC. An ihr werden die Adressen und Namen (physikalische und logische Adressen) der Benutzer-PC's eingerichtet (Operator-Bedienung). Der Vermittlungs-PC hat damit neben der Aufgabe der Datenlenkung auch Netzmanagement-Aufgaben wie Verwalten der Netzadressen und Gültigkeitsüberprüfungen von Adressierungen.

Eine wichtige Frage ist die Buchführung über gesendete und empfangene Dateien in Form eines Journals. Gefordert werden soll hier ein Empfangsjournal, in dem jede empfangene Datei mit Namen, Uhrzeit, Datum und Absender eingetragen wird. Zu den Journalfunktionen gehören das Lesen und das Löschen eines Journals.

Zudem soll der Benutzer während der Kommunikation durch Bildschirmmeldungen über den Ablauf der Übertragung informiert werden: Der Ziel-PC könnte besetzt oder gar nicht empfangsbereit sein und die Übertragung könnte stark gestört sein, so dass ein Abbruch erforderlich wird.

Der PC-Name, die physikalische Adresse und der Zustand der Empfangssperre sollen auf dem Bildschirm angezeigt werden. Die Empfangssperre verhindert das Überfluten mit den Dateien möglicher Kommunikationspartner. Die Station mit gesetzter Empfangssperre in den Empfangsmodus zu versetzen ist sinnvoll, weil dadurch die anderen Netzteilnehmer darüber

1. Anforderungsanalyse

informiert werden, dass die Station zwar am Netz angeschlossen ist, aber zeitweilig keine Dateien empfangen möchte.

Wichtig für den Benutzer ist noch, dass die Vorgänge "Einrichten der Kommunikationsparameter" und "Kommunizieren" gegeneinander verriegelt sind. Damit wird vermieden, dass durch ein Fehlverhalten des Bedieners während der Kommunikation die Parameter geändert werden können. Dies hätte eine massive Störung der Übertragung zur Folge.

1. 2. 2. Technische Leistungsmerkmale

Auf der Grundlage der bisherigen Festlegungen sollen folgende für die Entwicklung wichtigen Merkmale erfüllt werden: Benutzung der seriellen PC-Schnittstelle mit asynchroner Übertragung, Einstellbarkeit der Kommunikationsparameter Baudrate, Anzahl der Datenbits, Parität und Anzahl der Stopbits, die beim Start auf Defaultwerte gesetzt werden sollen, gesicherte Übertragung von Datenpaketen zwischen den Stationen des Netzes, Abfangen von Übertragungsstörungen auch bei nicht angeschlossener bzw. betriebsbereiter Partnerstation, Herstellen, Halten und Abbauen von temporären Datenverbindungen zwischen je zwei Benutzer-PC's, Benutzerinformation über den Vermittlungsvorgang, frei wählbare, alphanumerische Namenswahl für die PC-Adressierung, Überprüfen und Melden von Besetztfällen, Übertragen der Dateien in sinnvollen Blöcken (zeilenweise), korrekte Übertragung von Dateien hinsichtlich Vollständigkeit, Bestätigung an den Benutzer, Wiederaufsetzen bei Übertragungsfehlern, und Löschen unvollständig übertragener Dateien, Vernetzung der PC's mit einem Bus und einem einfachen Zugriffsverfahren, Einstellung von Default-Werten für alle Kommunikationsparameter bei Programmstart.

1. 3. Bedienungsabläufe

Das gesamte Kommunikationssystem besteht aus einer Anzahl von PC's, die über die seriellen Schnittstellen mit Hilfe eines Schnittstellenvervielfachers miteinander zu verbinden sind. Dabei fungiert einer der PC's als Transitsystem. Hinsichtlich der Bedienungsabläufe können folgende Phasen unterschieden werden:

1. mechanische Installation,
2. Programm-Installation,
3. Einrichtung der Endsysteme und des Transitsystems,
4. Benutzung der Endsysteme zum Datei-Transfer.

Da in den beiden Gerätetypen Endsystem und Transitsystem sehr unterschiedliche Aufgaben zu erledigen sind, ist es sinnvoll, zwei verschiedene Programme zu entwickeln: eines für die Endsysteme und eines für das Transitsystem. Als nächstes werden die Bedienungsabläufe für die Endsysteme und für das Transitsystem getrennt betrachtet.

Endsystem

Jedes Endsystem kann wahlweise zu jedem anderen Dateien übertragen; gleichzeitiges Senden und Empfangen von Dateien ist aber nicht möglich. Damit hat jedes System einen Sende- und einen Empfangsmodus. Nach dem Start der Programme befinden sich diese zunächst im Bedienungsmodus. Die alternativen Möglichkeiten sind dann: Einrichten oder Kommunizieren. Im Falle der Kommunikation wird entweder der Empfangsmodus oder der Sendemodus eingeschaltet. Der Normalfall ist der Empfangsmodus, der die Station empfangsbereit macht.

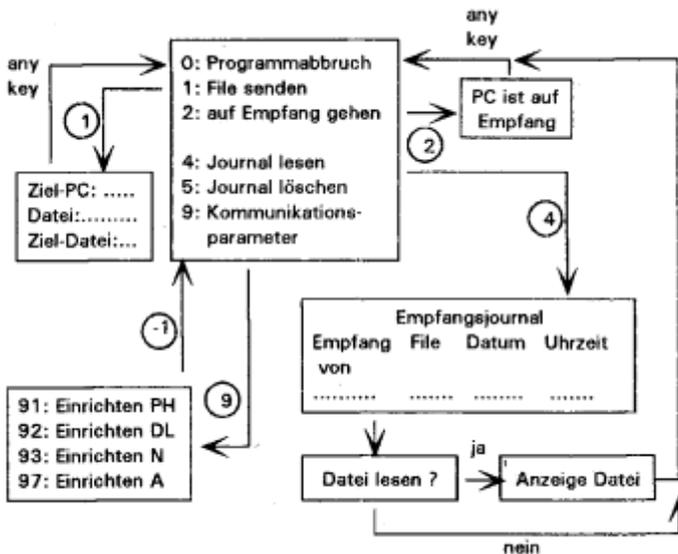


Bild 1.2. Bedienungsabläufe beim Endsystem

Soll eine Datei an ein bestimmtes Endsystem gesendet werden, so wird durch Drücken einer beliebigen Taste der Empfangsmodus verlassen und in den Bedienungsmodus übergegangen. Von dort aus wird z.B. mit einer be-