

1 Vorbemerkungen

Dieses Handbuch soll Ihnen einen fundierten Einstieg in das Thema "Netzwerke" geben und Sie in die Lage versetzen, den grundlegenden Aufbau verschiedenster Netzwerke nachvollziehen zu können und die darin ablaufenden Vorgänge zu verstehen. Die theoretischen Grundlagen werden dabei immer wieder anhand praktischer Beispiele in Form einer Musterfirma dargestellt.

Das Handbuch 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.

Bandbreite

Da die Praxis unzählige Variationen der grundlegenden Themen bietet, kann eine vollständige Abbildung nicht gelingen. Anhand exemplarischer Darstellungen kann aber wichtiges Basiswissen vermittelt werden, mit dessen Hilfe Ihnen eine Einordnung dieser Varianten ermöglicht wird.

Netzwerke werden in kleinen Firmen mit wenigen Mitarbeitern auf einer Etage genauso eingesetzt wie in Firmen mit Tausenden von Mitarbeitern verteilt auf mehrere Filialen weltweit. Der Anspruch an die Technik kann extrem unterschiedlich sein. Aus der Bandbreite der Praxis heraus erklärt sich die Komplexität des Themas. Um dieser Bandbreite gerecht zu werden, wurde dieses Handbuch in drei Teile gegliedert.

Gliederung

Der **erste Teil** legt den Schwerpunkt auf ein kleines lokales Netz. Hier werden für alle Bereiche, die bei einer Vernetzung relevant sind, die absolut notwendigen Grundlagen so kompakt und übersichtlich wie möglich vermittelt.

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

Der **dritte Teil** geht zuerst weg von lokalen Netzen und bietet die Grundlagen zum Thema Weitverkehrsnetze (WAN). 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 die Trennung zwischen dem zweiten und dritten Teil eine künstliche, aber bewußt gewählte. Sie ist besser geeignet, eine Zuordnung der Begriffe zu unterstützen, sie reduziert die Komplexität des Themas und sie ist für die systematische Darstellung von Grundlagen sehr hilfreich. Generell werden in dieser Unterlage die Techniken vorrangig in dem Teil dargestellt, in dem sie im Laufe der Entwicklung primär eingesetzt wurden.

Planung

Das Ziel dieses Handbuchs 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, so daß Sie mit einer permanenten Migration und einer stetigen Weiterentwicklung mit zum Teil sehr kurzen Innovationszyklen konfrontiert werden. Die "Sorglosigkeit", mit der jemand vor 10 Jahren ein Netzwerk aufbauen konnte, ist fast gänzlich vorbei.



Geschichte

Bereits in den 60er und 70er Jahren war die Verbindung von Systemen ein wichtiges Thema, damals allerdings bei einer recht einseitigen Beziehung. Auf der einen Seite stand in einem abgeschirmten Rechenzentrum ein Zentralrechner (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.

Mit der Entwicklung des Personal Computers (PC) Anfang der 80er ging der Wunsch in Erfüllung, kleinere Rechneinheiten direkt vor Ort, also auf dem Schreibtisch zur Verfügung zu haben. Diese konnten mit verhältnismäßig geringem Aufwand selbst gewartet werden. Der Benutzer konnte selbständig über das eingesetzte Programm bestimmen. Die Entwicklung ging weg vom "gängelnden" zentralen Rechenzentrum. Die Anwendungsprogramme wurden anwenderfreundlicher und somit einfacher zu bedienen.

Mit der zunehmenden Qualität und Quantität dieser PCs entstand schon bald wieder der Wunsch, die Einzelplatzrechner in einem Netzwerk zu verbinden.

Oberflächlich gesehen ist das Vernetzen der PCs eine Rückkehr zu dem alten Systemaufbau (Host-Terminal), nur daß die "dummen" Terminals durch intelligente Rechner ersetzt werden.

Im PC-Bereich existieren heute zwei Grundkonzepte einer Vernetzung. Diese schließen sich allerdings nicht gegenseitig aus, sondern lassen sich miteinander kombinieren.

1.1.1 Peer-to-Peer

Gleichberechtigung

In einem Peer-to-Peer-Netz sind prinzipiell alle Computersysteme gleichberechtigt. Die Ressourcen im gesamten Netz sind auf die beteiligten Rechner verteilt, und jeder Benutzer ist lokal eigenverantwortlich für die Sicherheit und die Freigabe dieser Ressourcen.

Jeder Rechner kann anderen Rechnern Ressourcen zur Verfügung stellen und umgekehrt auf freigegebene Ressourcen anderer Rechner zugreifen.

Die Hauptvorteile sind, daß keine extra Kosten für einen Server anfallen und daß kein spezielles Betriebssystem nötig ist, da die gängigsten PC-Betriebssysteme Funktionen für diese Art Vernetzung bereits integriert haben.

Bewertung

Als größter Nachteil stellt sich heraus, daß es weder in bezug auf Ressourcen noch in bezug auf Benutzer eine zentrale Verwaltung gibt und deshalb der Koordinationsaufwand ab einer bestimmten Größe des Netzes enorm wird.

Peer-to-Peer ist damit eine kostengünstige Alternative für kleine Netze (zehn Stationen oder weniger), bei denen kein größerer Wert auf Sicherheit gelegt wird.

1.1.2 Client-Server

Aufgabenteilung der Computer

Bei einer Client-Server-Konzeption findet eine Aufgabenteilung statt. Ein oder mehrere Rechner stellen als Server zentral Ressourcen und Dienstleistungen zur Verfügung. Alle anderen Rechner können als Clients auf diese zugreifen.

Es besteht die Möglichkeit, alle gewünschten Dienste von einem einzigen Server anbieten zu lassen. Bei größeren Netzen ist es aber üblich, die Dienste auf mehrere spezialisierte Server zu verteilen.

Der Vorteil dabei ist, daß jeder Server für seine spezielle Aufgabe optimal ausgerüstet werden kann. Mögliche Dienste sind:

1.1.3 Abgrenzung LAN / MAN / WAN

LAN

Das Local Area Network ist gekennzeichnet durch eine begrenzte geographische Ausdehnung auf ein Firmengelände. 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:



Definition

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.

MAN

Ein Metropolitan Area Network 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.

WAN

Ein Wide Area Network, auch Weitverkehrsnetz genannt, zeichnet sich durch eine unbegrenzte geographische Ausdehnung aus. In seiner klassischen Form ist ein WAN ein Verbindungsnetzwerk für räumlich getrennte Rechenanlagen. In bezug auf die Übertragungswege der Daten werden dabei öffentliche Leitungen herangezogen. Firmen können ein WAN als sichere Verbindung zwischen zwei oder mehr LANs nutzen.

GAN

Ab und zu taucht auch noch der Begriff Global Area Network auf. Er beschreibt im Grunde nur die Ausdehnung eines WAN auf eine weltweite, und damit globale Dimension.

1.2 Gründe und Ziele einer Vernetzung

Ein Netzwerk bietet einige Vorteile gegenüber einer Einzelplatzumgebung. Allerdings ist der Einsatz auch mit einigem Aufwand verbunden. Um so mehr muß vor der Entscheidung für ein Netzwerk der zu erwartende Nutzen analysiert werden.

Folgende Gründe sprechen für eine Vernetzung:

- Kommunikation
- Steigerung der Effektivität im Datenverbund
- Kostensenkung im Funktionsverbund
- Datensicherung
- Absicherung der Verfügbarkeit
- Optimierung der Rechnerverfügbarkeit
- Optimierung der Wartung

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 erfolgen und stellt damit eine Plattform zum weltweiten Austausch von Informationen aller Art. Die Übermittlung von Mails (Nachrichten) an Postoffices (Postämter meist bei zentralen Rechnern) spezifischer Adressaten ermöglicht gezielte und schnelle Kommunikation.

Optimierung der Rechnerauslastung

Als *Lastverbund* sollen schwächer ausgelastete Rechner überlasteten Rechnern helfen.

Optimierung der Wartung

Je großflächiger und komplexer die Komponenten des Netzes verteilt sind, umso wichtiger wird es, Werkzeuge zu haben, die eine leichte Administration und Wartung des Netzes erlauben. Die Möglichkeit der **Fern-diagnosen** und **Fernwartung** über das Netz ermöglicht einen schnellen Service in dieser Richtung.

1.3 Vorstellung des Fallbeispiels

So wichtig die Theorie für die Vernetzung auch ist, so sehr steht und fällt das Thema mit praktischen Beispielen. Im Rahmen dieses Handbuchs wird dazu eine Musterfirma eingeführt, die mit einem kleinen lokalen Netz beginnt, im Laufe der Zeit dies auf ein größeres zusammenhängendes Gelände ausdehnt und am Ende mehrere Filialen weltweit betreibt.

Am Anfang steht eine kurze Beschreibung dieser Firma. Eine Analyse der Ausgangssituation und das Formulieren der Ziele, die mit der Vernetzung erreicht werden sollen, folgt im ersten Praxisteil.

ABC GmbH

Die Firma namens "ABC GmbH" wurde 1990 gegründet und ist ein Dienstleistungsunternehmen mit Sitz in Deutschland. Für Büroräume wurde das gesamte erste Stockwerk eines zweistöckigen, freistehenden Hauses angemietet, das zusammen mit einem weiteren Gebäude auf einem Grundstück steht, das einer Privatbank gehört.

Die Firma beschäftigt inzwischen 14 Mitarbeiter, die alle täglich einen Großteil ihrer Tätigkeit am PC erledigen.

Da das Geschäft sehr gut läuft, ist im Laufe der nächsten 12 Monate mit einer Verdopplung der Mitarbeiterzahl zu rechnen.

Räumliche Aufteilung

Der folgende Etagegrundriß schildert die aktuelle räumliche Situation der Firma:

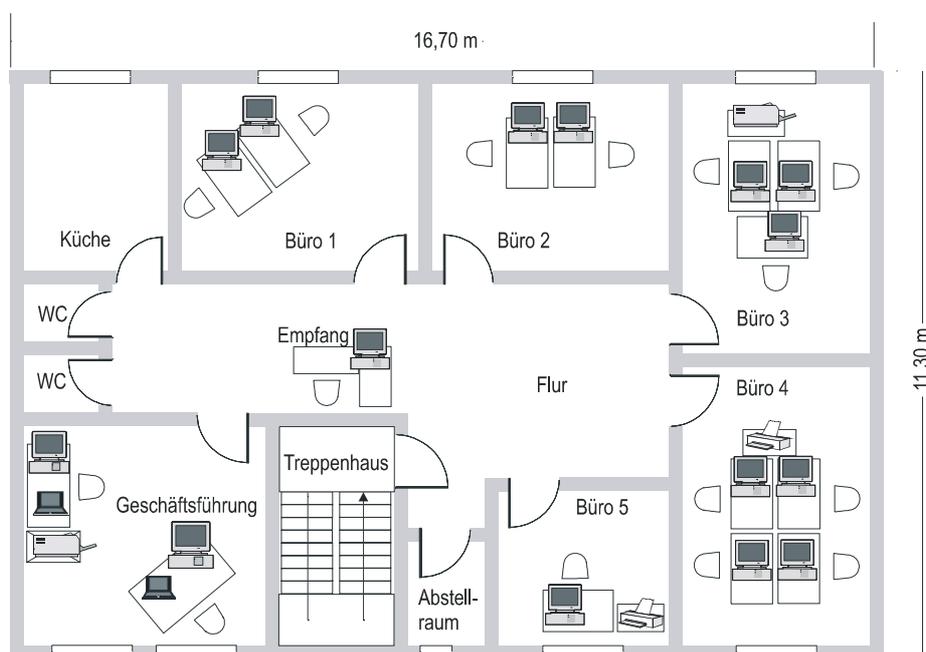


Abb. 1.2 Grundriß / Etagenplan

2 Physikalische Topologien

Am Beginn des Aufbaus einer Netzwerkarchitektur für ein kleines LAN steht die Auswahl der geeigneten physikalischen Topologie. Sie beschreibt den physikalischen Aufbau eines Netzes, d.h. wie die einzelnen Netzwerkkomponenten miteinander verbunden sind oder, einfacher ausgedrückt, in welcher Form die Kabel verlegt werden.

Die physikalische Topologie ist vergleichbar mit einer Landkarte, auf der die verfügbaren Straßen (Verkehrswege) aufgezeichnet sind.

Daneben gibt es auch verschiedene logische Topologien, die beschreiben, auf welche Art und Weise die physikalischen Verbindungen genutzt werden. Die logische Topologie ist also vergleichbar mit den grundlegenden Verkehrsregeln, die auf den Straßen gelten. Dies wird im Kapitel "Zugriffsverfahren" thematisiert.



Physikalische und logische Topologie müssen nicht identisch sein.

Die Auswahl der Topologie ist sehr wichtig, da sie Konsequenzen für etliche weitere Bereiche nach sich zieht, wie z.B. die Verkabelung, die verwendete Zugriffsmethode, flexible Erweiterbarkeit, Ausfallsicherheit, Geschwindigkeit des Netzwerks und nicht zuletzt die anfallenden Kosten. Diese Punkte werden in den nächsten Kapiteln geklärt.

Die drei Grundformen physikalischer Topologien sind Bus, Stern und Ring.

2.1 Bus

Die Bus-Topologie ist gekennzeichnet durch ein einzelnes, zentrales Kabel. Dieses Kabel wird als sogenannter Bus bezeichnet. An diesen Bus werden alle Geräte angeschlossen und müssen sich dieses Medium teilen (shared media). Die Bus-Topologie wird auch als Linien- oder Reihennetzwerk bezeichnet.

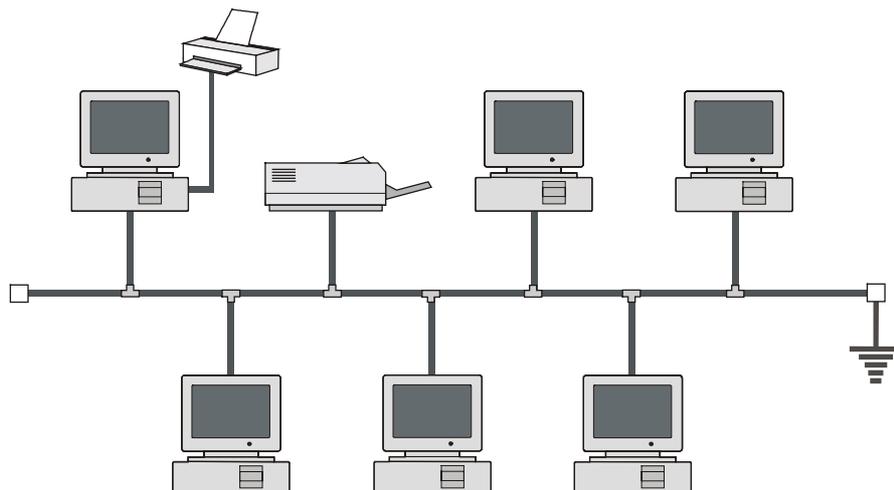


Abb. 2.1 Bus-Topologie

Die Bus-Topologie ist eine passive Topologie, d.h. die angeschlossenen Stationen führen keine Wiederaufbereitung des Signals durch. Sie greifen die Signale vom Kabel ab oder senden auf das Kabel, wo sich das Signal dann in beide Richtungen ausbreitet. Man spricht von einem Diffusionsnetz.

Hub

Die zentrale Komponente wird heute allgemein als "Hub" (englisch Nabe, Mittelpunkt) bezeichnet. Weitere Bezeichnungen wie Kabelkonzentrator oder Sternverteiler machen deutlich, daß die grundlegende Aufgabe dieses Gerätes nur darin besteht, eine Zentrale zur Verfügung zu stellen, an der mehrere Anschlußmöglichkeiten für Stationen existieren. Das Thema Hub ist inzwischen so wichtig geworden, daß ihm ein eigenes Kapitel gewidmet ist.

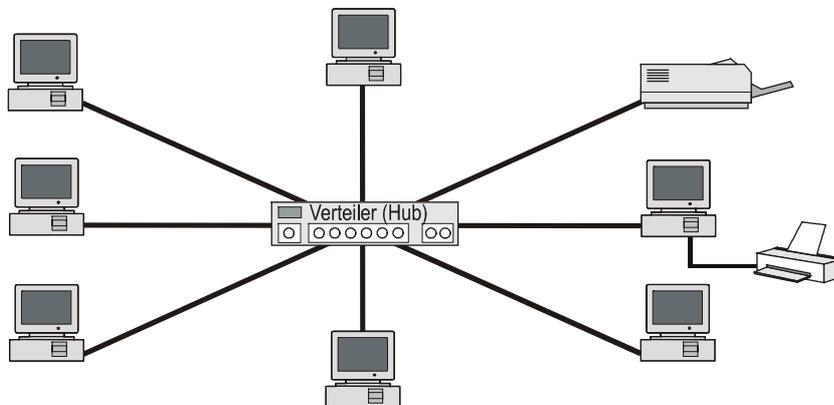


Abb. 2.2 Stern-Topologie

Vorteile der Stern-Topologie:

- ☒ Der Ausfall einer Station oder eines Kabels hat keine Auswirkungen auf das restliche Netz.
- ☒ Aktive Verteiler wirken gleichzeitig als Signalverstärker.
- ☒ Bei entsprechender Funktionalität der Sternverteilers müssen sich einzelne Rechner für die Datenübertragung kein Kabel teilen. Das heißt, sie können die volle Bandbreite für sich beanspruchen, wodurch diese physikalische Topologie an sich höhere Datendurchsatzraten erlaubt.
- ☒ Weitere Stationen und/oder Verteiler können relativ problemlos hinzugefügt werden.

Nachteile der Stern-Topologie:

- ☒ Große Kabelmengen.
- ☒ Beim Ausfall des Verteilers ist kein Netzverkehr mehr möglich.

Physikalische Stern-Topologien werden logisch oft wie eine Bus-Topologie abgearbeitet. Das bedeutet, daß wieder jedes Datensignal über jedes Kabel läuft. Der Weg, den die Daten wirklich vom Sender zum Empfänger gehen, kann durch die Konfiguration des Verteilers beeinflusst werden.

Im praktischen Einsatz bei lokalen Netzen gehören zur Stern-Topologie z.B. die Stichwörter 10BaseT, 10BaseF oder 100BaseX (siehe dort).

Bei Neuinstallation auf Stockwerks- oder Gebäude-Ebene wird heute überwiegend diese Form der Verkabelung genutzt.

2.3 Ring

Bei einer Ring-Topologie bilden die Kabel eine geschlossene Form. Es gibt keinen Kabelanfang und kein Kabelende. Alle Stationen werden als Elemente in diesen Ring aufgenommen, verarbeiten und verstärken die Signale, die auf dem Kabel ankommen, und schicken sie weiter. Man spricht von einem Teilstreckennetz. Auch hier handelt es sich um eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen den nebeneinander liegenden Rechnern. Jede Station hat einen eindeutigen Vorgänger und einen eindeutigen Nachfolger. Datenverkehr findet immer nur in eine Richtung statt.

Stern-Bus-Netz

Ein Stern-Bus-Netz entsteht, wenn verschiedene Hubs jeweils das Zentrum eines Sterns bilden, diese Hubs aber über ein Bus-Kabel miteinander verbunden sind.

Ein einfaches Beispiel soll dies verdeutlichen. In einem dreistöckigen Büro-Gebäude ist jedes Stockwerk in Stern-Topologie verkabelt. Die drei Stockwerke, genauer: die Hubs untereinander, werden über ein einzelnes Buskabel miteinander verbunden.

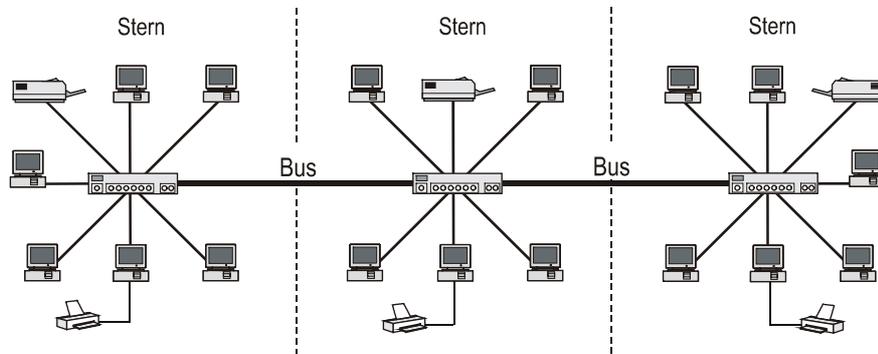


Abb. 2.4 Stern-Bus-Netz

Fällt hier das Bus-Kabel aus, können die Stockwerke nicht mehr miteinander kommunizieren. Fällt ein Hub aus, ist die Kommunikation der Stockwerke untereinander und im entsprechenden Stock unterbunden.

Stern-Stern-Netz

Ein Stern-Stern-Netz entsteht, wenn verschiedene Hubs jeweils das Zentrum eines Sterns bilden und diese Hubs wiederum über eigene Kabel mit einem Haupt-Hub verbunden sind.

Auch hier ein einfaches Beispiel: In einem dreistöckigen Bürogebäude ist jedes Stockwerk in Stern-Topologie verkabelt. Die drei Stockwerke, genauer gesagt, die Hubs untereinander, werden über je ein Kabel mit einem Zentral-Hub verbunden.

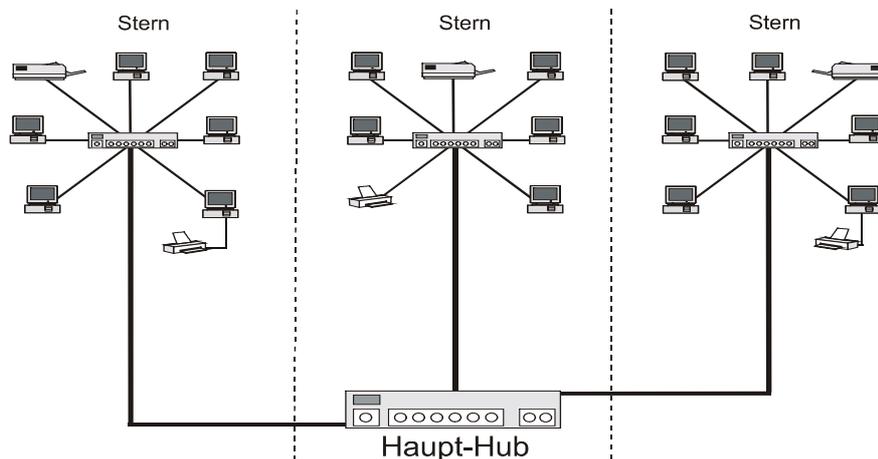


Abb. 2.5 Stern-Stern-Netz

Fällt der Zentral-Hub aus, ist Kommunikation nur noch innerhalb einzelner Stockwerke möglich. Fällt ein Kabel vom Zentral-Hub zu einem Stockwerks-Hub aus, kann dieses Stockwerk nicht mehr mit den anderen Stockwerken kommunizieren.

In manchen Beschreibungen (Microsoft) findet sich für diese Topologie auch der Ausdruck "Stern-Ring-Topologie".

