



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für Kommunikationstechnik

# **Lokale Rechnernetze**

**Aufbau, Technik, Betrieb**

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG  
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

**Europa-Nr.: 35202**

**Autor:**

Manfred Raschke

**Lektorat:**

Horst Jansen

**Bildbearbeitung:**

Verlag Europa-Lehrmittel, Abteilung Bildbearbeitung, Leinfelden-Echterdingen

Das vorliegende Buch wurde auf der **Grundlage der neuen Rechtschreibregeln** erstellt.

1. Auflage 2008

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

ISBN 978-3-8085-3520-2

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2008 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten

<http://www.europa-lehrmittel.de>

Umschlaggestaltung: Media Creativ, 40723 Hilden

Satz und Grafiken: SCHRÖDER DESIGN, 04103 Leipzig

Druck: Konrad Triltsch, Print und digitale Medien GmbH, 97199 Ochsenfurt-Hohestadt

# VORWORT

Kleine und große lokale Rechnernetzwerke LAN findet man heute fast an jedem Arbeitsplatz. Selbst im Privatbereich werden immer mehr Rechnernetze installiert.

Im vorliegenden Büchlein sind die notwendigen Kenntnisse, Normen, Begriffe und Bestimmungen zusammengetragen, die man bei der Planung, beim Aufbau, bei der Fehlersuche und beim Betrieb von lokalen Rechnernetzen LAN benötigt.

Der Inhalt richtet sich an Auszubildende, Facharbeiter, Teilnehmer von Fachschulen und an interessierte Fachleute, die sich in die Materie „LAN“ einarbeiten wollen. Das Buch ist so angelegt, dass eine eigenständige Erarbeitung des Themas möglich ist.

Der Verlag und die Autoren nehmen Anregungen, die zur Verbesserung des Lehrbuchs dienen, stets gerne entgegen. Schreiben Sie an **lektorat@europa-lehrmittel.de**

Frühjahr 2008

Autor und Verlag

# INHALTSVERZEICHNIS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Vorwort</b>  | <b>3</b>  |
| <b>Inhaltsverzeichnis</b>   | <b>4</b>  |
| <b>1 Grundlagen der lokalen Netze</b>                             | <b>6</b>  |
| 1.1 Serverbasierte Netzwerke                                      | 7         |
| 1.2 Peer-to-Peer-Netzwerke  | 10        |
| <b>2 Netzwerk-Topologien</b>                                      | <b>11</b> |
| 2.1 Bus-Topologie   | 11        |
| 2.2 Stern-Topologie   | 12        |
| 2.3 Ring-Topologie  | 13        |
| 2.4 Sternförmige Ring-Topologie                                   | 14        |
| 2.5 Baum-Topologie  | 14        |
| 2.6 Vermaschte Topologie  | 15        |
| 2.7 Zell-Topologie  | 15        |
| <b>3 Übertragungsmedien für lokale Netze</b>                      | <b>17</b> |
| 3.1 Koaxial-Kabel   | 17        |
| 3.2 Twisted-Pair-Kabel (TP-Kabel)                                 | 18        |
| 3.3 Ersatzschaltung der Leitung                                   | 21        |
| 3.3.1 Kennwerte der Leitung                                       | 21        |
| 3.3.2 Auswirkungen der Leitungskennwerte auf die Datenübertragung | 24        |
| 3.4 Lichtwellenleiter (LWL)                                       | 29        |
| 3.4.1 Lichtwellenleiter-Typen                                     | 30        |
| 3.4.2 Kennwerte der Lichtwellenleiter                             | 32        |
| <b>4 Datenübertragung im OSI-Referenzmodell</b>                   | <b>35</b> |
| 4.1 Datenübertragung im OSI-Modell                                | 35        |
| 4.2 Schichten L1 bis L3 des OSI-Modells                           | 37        |
| 4.3 Standardisierung der lokalen Netzwerke                        | 38        |
| <b>5 Ethernet</b>   | <b>40</b> |
| 5.1 Zugriffsverfahren beim Ethernet                               | 40        |
| 5.2 Übertragungsmedien für das Ethernet                           | 42        |
| 5.2.1 Thin-Ethernet   | 42        |
| 5.2.2 Thick-Ethernet  | 43        |
| 5.3 Twisted-Pair-Ethernet   | 44        |
| 5.4 Lichtwellenleiter-Ethernet                                    | 45        |
| 5.5 Ethernet-Varianten  | 45        |
| <b>6 Token-Ring</b>   | <b>47</b> |
| 6.1 Zugriffsverfahren beim Token-Ring                             | 47        |
| 6.2 Early-Token-Release   | 49        |

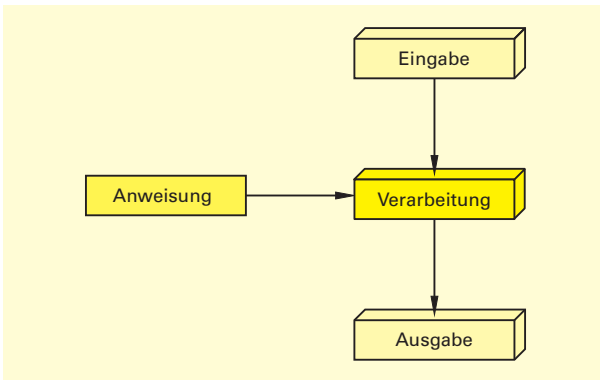
---

|  |           |
|--|-----------|
| 6.3 Übertragungsmedien für den Token-Ring                    | 49        |
| 6.4 FDDI   | 50        |
| 6.5 Token-Bus  | 50        |
| <b>7 Netzwerkgeräte</b>                                      | <b>52</b> |
| 7.1 Repeater   | 52        |
| 7.2 Hub  | 53        |
| 7.3 Brücken (Bridges)  | 53        |
| 7.4 Switch   | 55        |
| 7.5 Router   | 55        |
| 7.6 Medienkonverter  | 56        |
| 7.7 Gateway  | 56        |
| <b>8 Drahtlose Netzwerke</b>                                 | <b>58</b> |
| 8.1 Frequenzbereiche   | 58        |
| 8.2 Funk-Übertragungsverfahren                               | 58        |
| 8.3 Betriebsarten  | 59        |
| 8.4 Bluetooth  | 60        |
| <b>9 Speichernetzwerke</b>                                   | <b>62</b> |
| 9.1 Direct Attached Storage (DAS)                            | 62        |
| 9.2 RAID-Systeme   | 63        |
| 9.3 Network Attached Storage (NAS)                           | 65        |
| 9.4 Storage Area Network (SAN)                               | 66        |
| 9.4.1 Fibre Channel  | 66        |
| 9.4.2 Speichernetzwerk-Topologien                            | 66        |
| <b>10 Strukturierte Gebäudeverkabelung</b>                   | <b>69</b> |
| 10.1 Primärbereich   | 70        |
| 10.2 Sekundärbereich   | 71        |
| 10.3 Tertiärbereich  | 73        |
| 10.4 Arbeitsplatzverkabelung                                 | 74        |
| <b>11 Elektrische Energieversorgung für lokale Netzwerke</b> | <b>75</b> |
| 11.1 EMV-Probleme  | 75        |
| 11.2 Leitungsführung für die Energieversorgung               | 75        |
| 11.3 Schutzmaßnahmen   | 76        |
| 11.4 Erdung  | 77        |
| 11.5 Systemerdung (Maschenerdung)                            | 77        |
| <b>12 Unterbrechungsfreie Stromversorgung USV</b>            | <b>79</b> |
| 12.1 USV-Schutzklasse 1                                      | 79        |
| 12.2 USV-Schutzklasse 2                                      | 80        |
| 12.3 USV-Schutzklasse 3                                      | 81        |
| <b>Sachwortverzeichnis</b>                                   | <b>83</b> |
| <b>Literaturverzeichnis</b>                                  | <b>89</b> |

# GRUNDLAGEN DER LOKALEN NETZE

Die Datenverarbeitung war bis Ende der 60er Jahre des letzten Jahrhunderts bestimmt von zentralisierten Rechnersystemen. Der Rechner bestand aus der Zentraleinheit, dem Arbeitsspeicher sowie der dazu notwendigen Peripherie, wie z. B.: externe Speicher und Kartenlesegeräte. Die Verarbeitung der Daten erfolgte dabei nach dem **EVA-Prinzip**:

**Eingabe - Verarbeitung - Ausgabe.**



*Bild 1: Prinzip der elektronischen Datenverarbeitung*

Mit der fortschreitenden technischen Entwicklung kam es zu einer immer größeren Leistungsfähigkeit der Rechner. Die Entwicklung ging dahin, Rechner mit mehreren Zentraleinheiten auszurüsten, um die Verarbeitungsgeschwindigkeit zu steigern. Die Mehrprozessorsysteme sind jetzt in der Lage, mehrere Prozesse parallel zu bearbeiten, wobei die Prozessoren über den gemeinsamen Arbeitsspeicher verknüpft sind.

Diese enge Kopplung der einzelnen Prozessoren über einen gemeinsamen Arbeitsspeicher zeigt in der Anwendung schwerwiegende Nachteile. Das Fehlverhalten einer Komponente führt zum Absturz des gesamten Systems. Nachteilig ist weiter die mangelnde Wirtschaftlichkeit der Mehrprozessorsysteme. Jede Abteilung eines Betriebes oder einer Institution ist bei diesem Konzept mit einem teuren Mehrprozessorsystem ausgestattet, den sich mehrere Benutzer teilen müssen. Alles dies führte zu der Entwicklung **verteilter Systeme**. Einzelne Rechner, als Einzelplatzrechner ausgelegt, sind über ein gemeinsames Netz miteinander verbunden. Ist die Ausdehnung des Netzes räumlich begrenzt, so liegt ein **lokales Netzwerk LAN (Local Area Network)** vor.

Umfasst ein Netz den Bereich einer Stadt, so liegt ein **MAN (Metropolitan Area Network, Stadtnetz)** vor. Es handelt sich um ein regionales Netzwerk. Es dient z. B. der schnellen Übertragung von Daten zwischen den unterschiedlichen Standorten einer Stadtverwaltung. Ein solches Netz ist auch geeignet für die Übertragung von Sprache und Videos. Der Ausdehnungsradius liegt bei 100 km und mehr. Das **WAN (Wide Area Network, weitflächiges Netzwerk)** ist ein Weitbereichsnetzwerk. Es erstreckt sich über einen sehr großen geografischen Bereich.

Die Vernetzung mehrerer Rechner zu einem lokalen Netzwerk LAN ist unabhängig von den

Betriebssystemen der zusammengeschalteten Rechnern. Möglich wurde dies durch eine umfassende Normung der Datenübertragung und der benutzten Komponenten.

Der Vorteil dieser Vernetzung ist die gemeinsame Nutzung von Daten, d. h. die Benutzer greifen auf einen gemeinsamen Datenbestand, eine Datenbank, zu. Teure Peripheriegeräte, wie externe Speicher, Drucker, Plotter oder Scanner, können im Netz gemeinschaftlich genutzt werden.

Die Kommunikation zwischen den Nutzern wird effektiver. Mit Hilfe der elektronischen Post (E-Mail) können Nachrichten ausgetauscht werden, ohne dass Absender und Empfänger (wie beim Telefon) zur gleichen Zeit anwesend sein müssen.

Bild 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines lokalen Netzes LAN. Dargestellt sind hier unterschiedliche **Netzwerk-Topologien**, die in der Praxis verwendet werden.

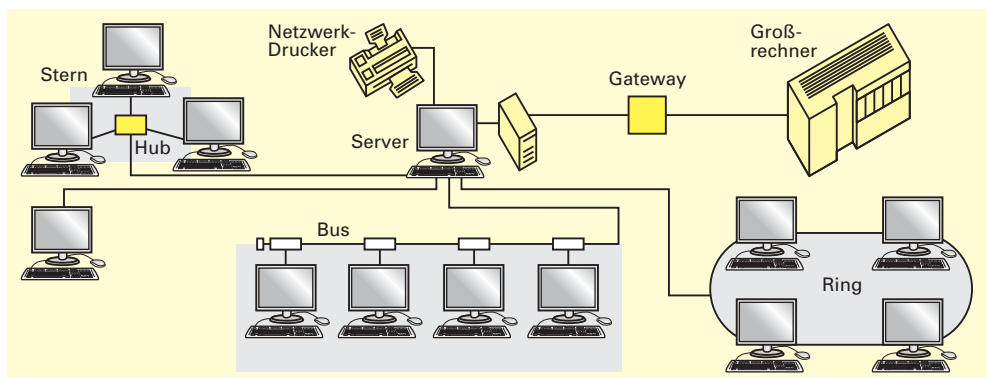


Bild 1: LAN-Arten

Lokale Netze lassen sich grundsätzlich in zwei Kategorien einteilen:

- serverbasierte Netzwerke und
- Peer-to-Peer Netzwerke.

## 1.1 Serverbasierte Netzwerke

Der **Server** (Dienstanbieter) ist ein leistungsfähiger Rechner mit einer großen Speicherkapazität. Der Server stellt seine Dienste, d. h. Programme, Daten, Speicherplatz und Rechenleistung, den angeschlossenen Arbeitsrechnern zur Verfügung. Der Rechner, der die Dienste anfordert, wird **Client** (Kunde) genannt. Diese Art Netz wird daher auch als **Client-Server-Netzwerk** bezeichnet (Bild 1, nächste Seite).

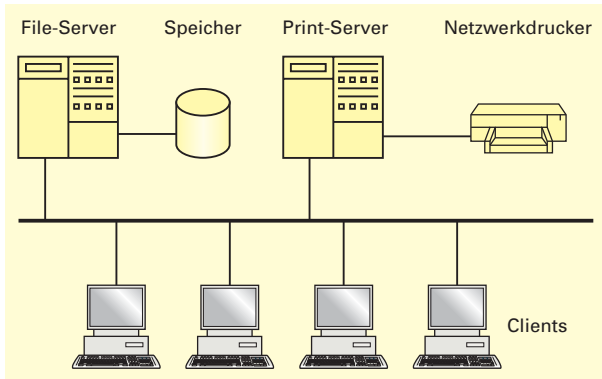


Bild 1: Client-Server-Netzwerk

Der Server ist im serverbasierten Netz die dienstbringende und der Client die dienstfordernde Komponente.

Ein Server hat also primär die Aufgabe, den Zugriff der Clients auf seine Ressourcen (Programme, Dienste, Speicherplatz) zu ermöglichen. Gleichzeitig sorgt der Einsatz des Servers für die Gewährleistung der Datensicherheit. Die Benutzerverwaltung des Servers vergibt Zugriffsrechte an die Clients. Sie müssen sich anmelden und es ist festgelegt, ob ein Client z. B. eine Datei nur lesen darf oder auch verändern darf.

Die Aufgaben, die Server in ausgedehnten Netzen lösen müssen, sind häufig so umfangreich und komplex, dass unterschiedliche Server in einem Netz eingesetzt werden. Dabei werden u. a. die folgenden Server unterschieden.

### File-Server

Der File-Server oder Datei-Server stellt den angeschlossenen Clients Speicherplatz zur Verfügung. Der File-Server dient der zentralen Speicherung von Dateien. Die zentrale Datenhaltung ermöglicht eine einfache Datensicherung.

### Print-Server

Der Print-Server oder Drucker-Server sorgt dafür, dass jeder Client die im Netzwerk eingebundenen Drucker nutzen kann. Der Print-Server nimmt die Druckaufträge an, verwaltet sie, d. h. er bringt sie in eine Reihenfolge und gibt sie weiter an den Drucker.

### Kommunikations-Server

Diese Server verwalten das Senden und Empfangen von Nachrichten innerhalb des Netzes. Sie stellen daneben auch Kommunikationsverbindungen zu anderen Netzen her.

### Datenbank-Server

Der Datenbank-Server ist ein Rechner mit einer großen Speicherkapazität. Mit ihm werden die Datenbestände einer Datenbank oder auch mehrerer Datenbanken verwaltet. Die Daten werden von den Clients geliefert und werden auch den Clients zur Verfügung gestellt.



## Proxy-Server

Die Clients in einem lokalen Netzwerk haben keinen direkten Zugang zum Internet. Benötigt ein Client Daten aus dem Internet, schickt er dazu eine Anfrage an den Proxy-Server (proxy: Vertreter). Der Proxy-Server baut eine Verbindung zum Internet auf, lädt die angeforderten Daten herunter und schickt diese an den anfordernden Client.

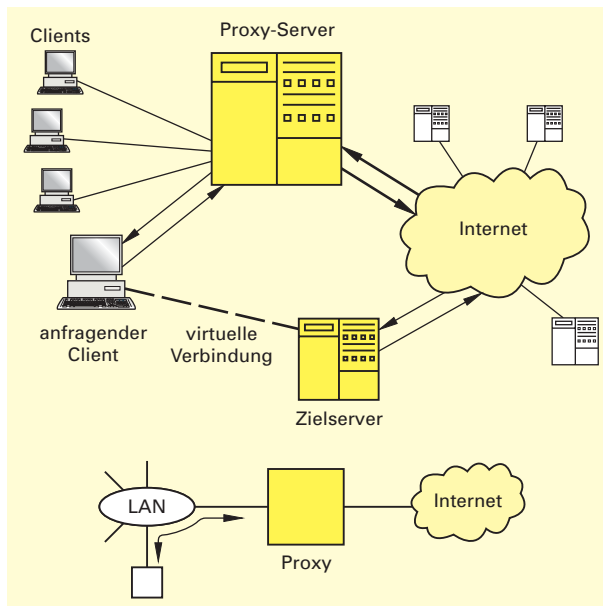


Bild 1: Anwendung des Proxy-Servers

Der Proxy-Server tritt für den Anwender nicht in Erscheinung. Es besteht zwischen Client und Zielserver eine virtuelle Verbindung (virtuell: scheinbar).

## Terminal-Server

Der Terminal-Server bildet (emuliert) für die Arbeitsplatzrechner, die Clients, die Arbeitsumgebung nach. Die Anwender im lokalen Netz finden auf ihren Rechnern das vom Terminal-Server emulierte Desktop (Desktop: Bildschirm-Arbeitsoberfläche) vor. Der Rechner, der als Client arbeitet, bezieht also seine Daten und auch sein Desktop von Servern. Das hat zur Folge, dass der Client eine nur eingeschränkte Hardware-Ausstattung benötigt. Für den Betrieb eines Clients in solch einem serverbasierten Netzwerk benötigt der Client nur Ein- und Ausgabefunktionen. Unter diesen Voraussetzungen handelt es sich um einen **Thin-Client** (einfacher Arbeitsplatzrechner).

Im Gegensatz dazu ist der **Fat-Client** (fat: dick, fett) mit einer hohen Rechenkapazität ausgestattet. Er ist ein voll ausgestatteter Rechner mit einem eigenen Betriebssystem, CD-ROM-Laufwerken und leistungsstarken Grafikkarten. Der Server stellt nur noch auf Anforderung Daten zur Verfügung, die dann im Fat-Client bearbeitet werden.

## 1.2 Peer-to-Peer-Netzwerke

In einem **Peer-to-Peer-Netzwerk** sind gleichberechtigte Rechner zu einem lokalen Netz zusammengeschaltet. Die Rechner, die in diesem Netzwerk eingebunden sind, werden als **Peer** (Gleichgestellter) bezeichnet.

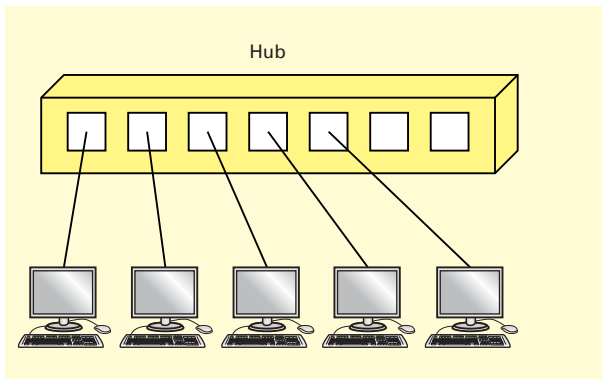


Bild 1: Peer-to-Peer-Netzwerk

Jeder Rechner stellt den anderen Rechnern seine Ressourcen zur Verfügung. So kann jeder Rechner als Server seine Dienste anbieten oder als Client die Dienste wahrnehmen. Daraus ergibt sich, dass es in diesen Netzen keinen Netzwerkverwalter gibt. Jeder Teilnehmer ist für seinen Rechner verantwortlich und bestimmt für sich, welche Dienste er für andere Teilnehmer freigeben will. Die Datensicherung muss von jedem „Peer“ selber vorgenommen werden. Da die Zugriffsrechte nicht zentral vergeben werden, ist die Datensicherheit nicht gegeben. Peer-to-Peer-Netzwerke werden häufig für Netze mit einer geringen Ausdehnung eingerichtet.

### Aufgaben

- 1 Nennen Sie die Aufgaben eines Computernetzwerkes.
- 2 Unterscheiden Sie zwischen den Netzwerken: LAN, MAN und WAN.
- 3 Unterscheiden Sie zwischen serverbasierten Netzwerken und Peer-to-Peer-Netzwerken.
- 4 Welche Funktionen nehmen Server in serverbasierten Netzwerken wahr?
- 5 Erklären Sie die Unterschiede zwischen einem Fat-Client und einem Thin-Client.