

# Netzwerke Grundlagen

Karsten Bratvogel, Dipl. Ing. (FH) Klaus Schmidt

11. Ausgabe, Mai 2019

ISBN 978-3-86249-849-9

NW\_2019



**HERDT**

<b>1 Informationen zu diesem Buch</b>	<b>4</b>	<b>7 Arbeitsweise lokaler Netze</b>	<b>61</b>
1.1 Voraussetzungen und Ziele	4	7.1 Umsetzung im LAN	61
1.2 Aufbau und Konventionen	5	7.2 Ethernet	61
1.3 Bevor Sie beginnen ...	6		
<b>2 Grundbegriffe und Konzepte zu Netzwerken</b>	<b>7</b>	<b>8 Betriebssysteme und Server</b>	<b>66</b>
2.1 Vorbemerkungen zum Thema Netzwerk	7	8.1 Einteilung von Betriebssystemen	66
2.2 Der Weg zu Netzwerken	8	8.2 Aufgabengebiete von Betriebssystemen	67
2.3 Grundkonzepte von Netzwerken	9	8.3 Microsoft Windows	69
2.4 Wichtige Netzwerk-Kürzel und deren Bedeutung	13	8.4 UNIX	71
2.5 Gründe und Ziele einer Vernetzung	15	8.5 Interaktion in heterogenen Netzen	73
2.6 Vorstellung des Fallbeispiels	17	8.6 Kennzeichen der Hardware eines Servers	74
		8.7 Exkurs: Speichern von Daten	77
		8.8 Übung	82
<b>3 Topologien</b>	<b>19</b>	<b>9 Praxis 1</b>	<b>83</b>
3.1 Der Begriff Topologien	19	9.1 Planung	83
3.2 Bus	20	9.2 Allgemeine Abschätzung	84
3.3 Stern	21	9.3 Realisierung	86
3.4 Ring	22	9.4 Auswirkungen	90
3.5 Mischformen	22		
3.6 Wolke (Cloud)	24	<b>10 Normen und Modelle</b>	<b>92</b>
<b>4 Übertragungsmedien</b>	<b>25</b>	10.1 Gremien	92
4.1 Einteilung der Medien	25	10.2 Schichten-Modelle	95
4.2 Koaxialkabel	27	10.3 Das OSI-Referenz-Modell allgemein	96
4.3 Twisted-Pair-Kabel (TP)	28	10.4 Die sieben Schichten des OSI-Modells	100
4.4 Glasfaserkabel	30	10.5 Das OSI-Modell und IEEE 802	102
4.5 Drahtlose Übertragung per WLAN	35	10.6 Exkurs: Frames	102
4.6 Bluetooth	43	10.7 Übung	104
4.7 Weitere Funktechniken und das Internet der Dinge	43	<b>11 Protokolle</b>	<b>105</b>
4.8 Übertragung per Licht bzw. Laser	45	11.1 Der Begriff Protokolle	105
4.9 Übung	46	11.2 TCP/IP	106
<b>5 Schnittstellen</b>	<b>47</b>	11.3 IP-Adressierung	108
5.1 Netzwerkkarten	47	11.4 Umsetzung der IPv4-Adressierung in der Praxis	114
5.2 Weitere Anschlussmöglichkeiten	50	11.5 Zuordnung zum OSI-Modell	118
5.3 Fernwartung bei Büro-Rechnern und Servern	53	11.6 Übung	121
<b>6 Zugriffsverfahren</b>	<b>54</b>	<b>12 Erweiterung der Netzwerkstruktur</b>	<b>122</b>
6.1 Zugang zum Übertragungsmedium regeln	54	12.1 Überlegungen zur Vergrößerung eines Netzwerks	122
6.2 CSMA/CD	55	12.2 Strukturierte Verkabelung	124
6.3 Von Shared Media zu Switched Networks	57	12.3 Collapsed Backbone	126
6.4 CSMA/CA	58	12.4 VLAN (Virtual Local Area Network)	127
6.5 Zusammenfassung und Ausblick	59	12.5 Industrie-LAN	131
		12.6 Übung	131

<b>13 Kopplung von Netzwerken</b>	<b>132</b>	17.3 Verbindungsarten	177
13.1 Aktive Komponenten	132	17.4 Vermittlungsprinzip	180
13.2 Repeater und Hub (Schicht 1)	133	17.5 Netzneutralität	181
13.3 Bridge (Schicht 2)	134	17.6 Privatsphäre im Internet	182
13.4 Switch (Schicht 2)	136		
13.5 Router (Schicht 3)	140	<b>18 Übertragung in Weitverkehrsnetzen</b>	<b>185</b>
13.6 Firewall	146	18.1 Übertragungsverfahren	185
13.7 Gateway (Schicht 7)	147	18.2 Analoge Übertragung	186
13.8 Multifunktionsgeräte	148	18.3 DSL	187
13.9 Übung	148	18.4 SDH/SONET	190
		18.5 Protokolle der Sicherungsschicht	191
<b>14 Erweiterung der Geschwindigkeit</b>	<b>149</b>	18.6 Übung	198
14.1 Gigabit-Ethernet	149		
14.2 Weitere Überlegungen	153	<b>19 Zugangsmöglichkeiten</b>	<b>199</b>
		19.1 Telefonnetz	199
<b>15 Netzwerküberwachung und Fehlersuche</b>	<b>156</b>	19.2 Mobilfunknetz	202
15.1 Protokolle	156	19.3 Weitere Netze	205
15.2 Hinweise zur Umsetzung	160		
15.3 Begleitende Maßnahmen	162	<b>20 WAN-Anbieter</b>	<b>207</b>
15.4 Troubleshooting	163	20.1 Übersicht WAN-Zugänge	207
15.5 Übung	167	20.2 WAN-Standardangebote	211
<b>16 Praxis 2</b>	<b>168</b>	<b>21 Praxis 3</b>	<b>215</b>
16.1 Planung des Ausbaus	168	21.1 Vorüberlegungen	215
16.2 Umsetzung	169	21.2 Umsetzung	216
<b>17 Weitverkehrsnetze</b>	<b>171</b>	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>218</b>
17.1 Einführung in Weitverkehrsnetze	171		
17.2 Begriffe	175		

# 1

## Informationen zu diesem Buch

### 1.1 Voraussetzungen und Ziele

#### Empfohlene Vorkenntnisse

Die wichtigste Voraussetzung für die Lektüre dieses Buchs sind fundierte Kenntnisse der PC-Technik. Vorkenntnisse in Bezug auf Netzwerke, z. B. als Anwender oder als Internetbenutzer, sind an vielen Stellen hilfreich, aber nicht zwingend erforderlich.

#### Lernziele

Dieses Buch soll Ihnen einen fundierten Einstieg in das Thema Netzwerke geben. 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 und IPv6. Sie kennen und verstehen das OSI-Referenzmodell, Aspekte des Netzwerkmanagements und der Sicherheit.

## 1.2 Aufbau und Konventionen

### Inhaltliche Gliederung

Der **erste Teil** (Kapitel 2–9) 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 10–16) 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 17–21) 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 von Programmen vorgegebenen Bezeichnungen für Schaltflächen, Dialogfenster, Symbolleisten, Menüs bzw. Menüpunkte, Datei- und Verzeichnisnamen sowie Internetadressen.

`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.

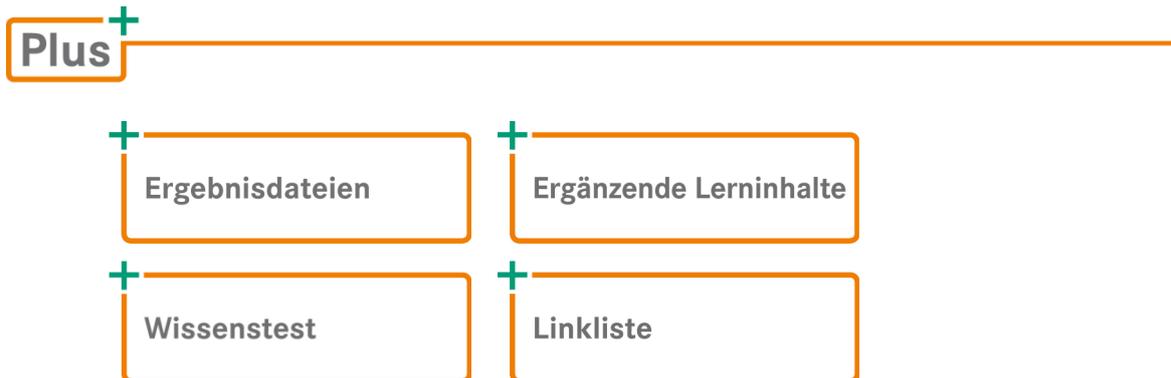
## 1.3 Bevor Sie beginnen ...

### HERDT BuchPlus – unser Konzept:

#### Problemlos einsteigen – Effizient lernen – Zielgerichtet nachschlagen

(weitere Infos unter [www.herdt.com/BuchPlus](http://www.herdt.com/BuchPlus))

Nutzen Sie unsere maßgeschneiderten, im Internet frei verfügbaren Medien:



So können Sie schnell auf die BuchPlus-Medien zugreifen:

- ▶ Rufen Sie im Browser die Internetadresse [www.herdt.com](http://www.herdt.com) auf.

1 Wählen Sie Codes.

2 Geben Sie den folgenden Matchcode ein: NW\_2019.

# 2

## Grundbegriffe und Konzepte zu Netzwerken

### 2.1 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 Arbeitswerkzeuge zugreifen kann,
- ✓ der Datenverkehr in zufrieden stellender Geschwindigkeit verläuft,
- ✓ die Vernetzung in einem finanziell akzeptablen Rahmen bleibt.

Sondern optimal bedeutet in diesem Zusammenhang auch, dass jedes System bei Bedarf mit jedem anderen 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 spätere 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 herstellereigenspezifische (**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.

## 2.2 Der Weg zu Netzwerken

### Ein einfaches Netzwerk

Grundsätzlich ist ein **Netzwerk** eine Gruppe miteinander verbundener Systeme, 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 begegnet Ihnen beim Stichwort 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 Systemen 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 angebunden sogenannte **Terminals** (Tastatur und Bildschirm). Über diese Terminals waren nur Ein- und Ausgaben möglich, die eigentliche Rechenleistung lieferte der Zentralrechner. So gesehen 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

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. Diese konnten mit verhältnismäßig geringem Aufwand selbst gewartet werden und der Benutzer konnte relativ selbstständig über das eingesetzte Programm entscheiden. Die Entwicklung ging weg vom zentralen Rechenzentrum und hin zu mehr Autonomie für den Benutzer. Unterstützt wurde dies im Laufe der Jahre durch immer anwenderfreundlichere und leichter zu bedienende Programme. Mit der zunehmenden Qualität und Quantität von PCs entstand schon bald die Idee, die Einzelplatzrechner in einem Netzwerk zu verbinden. Ein wichtiger Aspekt dabei war unter anderem der Wunsch, durch PC-Netzwerke die kostspieligen Rechenzentren zu ersetzen.

### Ab 2000

Obwohl PCs und Vernetzungstechniken in der letzten Zeit 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 Terminals sind **Thin Clients** (z. B. von IGEL, HP, Fujitsu, um nur einige Hersteller zu nennen), die sich vor allem durch Wartungsfreundlichkeit, kleine Baugrößen und einen deutlich reduzierten Stromverbrauch im Vergleich zum PC auszeichnen. Hinzu kommt, dass durch den Verzicht auf lokale Laufwerke und Betriebssysteme erhebliche Kosteneinsparungen möglich werden. Ein Teil dieses Einsparpotenzials geht jedoch für eine leistungsstarke Terminalserverhardware, mehrbenutzerfähige Software und Zugriffslizenzen wieder verloren. Daher rechnet sich der Einsatz von Thin Clients besonders in sehr großen Umgebungen.

Dieses Buch widmet sich in erster Linie der Vernetzung von PCs und behandelt das Thema Rechenzentrum nur dort, wo die Übergänge zwischen PC und Großrechner wichtig sind.

## 2.3 Grundkonzepte von Netzwerken

Als Erstes werden zwei Grundkonzepte einer Vernetzung im PC-Bereich vorgestellt:

- ✓ Peer-to-Peer
- ✓ Client-Server

### Peer-to-Peer

Das Wort **Peer** (engl. Gleichgestellter, Ebenbürtiger) beschreibt den Grundgedanken dieser Art der Vernetzung bereits recht gut. Im lokalen Netzwerk sind damit beispielsweise Drucker- oder Netzlaufwerksfreigaben gemeint, im Internet bezieht sich der Begriff Peer-to-Peer meist auf Filesharing-Netze wie z. B. BitTorrent.

## Gleichberechtigung

In einem Peer-to-Peer-Netz sind prinzipiell alle Computersysteme gleichberechtigt. Die Ressourcen im Netz sind auf den beteiligten Rechnern verteilt und jeder Benutzer ist für die **Sicherheit** und Freigabe „seiner“ lokalen Ressourcen verantwortlich. Jeder Rechner kann anderen Rechnern Ressourcen zur Verfügung stellen und umgekehrt auf freigegebene Ressourcen anderer Rechner zugreifen, sofern er dazu berechtigt ist.

## 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- oder Cloud-Computing – Rechenaufgaben oder Daten werden dabei auf mehrere Rechner bzw. Festplatten-Speicher verteilt).

## Client-Server

Sobald ein Netzwerk größere Dimensionen annimmt, wird das Peer-to-Peer-Konzept zunehmend unübersichtlich und schwerer 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 sicherstellt.

Alle Standard-Betriebssysteme unterstützen das Client-Server-Prinzip. Das Peer-to-Peer-Prinzip kann für einzelne Dienstmerkmale (z. B. Filetransfer) innerhalb von Betriebssystemen weiter genutzt werden.

## Client-Server-Prinzip

Das Grundprinzip ist hierbei, dass es auf der einen Seite ein Programm gibt (die **Server-Anwendung** bzw. Applikation), welches über eine Netzwerk-Verbindung eine Dienstleistung (Service) bereitstellt und passiv auf Anfragen wartet. Auf der anderen Seite fordert die **Client-Anwendung** (Programm auf dem PC des Anwenders) diese Dienstleistung aktiv an.

Das Client-Programm kommuniziert mit dem Server-Programm über eine eindeutige „Sprache“, dem **Protokoll**. Im Protokoll sind alle möglichen Anweisungen und Antworten definiert. Jede Dienstleistung hat in der Regel ein eigenes Protokoll. Beispiel: ein Webserver, von dem ein Webclient (ein Browser wie Internet Explorer oder Firefox) bestimmte Seiten über das HTTP-Protokoll anfordert.

Bei einer Server-Client-Konzeption findet eine Aufgabenteilung statt. Eine oder mehrere Server-Anwendungen stellen zentral Ressourcen und Dienstleistungen zur Verfügung. Die Clients können in der Regel nach erfolgreicher Anmeldung auf diese zugreifen. Oft ist eine Anmeldung nicht erforderlich, wie dies bei Web-, DNS- und DHCP-Servern normalerweise der Fall ist.

Da Server-Programme meist auf besonders gut ausgestatteten Rechnern aktiv 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 und Redundanz wird genauer in Kapitel 8.6 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, desto weniger Angriffsfläche bietet er. 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:

<b>File-Server</b>	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 <b>Datensicherung</b> , z. B. auf Bänder, entwickelt.
<b>Print-Server</b>	Print-Server stellen im Netzwerk zentrale Druckdienste bereit. Hierbei können einerseits entsprechend ausgerüstete Computer etliche externe Druckgeräte steuern oder andererseits in Druckgeräte integrierte Print-Server verwendet werden.  Zentralisierte Drucklösungen sind gekennzeichnet durch verminderte Druckkosten und effektivere Geräteauslastung.
<b>Application-Server</b>	Ein Application-Server stellt Anwendungsprogramme, die in der ganzen Firma gebraucht werden, zentral zur Verfügung. Die Benutzer starten das gewünschte Programm nicht von einer lokalen Festplatte, sondern von einem Client aus auf diesem Server.  Bei Programm-Updates muss die neue Version nur auf dem Server installiert werden und kann danach in dieser aktuellen Fassung in der ganzen Firma genutzt werden. Für den endgültigen Einsatz am Client ist häufig noch ein kleiner lokaler Installationsteil notwendig.  Werden die Anwendungen direkt auf dem Server ausgeführt, spricht man entweder von einem <b>Terminal-Server</b> mit Zugriff über spezielle Client-Software (z. B. Remote-Desktop), oder von webbasierten Diensten mit Zugriff über einen beliebigen Webbrowser (z. B. Internet Explorer oder Firefox).

Auf Smartphones, Tablets und ab Windows 8 werden neuerdings „Apps“ angeboten. Eine **App** (die Kurzform von „Application“) stellt dabei für den Benutzer eine **lokale** Anwendung dar, die entweder auf einen Server zugreift (als Client-Programm) oder ein eigenständig ablaufendes Programm ist. Auf einem Application-Server laufen eigene Anwendungen stattdessen über ein Netzwerk gesteuert **remote** (in einer gewissen Entfernung) ab.

### Weitere Serveraufgaben

Die folgende Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll einen Eindruck davon vermitteln, wie weit die Palette der möglichen Serveraufgaben bei Bedarf noch ausgebaut werden kann:

<b>DNS-Server</b>	Ein DNS-Server (Domain Name System) ermöglicht im Wesentlichen die Auflösung von Namen zu IP-Adressen in Internet und Intranet.
<b>DHCP-Server</b>	DHCP ( <b>D</b> ynamic <b>H</b> ost <b>C</b> onfiguration <b>P</b> rotocol) dient dazu, Netzwerk-komponenten (z. B. Rechner, Smartphones etc.) IP-Adressen und Konfigurationen zuzuweisen.
<b>Mail-Server</b>	Für jeden Benutzer kann darüber ein Postfach angelegt werden, sodass z. B. die Firmenmitarbeiter über E-Mail miteinander kommunizieren können.
<b>Webserver</b>	Er stellt im firmeneigenen Netzwerk ähnliche Funktionalitäten zur Verfügung, wie sie viele bereits vom Internet gewohnt sind. Auf diese Weise können die Benutzer z. B. über Browser auf Informationen zugreifen.
<b>Datenbank-Server</b>	Mit einem dafür geeigneten <b>Datenbankmanagementsystem</b> (DBMS) kann er große Datenbestände zentral zur Verfügung stellen, sodass mehrere Benutzer gleichzeitig mit diesen Daten arbeiten können.
<b>Proxy-Server</b>	Er kann stellvertretend für andere Client-Programme (nach festlegbaren Regeln) Inhalte aus dem Internet holen und diese für einen erneuten Abruf zwischenspeichern.

### Zentrale Benutzerverwaltung

Mit dem Client-Server-Konzept wird meist auch eine zentrale Benutzerverwaltung eingeführt. Dabei werden Benutzer verschiedenen Gruppen zugeordnet und diesen Gruppen 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 Fileserver 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 von Client-Server-Techniken

Ein Nachteil sind die höheren Kosten, die für zusätzliche Rechner anfallen, die als Server dienen sollen, sowie für Betriebssysteme und Programme, die für diese Art Verwaltung geeignet sind. Für den Fall, dass ein Server ausfällt, muss ein Ersatz-Server bereitstehen (vgl. Kapitel 2.5, „Absicherung der Verfügbarkeit“). Oft kommen noch Kosten für die Schulung von Mitarbeitern hinzu, die administrative Aufgaben übernehmen sollen.

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

**TCO** ist ein Begriff aus der Wirtschaft. Damit wird versucht, die Gesamtkosten eines Computernetzes zu erfassen. Dazu gehören neben den Anschaffungskosten für Hard- und Software auch die Kosten für den laufenden Betrieb bzw. entstehende Kosten durch Ausfall und Instandsetzung von Rechnern.

So sind z. B. die Anschaffungskosten für Betriebssystem-Software meist niedriger als die Kosten, die für die notwendige Schulung der Mitarbeiter aufgewendet werden müssen. Auch muss von Anfang an klar sein, dass der Betrieb eines Netzwerks immer und dauerhaft mit zusätzlichem Personalaufwand verbunden ist.

Ein weiterer Begriff, der in diesem Zusammenhang öfter verwendet wird, ist **ROI**. Hier wird versucht, die Kosten-Nutzen-Relation von Investitionen zu bestimmen. ROI ist das Produkt von Umsatzrendite und Kapitalumschlag. So stehen etwa den Schulungskosten die Zeitersparnisse gegenüber, die sich durch die verbesserte Verwaltbarkeit eines zentralisierten Netzkes ergeben.

## 2.4 Wichtige Netzwerk-Kürzel und deren Bedeutung

### Local Area Network (LAN)

Ein **LAN** ist gekennzeichnet durch eine begrenzte geografische Ausdehnung auf ein Firmengelände. (Bei großen Firmen können Entfernungen bis ca. 10 km vorkommen.) Im Normalfall werden keine Leitungen öffentlicher Anbieter genutzt, sondern das Netz unterliegt vollkommen der Aufsicht der Firma. Eine Definition der ISO (International Standards Organization) beschreibt dies folgendermaßen:

„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.“

### Metropolitan Area Network (MAN)

Ein **MAN** zeichnet sich durch die regionale Ausdehnung auf das Gebiet einer Stadt oder eines Ballungszentrums aus. Entfernungen bis circa 100 km sind möglich und ausreichend, um den Kommunikationsbedarf in dieser Fläche abzudecken. An manchen Stellen findet sich hierfür auch die Bezeichnung Citynetz.

### 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 in der Regel Leitungen von externen Firmen angemietet. Unternehmen können ein WAN z. B. als Verbindung zwischen zwei oder mehr LANs nutzen.

Ab und zu taucht auch noch der Begriff **Global Area Network (GAN)** auf. Er beschreibt im Grunde nur die Ausdehnung eines WANs auf eine weltweite und damit globale Dimension.

### PowerLAN

Ein PowerLAN oder Powerline Communication (PLC) verzichtet auf eine klassische Verkabelung und nutzt als Übertragungsmedium das Stromnetz. Die Informationen werden hier mittels Adapter über die normale Steckdose im Hausnetz übertragen. Das PowerLAN kommt vorzugsweise 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 erfolgt der Einsatz von Funktechnologie (vgl. Kapitel 4.5). Gelegentlich wurden in diesem Zusammenhang auch die Begriffe **WaveLAN** und Wi-Fi verwendet.

### Virtual Local Area Network (VLAN)

Bei einem **VLAN** wird das lokale Netzwerk in logisch voneinander getrennte Netzwerke unterteilt, wobei alle VLANs das gemeinsame physikalische Netz nutzen. Dadurch wird ein flexibles Design, z. B. für Arbeitsgruppen, unabhängig von ihrem physikalischen Standort, gebildet (vgl. Kapitel 12.4).

### Network Attached Storage (NAS)

NAS sind Netzwerklaufwerke, die an das lokale Netzwerk angeschlossen werden, um die lokale Speicherkapazität zu vergrößern. Bei NAS erfolgt der Zugriff mit dateibasierten Protokollen, wie z. B. **Network File System (NFS)** oder **Server Message Block (SMB)/Common Internet File System (CIFS)**. Es gibt NAS-Storages für private Anwendungen wie für große Firmen. Sie werden unter Windows über die Netzwerkumgebung eingebunden (vgl. Kapitel 8.7).

### Storage Area Network (SAN)

Ein **SAN** dient zur Auslagerung der Datenspeicherung in ein eigenständiges Netzwerk. In einem SAN werden Redundant Array of Independent Disk (RAID) Systeme zur Datenspeicherung über Fibre Channel oder Internet Small Computer System Interface (iSCSI) mit den Servern verbunden. iSCSI verwendet Kommandos des Small Computer System Interface (SCSI) Standards und überträgt diese mit Hilfe des Internet Protocols (IP). Ein SAN arbeitet blockorientiert und erscheint wie ein lokales Laufwerk (vgl. Kapitel 8.7).

### Virtual Private Network (VPN)

Ein **VPN** ermöglicht eine verschlüsselte Verbindung zwischen Rechnern und Netzwerken (vgl. Kapitel 18.4).

## 2.5 Gründe und Ziele einer Vernetzung

### Was von Computer-Netzen erwartet wird

Ein Netzwerk bietet Vorteile gegenüber einer Einzelplatzumgebung. Allerdings ist der Einsatz auch mit einigem Aufwand verbunden. Umso mehr muss vor der Entscheidung für ein Netzwerk der zu erwartende Nutzen analysiert werden. Der Hauptgrund für die nicht unerheblichen Investitionen liegt letztendlich immer bei den zu erwartenden ökonomischen und unternehmerischen Vorteilen. Die im Folgenden dargelegten Gründe sprechen für eine Vernetzung.

### Verbesserte Kommunikation

Netzwerke dienen verstärkt dem Informationsaustausch, der **Kommunikation**. Im abgeschlossenen firmeneigenen Netzwerk werden Neuigkeiten veröffentlicht, die jeder berechtigte Mitarbeiter abrufen kann. Eine Anbindung an das öffentliche Internet kann zentral erfolgen und stellt damit eine Plattform zum weltweiten Austausch von Informationen aller Art dar. Der Einsatz von E-Mails (elektronischer Post), Chat, VoIP oder Videokonferenzen ermöglicht eine gezielte, schnelle und kostengünstige Art der Verbindungsaufnahme zu spezifischen Adressaten.

### Steigerung der Effektivität im Datenverbund

Wenn mehrere Personen am gleichen Thema zusammenarbeiten, war früher der Transport von Dateien über Disketten ein häufig benutzter Weg. Heute können Daten über das Netzwerk von einem Rechner auf einen anderen kopiert werden. Als Alternative könnten die Daten auch zentral an einem Ort gespeichert werden und alle Beteiligten erhalten die Erlaubnis, darauf zuzugreifen.

Allgemein wird hier von einem **Datenverbund** gesprochen. Dies bedeutet z. B. den Zugriff auf zentrale Datenbestände von jeder angeschlossenen Station aus und ist ein grundlegendes Ziel jeder Vernetzung.

Es können aber auch Datenbestände, die räumlich getrennt auf verschiedenen Rechnern gespeichert sind, logisch so gekoppelt werden, dass sie einem Benutzer als ein einziger großer Datenpool erscheinen.

Die Effizienz des Netzes hängt stark von der durchdachten Konzeption der Datenablage ab. Das Suchen und Abspeichern der Daten muss einer Logik folgen, die für den Benutzer nachvollziehbar und verständlich ist. Eine besondere Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang der Versionierung zu. Dabei werden verschiedene Versionen einer Datei mit unterschiedlichen Zeitstempeln sowie vorgenommene Änderungen an dieser Datei vorgehalten. Im Bedarfsfall kann somit der Besitzer der Datei eine ältere Version dieser Datei wiederherstellen (beispielsweise nach einem versehentlichen Löschen von Inhalten der Datei oder der Datei selbst).