

Netzwerke Grundlagen

(Stand 2024)

Dipl.-Ing. (FH) Oliver Gauer

1. Ausgabe, April 2024

ISBN 978-3-98569-178-4

NW_2024



HERDT

Bevor Sie beginnen ...	4	6 Ethernet	64
		6.1 Umsetzung im LAN	64
		6.2 Ethernet-Entwicklungsgeschichte	64
		6.3 Überbegriff Ethernet heute	65
		6.4 Ethernet-Frames	65
		6.5 Ethernet-Standards von IEEE 802.3	66
		6.6 Ausblick: Beyond-400-Gigabit-Ethernet	71
		6.7 Geschwindigkeit steigern – Standards beibehalten	71
		6.8 Weitere Ansatzpunkte zur Steigerung der Datenrate	72
1 Grundbegriffe und Konzepte zu Netzwerken	6	7 Betriebssysteme und Server	74
1.1 Vorbemerkungen zum Thema Netzwerk	6	7.1 Einteilung von Betriebssystemen	74
1.2 Der Weg zu Netzwerken	7	7.2 Aufgabengebiete von Betriebssystemen	75
1.3 Grundkonzepte von Netzwerken	9	7.3 Microsoft Windows	77
1.4 Wichtige Netzwerk-Kürzel und deren Bedeutung	13	7.4 UNIX®	79
1.5 Gründe und Ziele einer Vernetzung	15	7.5 Interaktion in heterogenen Netzen	81
1.6 Vorstellung des Fallbeispiels	17	7.6 Kennzeichen der Hardware eines Servers	82
		7.7 Exkurs: Speichern von Daten	85
		7.8 Übung	90
2 Topologien	19	8 Praxis 1	91
2.1 Der Begriff Topologie	19	8.1 Planung	91
2.2 Bus	20	8.2 Allgemeine Abschätzung	92
2.3 Stern	21	8.3 Realisierung	94
2.4 Ring	22	8.4 Auswirkungen	99
2.5 Fazit zu den Grundformen	22	9 Normen und Modelle	103
2.6 Mischformen	23	9.1 Gremien	103
2.7 Wolke (Cloud)	24	9.2 Schichtenmodelle	106
		9.3 Das OSI-Referenzmodell allgemein	107
		9.4 Die sieben Schichten des OSI-Modells	111
		9.5 Das OSI-Modell und IEEE 802	113
		9.6 Übung	114
3 Übertragungsmedien	25	10 Protokolle	115
3.1 Einteilung der Medien	25	10.1 Der Begriff „Protokolle“	115
3.2 Koaxialkabel	28	10.2 TCP/IP	116
3.3 Twisted-Pair-Kabel (TP)	28	10.3 IP-Adressierung	119
3.4 Glasfaserkabel	32	10.4 Umsetzung der IPv4-Adressierung in der Praxis	124
3.5 Drahtlose Übertragung per WLAN	37	10.5 Zuordnung zum OSI-Modell	129
3.6 Bluetooth	46	10.6 Übung	132
3.7 Weitere Funktechniken	47		
3.8 Übertragung per Licht bzw. Laser	49		
3.9 Übung	50		
4 Schnittstellen	51		
4.1 Netzwerkkarten	51		
4.2 Weitere Anschlussmöglichkeiten	54		
4.3 Remote-Zugriff auf Frontend-Rechner und Server	58		
5 Zugriffsverfahren	59		
5.1 Zugang zum Übertragungsmedium regeln	59		
5.2 CSMA/CD	61		
5.3 Von Shared Media zu Switched Networks	62		
5.4 CSMA/CA	62		
5.5 Zusammenfassung	63		

11 Erweiterung der Netzwerkstruktur	133	17 Zugangsmöglichkeiten	204
11.1 Überlegungen zur Vergrößerung eines Netzwerks	133	17.1 Telefonnetz	204
11.2 Strukturierte Verkabelung	135	17.2 Mobilfunknetz	207
11.3 Collapsed Backbone	137	17.3 Weitere Netze	210
11.4 VLAN (Virtual Local Area Network)	138		
11.5 Industrie-LAN	141	18 WAN-Anbieter	212
11.6 Übung	142	18.1 Übersicht WAN-Zugänge	212
		18.2 WAN-Standardangebote	216
12 Kopplung von Netzwerken	143	19 Praxis 3	220
12.1 Aktive Komponenten	143	19.1 Vorüberlegungen	220
12.2 Repeater und Hub (Schicht 1)	144	19.2 Umsetzung	221
12.3 Bridge (Schicht 2)	145		
12.4 Switch (Schicht 2)	147	Stichwortverzeichnis	222
12.5 Router (Schicht 3)	151		
12.6 Firewall	157		
12.7 Gateway (Schicht 7)	158		
12.8 Multifunktionsgeräte	159		
12.9 Übung	159		
13 Netzwerküberwachung und Fehlersuche	160		
13.1 Protokolle	160		
13.2 Hinweise zur Umsetzung	164		
13.3 Begleitende Maßnahmen	167		
13.4 Troubleshooting	168		
13.5 Übung	171		
14 Praxis 2	172		
14.1 Planung des Ausbaus	172		
14.2 Umsetzung	173		
15 Weitverkehrsnetze	176		
15.1 Einführung in Weitverkehrsnetze	176		
15.2 Begriffe	180		
15.3 Verbindungsarten	182		
15.4 Vermittlungsprinzip	185		
15.5 Netzneutralität	186		
15.6 Privatsphäre im Internet	187		
16 Übertragung in Weitverkehrsnetzen	190		
16.1 Übertragungsverfahren	190		
16.2 Analoge Übertragung	191		
16.3 DSL	192		
16.4 SDH/SONET	195		
16.5 Protokolle der Sicherungsschicht	196		
16.6 Übung	203		

Bevor Sie beginnen ...

HERDT BuchPlus – unser Konzept:

Problemlos einsteigen – Effizient lernen – Zielgerichtet nachschlagen

Achten Sie auf das nachfolgende BuchPlus-Symbol. Es verweist auf unsere maßgeschneiderten, im Internet frei verfügbaren Medien:



Wie Sie schnell auf diese BuchPlus-Medien zugreifen können, erfahren Sie unter www.herdt.com/BuchPlus

Empfohlene Vorkenntnisse

- ✓ fundierte Kenntnisse der PC-Technik
- ✓ Vorkenntnisse in Bezug auf Netzwerke, als Anwender oder Internetnutzer, sind hilfreich, aber nicht zwingend erforderlich.

Lernziele

Dieses Buch gibt Ihnen einen fundierten Einstieg in das Thema Netzwerke. Sie werden in die Lage versetzt, den grundlegenden Aufbau verschiedenster Netzwerke nachzuvollziehen und die darin ablaufenden Vorgänge zu verstehen. Die theoretischen Grundlagen werden dabei immer wieder anhand praktischer Beispiele bezogen auf eine Musterfirma dargestellt.

Das Buch stellt ein aktuelles, erklärendes Abbild der momentanen technischen Möglichkeiten im Netzwerkbereich dar. Soweit für das allgemeine Verständnis notwendig, werden auch geschichtliche Entwicklungen geschildert und dabei Techniken beschrieben, die heute kaum noch zum Einsatz kommen.

Ziel des Buchs ist, den Leser strukturiert an die Vielzahl von Begriffen und Abkürzungen des Themenbereichs heranzuführen und ihn so in die Lage zu versetzen, weiterführende und damit auch zwangsläufig detailliertere und tiefer gehende Literatur lesen und einordnen zu können.

Nach dem Durcharbeiten dieses Buchs kennen Sie Zielsetzungen, Vorteile, Einsatzmöglichkeiten, Technologien und aktuelle Risiken von lokalen Netzen und Weitverkehrsnetzen. Sie kennen Übertragungsmedien und die Kommunikationsprotokolle, einschließlich der Grundlagen zu TCP/IP v4 und v6. Sie kennen und verstehen das OSI-Referenzmodell, Aspekte des Netzwerkmanagements und der Sicherheit.

Inhaltliche Gliederung

Der erste Teil (Kapitel 1–8) legt den Schwerpunkt auf kleine lokale Netzwerke. Hier werden für alle Bereiche, die bei einer Vernetzung relevant sind, die notwendigen Grundlagen so kompakt und übersichtlich wie möglich vermittelt.

Der zweite Teil (Kapitel 9–15) erweitert den Schwerpunkt des ersten Teils auf große lokale Netzwerke. Er beinhaltet alles, was nötig ist, um lokale Netze sukzessive zu vergrößern. Dies betrifft z. B. die weitere räumliche Ausdehnung eines Netzwerks über mehrere Etagen oder Gebäude, die Erhöhung der Geschwindigkeit der Datenübertragung oder die effektive Strukturierung eines Unternehmensnetzwerks.

Der dritte Teil (Kapitel 16–19) geht zuerst weg von lokalen Netzen und bietet die Grundlagen zum Thema Weitverkehrsnetze. Danach werden die Anbindung lokaler Netze an Weitverkehrsnetze und mögliche Nutzungen für globale Firmennetze erläutert.

Da Techniken aus dem Weitverkehrsbereich inzwischen verstärkt auch im Bereich lokaler Netze eingesetzt werden, ist vor allem die Trennung zwischen dem zweiten und dritten Teil eine künstliche, aber bewusst gewählte. Sie ist besser geeignet, eine Zuordnung der Begriffe zu unterstützen, reduziert die Komplexität des Themas und ist für die systematische Darstellung von Grundlagen sehr hilfreich. Generell werden in diesem Buch Techniken und Verfahren vorrangig jeweils in dem Teil dargestellt, in dem sie im Laufe der Entwicklung primär aufgetaucht sind und eingesetzt wurden.

Typografische Konventionen

Im Text erkennen Sie bestimmte Programmelemente an der Formatierung:

Kursivschrift kennzeichnet alle vom Programm vorgegebenen Bezeichnungen für Schaltflächen, Dialogfenster, Symbolleisten etc., Menüs bzw. Menüpunkte (z. B. *Datei - Speichern*), Internetadressen und vom Benutzer angelegte Namen (z. B. Rechner-, Benutzer-namen).

Courier wird für Systembefehle verwendet. In Syntaxangaben werden Parameter kursiv ausgezeichnet (z. B. *cd Verzeichnisname*). Eckige Klammern `[]` kennzeichnen optionale Elemente. Alternative Eingaben sind durch einen senkrechten Strich | getrennt. Benutzereingaben auf der Konsole werden **fett** hervorgehoben.

1

Grundbegriffe und Konzepte zu Netzwerken

1.1 Vorbemerkungen zum Thema Netzwerk

Komplexität des Themas

Netzwerke werden in kleinen Firmen mit wenigen Mitarbeitern auf einer Etage genauso eingesetzt wie in Firmen mit Tausenden von Mitarbeitern, weltweit verteilt auf mehrere Filialen. Der Anspruch an die Technik kann extrem unterschiedlich sein. Aus der Vielzahl der möglichen Umsetzungen heraus erklärt sich die Komplexität des Themas.

Hinweise zur Planung von Netzwerken

Das Ziel dieses Buchs ist es, Ihnen eine breite Basis an Grundwissen zu vermitteln, die es Ihnen ermöglicht, bei der Planung und Verwirklichung eines Netzwerks teure Irrwege oder gar Sackgassen zu vermeiden.

Dies ist nicht so einfach, da einerseits die technischen Möglichkeiten immer weiter verbessert werden, andererseits die Ansprüche der Benutzer steigen, sodass Sie mit einer permanenten Migration und einer stetigen Weiterentwicklung mit zum Teil sehr kurzen Innovationszyklen konfrontiert werden. Dem Aspekt der Planung kommt deshalb eine enorme Bedeutung zu. Die erfolgreiche Planung komplexer, verteilter Netzwerke kann dabei nur mit entsprechender Erfahrung durchgeführt werden und wird darum häufig an externe Dienstleister vergeben.

Sie dürfen sich nicht der Illusion hingeben, dass der Aufbau eines Netzwerks mit etwas Statischem endet. Die technischen Möglichkeiten steigen häufig genauso schnell wie die Wünsche und Bedürfnisse der Benutzer. Es muss jedem klar sein, dass der Weg zum optimalen Netzwerk ein Entwicklungsprozess ist, der im Vorfeld fundiertes Know-how und umfangreiche Planungen erfordert.

Ein optimales Netz kann dabei als Zielvorgabe dienen, wobei „optimal“ nicht nur bedeutet, dass

- ✓ jeder Benutzer problemlos und schnell auf die für ihn wichtigen Ressourcen zugreifen kann,
- ✓ der Datenverkehr in zufriedenstellender Geschwindigkeit verläuft,
- ✓ die Vernetzung in einem finanziell akzeptablen Rahmen bleibt.

Optimal bedeutet in diesem Zusammenhang auch, dass jedes System bei Bedarf mit jedem anderen System kommunizieren kann. Darüber hinaus müssen aber auch Kriterien wie Netzwerksicherheit, Netzwerkverfügbarkeit und Wartungskosten berücksichtigt werden.

Eine Herausforderung beim Aufbau von Netzwerken besteht darin, eine kosteneffektive künftige Erweiterung einzuplanen. So sollten beispielsweise Verkabelungen stets mit den besten bezahlbaren Kabeln durchgeführt werden, da eine spätere Veränderung mit erheblichem Mehraufwand verbunden ist.

In gewisser Weise ist diese Aufgabe im Laufe der letzten Jahre einfacher geworden, da viele herstellerspezifische (proprietäre) Lösungen aufgegeben wurden und sich in vielen Bereichen firmenübergreifende Standards etabliert haben. Andererseits ist sie schwieriger und aufwendiger geworden, weil die Anforderungen an Netzwerke deutlich gestiegen sind. Dazu zählen der Wunsch nach höheren Geschwindigkeiten und erhöhte Sicherheitsanforderungen genauso wie die immer intensivere Nutzung der Netzwerke bei der täglichen Arbeit.

1.2 Der Weg zu Netzwerken

Ein einfaches Netzwerk

Grundsätzlich ist ein Netzwerk eine Gruppe miteinander verbundener Computersysteme, die in der Lage sind, untereinander zu kommunizieren.

Sobald zwei Rechner per Kabel oder Funk miteinander verbunden sind und Daten austauschen, können Sie bereits von einem Computernetzwerk in der kleinsten Variante sprechen. Die größtmögliche, nämlich weltweite Variante eines Computernetzwerks ist das Internet.



Zwei Rechner, ein Kabel: ein Netzwerk

Geschichte der Entwicklung von Netzwerken

Die 60er- und 70er-Jahre

Bereits in den 60er- und 70er-Jahren war die Verbindung von Computersystemen ein wichtiges Thema, damals allerdings in einer recht einseitigen Beziehung. Auf der einen Seite stand in einem abgeschirmten Rechenzentrum ein Zentralrechner (Mainframe, Großrechner, Host) und auf der anderen Seite befanden sich in den Büros und über Kabel angebundene, sogenannte Ein-/Ausgabeterminals (Tastatur und Bildschirm). Über diese Terminals waren nur Ein- und Ausgaben möglich, die eigentliche Rechenleistung lieferte der Zentralrechner. Daher konnte man hier noch nicht von Netzwerken sprechen, da ja nicht zwei Systeme miteinander kommunizierten, sondern eigentlich nur eine Art verlängertes Tastatur- und Bildschirmkabel zum Einsatz kam.

Die 80er- und 90er-Jahre – Der „persönliche Computer“ für jeden

Mit der zunehmenden Einführung der Personal Computer (PC) ab Anfang der 80er-Jahre ging der Wunsch in Erfüllung, kleinere Rechner direkt vor Ort, also auf dem Schreibtisch, zur Verfügung zu haben. Die Entwicklung ging weg vom zentralen Rechenzentrum und hin zum autarken Arbeiten am eigenen PC. Mit der zunehmenden Anzahl von PCs entstand das Problem der ungewollten Datenredundanzen.

Datenredundanzen

✓ **Erwünschte Redundanzen**

Bei der Datensicherung werden Redundanzen explizit erzeugt (Backup).

✓ **Unerwünschte Redundanzen**

Doppeltes Vorhandensein gleicher Daten/Dateien auf verschiedenen PCs

Beispiel: Mitarbeiter A schreibt an seinem PC einen Brief an Kunde X. Vor Fertigstellung und Versand des Briefes muss A außer Haus. Mitarbeiter B wird angewiesen, den Brief fertig zu stellen. Da er keinen Zugriff auf den PC von A hat, schreibt er den Brief erneut. Laut interner Vorgabe sind Briefe an Kunden unter dem jeweiligen Kundennamen abzuspeichern. Somit existieren auf zwei PC zwei unterschiedliche Versionen des Briefes an den Kunden. Im Nachgang die richtige Version auf dem richtigen PC zu finden, bleibt dem Zufall überlassen.

Durch Vernetzung der PCs sowie technische Vorgaben bezüglich des (zentralen) Speicherortes und dem gemeinsamen Zugriff auf die zentralen Speicherorte können unerwünschte Redundanzen vermieden werden.

Ab 2000

Obwohl PCs und Netzwerke immer leistungsfähiger wurden, ist in einigen Branchen auch heute noch der Einsatz von Zentralrechnern unumgänglich. Allerdings ist eine Koexistenz beider Bereiche inzwischen auch unproblematisch, da genormte Übergänge verfügbar sind.

Eine gewisse Renaissance der Idee von Zentralrechnern sind Thin Clients, die sich vor allem durch Wartungsfreundlichkeit, kleine Baugröße und einen deutlich reduzierten Stromverbrauch im Vergleich zu PCs auszeichnen. Durch den Verzicht auf lokale Laufwerke und Betriebssysteme sind erhebliche Kosteneinsparungen möglich. Ein Teil dieses Einsparpotenzials geht jedoch für eine leistungsstarke Terminalserver-Hardware, mehrbenutzerfähige Software und Zugriffslizenzen wieder verloren. Daher rechnet sich der Einsatz von Thin Clients besonders bei größeren Netzwerken.

Dieses Buch widmet sich in erster Linie der Vernetzung von PCs und behandelt das Thema Rechenzentrum nur dort, wo es zum Übergang von PCs zu Zentralrechnern kommt.

1.3 Grundkonzepte von Netzwerken

Zwei Grundkonzepte einer PC-Vernetzung:

- ✓ Peer-to-Peer
- ✓ Client-Server

Peer-to-Peer

Das Wort Peer (engl. für Gleichgestellter, Ebenbürtiger) beschreibt den Grundgedanken dieser Art der Vernetzung. Alle PCs sind einander gleichgestellt. Im lokalen Netzwerk kann so eine Drucker- oder Netzlaufwerksfreigabe erstellt werden, ohne dass eine steuernde Instanz notwendig ist. Im Internet bezieht sich der Begriff Peer-to-Peer meist auf Filesharing-Netze wie z. B. BitTorrent.

Gleichberechtigung

Da in einem Peer-to-Peer-Netz alle Computersysteme gleichberechtigt sind, ist jeder Benutzer für die Sicherheit und Freigabe „seiner“ lokalen Ressourcen selbst verantwortlich. Jeder PC kann jedem anderen PC seine Ressourcen zur Verfügung stellen und umgekehrt auf freigegebene Ressourcen anderer PCs zugreifen.

Vor- und Nachteile von Peer-to-Peer-Netzwerken

Die Hauptvorteile sind, dass keine Extrakosten für einen Server anfallen und kein spezielles Betriebssystem nötig ist, da alle gängigen PC-Betriebssysteme Funktionen für diese Art der Vernetzung bereits integriert haben.

Als Nachteil stellt sich heraus, dass es weder in Bezug auf Ressourcen noch in Bezug auf Benutzer eine zentrale Verwaltung gibt und Sicherheitsrichtlinien im Netzwerk nur sehr eingeschränkt umsetzbar sind.

Peer-to-Peer-Netze werden vorrangig für die Dateiverteilung und das dezentrale Suchen von Dateien genutzt. Dabei wird durch die Verteilung der Daten eine effizientere Auslastung der Verbindungswege erreicht. Ein anderer Aspekt ist das Zusammenschalten von Rechnern mit dem Ziel, die Ressourcen für die Lösung einer gemeinsamen Aufgabe zu nutzen (z. B. Grid Computing oder Cloud Computing – Rechenaufgaben oder Daten werden dabei auf mehrere Rechner bzw. Festplattenspeicher verteilt).

Client-Server

Sobald ein Netzwerk größere Dimensionen annimmt, wird das Peer-to-Peer-Konzept zunehmend unübersichtlich und aufwendiger zu administrieren. Durch den Einsatz von Servern und Workstations nach dem Client-Server-Prinzip kann dem entgegengewirkt werden, da technisches Personal sowohl die Server als auch die Workstations verwaltet und die Netzwerksicherheit an einem zentralen Ort sicherstellt.

Alle aktuell gängigen Betriebssysteme unterstützen das Client-Server-Prinzip. Das Peer-to-Peer-Prinzip kann für einzelne Dienstmerkmale (z. B. Filetransfer) innerhalb von Netzwerken zusätzlich genutzt werden.

Client-Server-Prinzip

Hierbei stellt die Server-Anwendung über eine Netzwerkverbindung eine Dienstleistung (einen Dienst, engl.: service) bereit und wartet passiv auf Anfragen der Clients. Die Client-Anwendung, das Programm auf dem PC des Anwenders, fordert diese Dienstleistung aktiv an, nutzt also den entsprechenden Dienst.

Die Kommunikation zwischen Client- und Serveranwendung ist über eine eindeutige „Sprache“, dem Kommunikationsprotokoll, geregelt. In diesem Protokoll sind alle Anfragen und Antworten definiert. Jeder Dienst hat in der Regel sein eigenes Protokoll.

Beispiel:

Ein Webclient fordert (mittels seines Internet-Browsers) vom Webserver eine bestimmte Seite über das HTTP-Protokoll an. Der Webserver antwortet über das HTTP-Protokoll.

Da Server-Programme meist auf hardwaremäßig besonders gut konfigurierten Computern installiert sind, hat es sich eingebürgert, auch diese Hardware als „Server“ zu bezeichnen, was mit dem Client-Server-Prinzip nichts zu tun hat. Ebenso werden auch Rechner mit Client-Anwendungen vereinfacht als „Client“ bezeichnet. Dies wird auch in diesem Buch oft übernommen. Generell ist für das Verständnis die Erkenntnis wichtig, dass es sich beim Client-Server-Modell um Programme handelt (oft als Teil vom Betriebssystem), die auf einer Hardware aktiv sind. Auf Server-Hardware wird in einem späteren Kapitel vertiefend eingegangen.

Es besteht die Möglichkeit, alle gewünschten Dienste von einem einzigen Server anbieten zu lassen. Bei größeren Netzen ist es üblich, die entsprechend anfallenden Aufgaben auf mehrere, spezialisierte Server zu verteilen. Neben der effektiveren Ausnutzung der Server-Ressourcen ergibt sich als weiterer Vorteil die Erhöhung der Sicherheit, indem auf dem jeweils spezialisierten Server nur die Dienste laufen, die wirklich benötigt werden. Je weniger Dienste ein einzelner Server anbietet, umso weniger Angriffsfläche bietet er möglichen Angreifern. Viele Dienste können auch redundant auf mehreren Servern installiert werden, wodurch der Dienst bei Ausfall eines einzelnen Servers im Netzwerk erhalten bleibt.

Typische Serveraufgaben

Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass jeder Server für seine spezielle Aufgabe optimal ausgerüstet werden kann. Die folgende Tabelle schildert einige der gängigsten Serverdienste:

Server-Typ	Aufgabe, Anforderung an die Hardware
Anmelde-Server	Am Anmelde-Server melden sich die Benutzer an, um auf das Netzwerk zugreifen zu können. Am Anmelde-Server findet die Benutzerauthentifizierung statt. Hierzu sind Benutzername und Kennwort erforderlich. Für den Anmeldedienst ist keine besondere Hardwareausstattung erforderlich.
File-Server	Ein Rechner mit einer oder mehreren schnellen und großen Festplatten dient zum Speichern aller Daten, die von den Benutzern erstellt werden. Für diese Server wird im Normalfall ein eigenständiges Konzept zur regelmäßigen Datensicherung, z. B. auf Wechselfestplatten oder Bändern, entwickelt.

Server-Typ	Aufgabe, Anforderung an die Hardware
Print-Server	Print-Server stellen im Netzwerk zentrale Druckdienste bereit. Hierbei können entsprechend ausgerüstete Computer mehrere Drucker verwalten. Die Druckerwarteschlangen werden bis zur Abarbeitung durch den Drucker im Arbeitsspeicher (RAM) des Print-Servers zwischengespeichert. Somit benötigt ein Print-Server einen großen Arbeitsspeicher.
Application-Server	Ein Application-Server stellt dem Netzwerk Anwendungsprogramme zur Verfügung. Die Benutzer starten das gewünschte Programm nicht von einer lokalen Festplatte, sondern von einem Client aus auf diesem Server. Wartungsarbeiten an der Anwendung finden zentral auf dem Application-Server statt. Für den endgültigen Einsatz am Client ist häufig noch ein kleiner lokaler Installationsteil auf dem Client-Rechner notwendig. Werden die Anwendungen direkt auf dem Server ausgeführt, spricht man entweder von einem Terminal-Server mit Zugriff über spezielle Client-Software (z. B. Remote-Desktop), oder von webbasierten Diensten mit Zugriff über einen beliebigen Webbrowser.

File- and Print-Server als Kombination

Der File-Server stellt keine gesteigerte Anforderung an den Arbeitsspeicher, benötigt jedoch einen großen Massenspeicher. Beim Print-Server ist es genau umgekehrt. Wird nun ein einzelner Computer sowohl mit großem Massenspeicher als auch großem Arbeitsspeicher ausgestattet, lässt sich dieser als sogenannter File-and-Print-Server einsetzen.

- ✓ **Vorteil:** Es wird nur ein einziger statt zwei Computern benötigt.
- ✓ **Nachteil:** Fällt der File-and-Print-Server aus, steht keiner der beiden Dienste zur Verfügung.

Best Practice:

Zwei File-and-Print-Server. Somit stellt ein Server beide Dienste zur Verfügung, bei hoher Auslastung kann der zweite Server Last übernehmen, fällt ein Server aus, stehen trotzdem noch beide Dienste zur Verfügung.

Unterschied: Application-Server-Anwendungen vs. Apps

Die auf Smartphones, Tablets und seit Windows 8 auf PC verfügbaren Apps (die Kurzform von „Application“) stellen für den Benutzer eine lokale Anwendung dar, die entweder auf einen Server zugreift (als Client-Programm) oder ein eigenständig ablaufendes Programm ist. Application-Server-Anwendungen laufen immer über ein Netzwerk und aus der Ferne gesteuert (remote) ab.

Weitere Serveraufgaben (Auszug)

Zur Erfüllung spezieller Anforderungen können je nach Bedarf folgende Server zum Einsatz kommen:

DNS-Server	Ein DNS-Server (Domain Name System) ermöglicht die Auflösung von Namen zu IP-Adressen in Internet und Intranet.
DHCP-Server	DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) dient dazu, Netzwerk-komponenten (Rechner, Smartphones etc.) IP-Adressen und weitere Konfigurationen dynamisch zuzuweisen.
Mailserver	Am Mailserver ist für jeden (Mail-)Benutzer ein Postfach angelegt, dort sind eingehende Mails gespeichert, ausgehende Mails werden vom Mailserver an den Empfänger zugestellt.
Webserver	Webserver kommen im Internet zum Einsatz und bieten den Zugriff aus dem Internet auf deren Inhalte an. Stellt dieser Webserver seine Inhalte nur dem privaten Netzwerk (z. B. einem firmeninternen Netz) zur Verfügung, spricht man ebenfalls von einem Webserver – allerdings für das Intranet.
Datenbank-Server	Datenbank-Server stellen mittels eines Datenbankmanagementsystems (DBMS) große Datenbestände zentral zur Verfügung. So können sehr viele Benutzer gleichzeitig auf diese Daten zugreifen.
Proxy-Server	Der Begriff Proxy steht für Vermittler oder Stellvertreter. Ein Proxy(-Server) steht stellvertretend für andere Anwendungen, meist als Stellvertreter für den Zugang ins Internet. Über den Proxy greifen die Benutzer nach festgelegten Regeln auf Inhalte aus dem Internet zu.

Zentrale Benutzerverwaltung

Mit dem Client-Server-Prinzip wird die zentrale Benutzerverwaltung eingeführt. Die Benutzer werden verschiedenen Gruppen zugeordnet, diesen Gruppen werden Berechtigungen eingeräumt oder bestimmte Zugriffe verweigert. Einer der Vorteile davon ist, dass neue Benutzer schnell integriert werden können, indem sie passenden, bereits bestehenden Gruppen zugeordnet werden.

Von einem serverbasierten Netzwerk spricht man, wenn mindestens ein zentraler File-Server im Netzwerk bereitsteht; meistens kommt ein Domänencontroller zur einfacheren Verwaltung der vorhandenen Netzwerk-Ressourcen über eine Windows-Domäne hinzu. Beide zusammen ermöglichen dem Benutzer, dass er sich von jedem beliebigen Rechner aus unter seinem Namen am Netz anmelden und durch seine Zugehörigkeit zu Benutzergruppen auf seine benötigten Ressourcen zugreifen kann.

Nachteile des Client-Server-Konzepts

- ✓ Zusätzliche Kosten für Server-Hard- und -Software
- ✓ Personalkosten für die Administration des Servers
- ✓ Kosten für Backup-Strategien zur Absicherung und Verfügbarkeit der Server

Trotz der genannten Nachteile überwiegen die Vorteile des Client-Server-Konzepts gegenüber dem Peer-to-Peer-Konzept, so dass in der Praxis Netzwerke fast ausschließlich nach dem Client-Server-Konzept betrieben werden.

Total Cost of Ownership (TCO) und Return on Investment (ROI)

TCO ist ein Begriff aus der Wirtschaft und erfasst die Gesamtkosten einer Investition, z. B. eines Computernetzes. TCO erfasst neben den Anschaffungskosten für Hard- und Software auch die Kosten für den laufenden Betrieb bzw. entstehende Kosten durch Ausfall und Instandsetzung von Rechnern über die geplante Nutzungsdauer.

ROI stellt die Kosten dem damit erzielten Nutzen gegenüber und beschreibt so die Rentabilität einer Investition. Vereinfacht ausgedrückt gilt es auch bei Investitionen in Netzwerke zu betrachten, welche (Zeit-)Ersparnis dem TCO gegenübersteht.

Beispiel:

Der Handwerksbetrieb mit solo-selbstständigem Chef wird sicher auf Server verzichten. Wächst der Betrieb, wird es ab einigen Angestellten sicher unumgänglich, Server einzusetzen. Mittels TCO und ROI kann die Entscheidungsgrundlage exakt berechnet werden.

1.4 Wichtige Netzwerk-Kürzel und deren Bedeutung

Local Area Network (LAN)

Ein LAN ist gekennzeichnet durch eine begrenzte geografische Ausdehnung von wenigen Kilometern und liegt vollständig unter Aufsicht und im Entscheidungsbereich des Besitzers.

Definition der ISO (International Standards Organization):

„Ein lokales Netzwerk dient der bitseriellen Informationsübertragung zwischen miteinander verbundenen unabhängigen Geräten. Es befindet sich vollständig im rechtlichen Entscheidungsbereich des Benutzers und ist auf sein Gelände begrenzt.“

Wide Area Network (WAN)

Ein WAN, auch Weitverkehrsnetz genannt, zeichnet sich durch eine unbegrenzte geografische Ausdehnung aus. In seiner klassischen Form ist ein WAN ein Verbindungsnetzwerk für räumlich getrennte Rechenanlagen. In Bezug auf die Übertragungswege der Daten werden dabei anonyme Leitungen von Netzbetreibern genutzt. Unternehmen können ein WAN z. B. als Verbindung zwischen zwei oder mehr LANs nutzen. Das größte WAN ist das Internet.

PowerLAN/Powerline

Ein PowerLAN oder Powerline Communication (PLC) verzichtet auf eine eigene Verkabelung und nutzt als Übertragungsmedium das Stromnetz. Die Daten werden mittels Steckdosen-Adapter über die Steckdose im Gebäude übertragen. PowerLAN kommt meist im privaten Bereich zum Einsatz.

Wireless Local Area Network (WLAN)

Ein WLAN ist eine Variante eines LANs und unterscheidet sich von diesem nur durch das verwendete Übertragungsmedium. Anstelle von Kabeln werden die Daten drahtlos (engl.: wireless) mittels Funktechnik übertragen.

Virtual Local Area Network (VLAN)

Bei einem VLAN wird das lokale Netzwerk in logisch voneinander getrennte (virtuelle) Netzwerke unterteilt, wobei alle VLANs das gemeinsame physische Netz nutzen. Dadurch wird ein flexibles Design, z. B. für Arbeitsgruppen, unabhängig von ihrem physischen Standort, gebildet.

Network Attached Storage (NAS)

NAS ist ein Massenspeicher, um die Daten an zentraler Stelle im Netzwerk zu speichern. Über dateibasierte Protokolle (z. B. Network File System (NFS) oder Server Message Block (SMB)) erfolgt der Zugriff auf das NAS. Wird an einem (privaten) Internet-Router ein Massenspeicher (z. B. ein USB-Stick) angeschlossen, steht den Netzwerknutzern dieses NAS zur Datenspeicherung zur Verfügung. In großen Netzwerken wird das NAS unter Windows in die Netzwerkumgebung eingebunden.

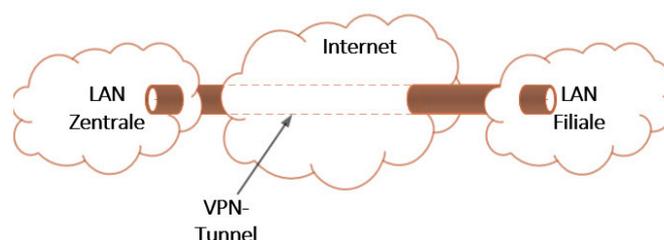
Storage Area Network (SAN)

Ein SAN dient zur Auslagerung der Datenspeicherung in ein eigenständiges Netzwerk. In einem SAN können unterschiedliche Speichermedien (Festplatten, RAID-Systeme (Redundant Array of Independent Disks) oder Bandspeicher miteinander verbunden sein. Der zur Verfügung stehende Speicherplatz kann dynamisch an einen oder mehrere Server zur Verfügung gestellt werden. Das SAN wird dabei über schnelle Verbindungen mit großer Bandbreite (z. B. über Fibre Channel oder Internet Small Computer System Interface (iSCSI)) mit dem Netzwerk verbunden.

iSCSI verwendet Kommandos des Small Computer System Interface (SCSI)-Standards und überträgt diese mithilfe des Internet Protocols (IP). Ein SAN arbeitet blockorientiert und erscheint wie ein einziges Laufwerk.

Virtual Private Network (VPN)

Ein VPN ermöglicht einen gesicherten Transport von Daten über unsichere Kommunikationskanäle. Hierzu werden alle Daten vor der Übergabe ins (anonyme und somit unsichere) Internet durch Tunneling-Protokolle verschlüsselt und erst beim Empfänger der Daten am Ende des Tunnels wieder entschlüsselt.



1.5 Gründe und Ziele einer Vernetzung

Was von Computernetzen erwartet wird

Ein Netzwerk bietet unbestreitbar Vorteile gegenüber einer Einzelplatzumgebung und ist zwischenzeitlich in nahezu jedem Unternehmen und jedem Privathaushalt anzutreffen. Die Frage ist also nicht **ob**, sondern **wie** ein Netzwerk realisiert werden soll. Daher muss vor dem Aufbau eines Netzwerkes der Bedarf an Vernetzung und der daraus resultierende Nutzen analysiert werden. Statt vieler PCs in Einzelplatzumgebung und dem Arbeiten nach dem „Jeder-macht-was-und-wie-er-will“-Prinzip ermöglichen Netzwerke eine Reglementierung durch strenge Administration und Berechtigungskonzepte.

Verbesserte Kommunikation

- ✓ Im abgeschlossenen firmeneigenen Netzwerk werden Neuigkeiten veröffentlicht, die jeder berechnete Mitarbeiter abrufen kann.
- ✓ Eine Anbindung an das Internet erfolgt über einen Proxy-Server. An diesem Übergang vom lokalen Netz ins Internet kann der eingehende und der ausgehende Datenverkehr überwacht und reglementiert werden.
- ✓ Der Einsatz von E-Mails, Chat, VoIP oder Videokonferenzen ermöglicht eine gezielte, schnelle und kostengünstige Art der Verbindungsaufnahme zu spezifischen Adressaten.

Steigerung der Effektivität im Datenverbund

Sollten mehrere Personen an verschiedenen PCs am gleichen Thema zusammenarbeiten, war es bis in die 1980er-Jahre üblich, Dateien auf Disketten zu speichern, diese zum nächsten PC zu tragen und dort dann weiter zu bearbeiten. In einem Netzwerk werden die Daten über ein Übertragungsmedium (leitergebunden oder leiterungebunden) von einem PC zum nächsten kopiert oder verschoben. Als Alternative könnten die Daten auch zentral an einem Ort gespeichert werden und alle Beteiligten erhalten die Berechtigung, darauf zuzugreifen.

In diesem Datenverbund hat (je nach Berechtigung) prinzipiell jeder PC und jeder Benutzer Zugriff auf zentrale Datenbestände. Dies ist ein grundlegendes Ziel jeder Vernetzung.

Einfache und effiziente Datensicherung

Ein oft unterschätzter Grund für die Vernetzung ist die Datensicherung. Wenn alle Daten einer Firma mit einem durchdachten Schema im Netzwerk abgelegt werden, kann ein einfaches Konzept zur automatischen Sicherung (z. B. auf Bänder) entwickelt werden. Da Daten nur auf wenigen Rechnern abgelegt werden, ist es einfacher, die Datensicherung durchzuführen und auf dem aktuellen Stand zu halten. Die Datensicherung ist ein Teilaspekt des Datenverbundes. Vor allem NAS und SAN spielen in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle.