

NW

Autor: Roland Bauch

Überarbeitete Ausgabe vom 22. Januar 2008

© HERDT-Verlag für Bildungsmedien GmbH, Bodenheim

Internet: www.herdt.com

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Dieses Buch wurde mit großer Sorgfalt erstellt und geprüft. Trotzdem können Fehler nicht vollkommen ausgeschlossen werden. Verlag, Herausgeber und Autoren können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Die Bildungsmedien des HERDT-Verlags enthalten Links bzw. Verweise auf Internetseiten anderer Anbieter. Auf Inhalt und Gestaltung dieser Angebote hat der HERDT-Verlag keinerlei Einfluss. Hierfür sind alleine die jeweiligen Anbieter verantwortlich.

Netzwerke

Grundlagen

NW

| | | | |
|--|-----------|--|------------|
| 1 Informationen zu diesem Buch | 4 | 8 Betriebssysteme und Server | 54 |
| 1.1 Voraussetzungen und Ziele..... | 4 | 8.1 Einteilung von Betriebssystemen..... | 54 |
| 1.2 Aufbau und Konventionen | 5 | 8.2 Aufgabengebiete von Betriebssystemen..... | 55 |
| 2 Einführung..... | 6 | 8.3 Novell NetWare | 57 |
| 2.1 Vorbemerkungen zum Thema "Netzwerk" | 6 | 8.4 Microsoft Windows | 58 |
| 2.2 Erste Definitionen..... | 7 | 8.5 UNIX..... | 59 |
| 2.3 Wichtige Abkürzungen | 11 | 8.6 IBM OS/2 Warp | 60 |
| 2.4 Gründe und Ziele einer Vernetzung..... | 12 | 8.7 Interaktion in heterogenen Netzen | 61 |
| 2.5 Vorstellung des Fallbeispiels | 14 | 8.8 Kennzeichen eines Servers..... | 62 |
| 3 Topologien..... | 16 | 8.9 Exkurs: Speichern von Daten | 64 |
| 3.1 Der Begriff "Topologien" | 16 | 9 Praxis 1 | 66 |
| 3.2 Bus..... | 17 | 9.1 Planung..... | 66 |
| 3.3 Stern..... | 18 | 9.2 Allgemeine Abschätzung | 67 |
| 3.4 Ring | 19 | 9.3 Verschiedene Varianten | 68 |
| 3.5 Mischformen..... | 19 | 9.4 Auswirkungen | 70 |
| 4 Übertragungsmedien | 22 | 10 Normen und Modelle | 72 |
| 4.1 Einteilung der Medien | 22 | 10.1 Gremien | 72 |
| 4.2 Koaxialkabel | 23 | 10.2 Schichten-Modelle..... | 75 |
| 4.3 Twisted-Pair-Kabel..... | 25 | 10.3 Das OSI-Referenz-Modell allgemein..... | 76 |
| 4.4 Glasfaserkabel | 27 | 10.4 Die sieben Schichten des OSI-Modells | 79 |
| 4.5 Drahtlose Übertragung | 30 | 10.5 Das OSI-Modell und IEEE 802..... | 81 |
| 4.6 Weitere Möglichkeiten | 35 | 10.6 Exkurs: Frames | 81 |
| 5 Schnittstellen | 36 | 10.7 Zusammenfassung..... | 82 |
| 5.1 Netzwerkkarten..... | 36 | 11 Protokolle..... | 84 |
| 5.2 Konfiguration der Netzwerkkarte..... | 38 | 11.1 Beschreibung des Begriffs..... | 84 |
| 5.3 Weitere Anschlussmöglichkeiten | 40 | 11.2 TCP/IP | 85 |
| 6 Zugriffsverfahren | 42 | 11.3 IP-Adressierung | 87 |
| 6.1 Vorbemerkungen | 42 | 11.4 Umsetzung der Adressierung in der Praxis | 89 |
| 6.2 CSMA/CD..... | 43 | 11.5 Weitere Protokolle | 92 |
| 6.3 Token Passing | 44 | 11.6 Zuordnung zum OSI-Modell | 93 |
| 6.4 Weitere Zugriffsverfahren | 46 | 11.7 Bindung | 95 |
| 6.5 Zusammenfassung und Ausblick..... | 47 | 12 Erweiterung der Struktur | 96 |
| 7 Arbeitsweise lokaler Netze..... | 48 | 12.1 Grundkonzepte | 96 |
| 7.1 Umsetzung im LAN..... | 48 | 12.2 Strukturierte Verkabelung..... | 98 |
| 7.2 Ethernet | 48 | 12.3 Collapsed Backbone | 99 |
| 7.3 Token Ring..... | 52 | 12.4 VLAN | 100 |
| 7.4 Sonstige..... | 52 | 13 Kopplung von Netzwerken..... | 102 |
| 7.5 Zusammenfassung und Ausblick..... | 53 | 13.1 Aktive Komponenten..... | 102 |
| | | 13.2 Hub | 103 |
| | | 13.3 Repeater | 104 |
| | | 13.4 Bridge | 105 |
| | | 13.5 Switch | 106 |
| | | 13.6 Router | 108 |
| | | 13.7 Gateway..... | 111 |

| | | | | | |
|---|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--|-----|
| 14 Erweiterung der Geschwindigkeit..... | 112 | 18.5 | SDH/SONET | 143 | |
| 14.1 | FDDI | 112 | 18.6 | ISDN | 144 |
| 14.2 | Gigabit-Ethernet | 113 | 18.7 | DSL..... | 146 |
| 14.3 | Weitere Überlegungen | 116 | 18.8 | Protokolle der Sicherungs-Schicht..... | 147 |
| 15 Netzwerküberwachung und Fehlersuche | 118 | 19 Zugangsmöglichkeiten | 150 | | |
| 15.1 | Protokolle..... | 118 | 19.1 | Telefonnetz | 150 |
| 15.2 | Hinweise zur Umsetzung | 121 | 19.2 | Mobilfunknetz | 152 |
| 15.3 | Begleitende Maßnahmen | 122 | 19.3 | Weitere Netze | 154 |
| 15.4 | Troubleshooting..... | 123 | 20 Anbieter | 156 | |
| 16 Praxis 2..... | 126 | 20.1 | Übersicht | 156 | |
| 16.1 | Planung des Ausbaus | 126 | 20.2 | Standardangebote | 158 |
| 16.2 | Umsetzung | 127 | 21 Praxis 3 | 162 | |
| 17 Weitverkehrsnetze..... | 128 | 21.1 | Vorüberlegungen..... | 162 | |
| 17.1 | Einführung | 128 | 21.2 | Umsetzung | 163 |
| 17.2 | Begriffe..... | 131 | 22 Anhang | 164 | |
| 17.3 | Verbindungsarten | 133 | 22.1 | Weitere Gremien | 164 |
| 17.4 | Vermittlungsprinzip | 136 | 22.2 | Internetadressen | 167 |
| 18 Übertragung | 138 | 22.3 | Auflistungen | 168 | |
| 18.1 | X.25 | 138 | 22.4 | Kurze Internetgeschichte | 169 |
| 18.2 | Frame Relay | 139 | 22.5 | Übersicht Kabeltypen | 170 |
| 18.3 | ATM | 140 | Stichwortverzeichnis | 172 | |
| 18.4 | SMDS/CBDS | 142 | | | |

3 Topologien

In diesem Kapitel erfahren Sie

- ▶ den Unterschied zwischen physikalischer und logischer Topologie
- ▶ welche grundlegenden Topologien eingesetzt werden können
- ▶ welche Vor- und Nachteile die jeweilige Topologie aufweist
- ▶ welche Einsatzgebiete sich für welche Topologie ergeben

Voraussetzungen

- ✓ Grundverständnis für die Gründe und Ziele einer Vernetzung

3.1 Der Begriff "Topologien"

Abgrenzung physikalische - logische Topologien

Durch die Vernetzung von PCs entsteht Datenverkehr, und genauso wie bei vielen anderen Verkehrsarten kann bei der Abwicklung dieses Verkehrs auch im Bereich EDV zwischen Verkehrswegen und Verkehrsregeln unterschieden werden.

Physikalische Topologie

Die physikalische Topologie eines Netzwerks bezieht sich auf die Verkehrswege. Hier wird der physikalische Aufbau eines Netzes beschrieben, d. h., in welcher Struktur die einzelnen Netzwerkkomponenten miteinander verbunden sind oder, einfacher ausgedrückt, in welcher Form z. B. die Kabel verlegt oder wo bei drahtloser Übertragung welche Antennen platziert werden.

Die physikalische Topologie ist durchaus vergleichbar mit einer Landkarte, auf der die verfügbaren Verkehrswege aufgezeichnet sind. Dieses Kapitel beschreibt die wichtigsten Grundformen physikalischer Topologien:

- ✓ Bus
- ✓ Stern
- ✓ Ring



Allerdings muss gleich zu Beginn dieses Kapitels darauf hingewiesen werden, dass sich mittlerweile die Stern-Topologie im lokalen Netzwerkbereich eindeutig durchgesetzt hat.

Logische Topologie

Die logische Topologie eines Netzwerks beschreibt die grundlegenden Verkehrsregeln, die auf den Verkehrswegen gelten. Dabei geht es unter anderem darum, wer wie auf das Übertragungsmedium zugreifen darf.

Zusammenhang

In der praktischen Umsetzung existierte früher ein sehr enger Zusammenhang zwischen beiden Begriffen, sodass im Normalfall eine bestimmte physikalische Topologie eine bestimmte logische Topologie nach sich zog. In Zeiten von VLANs müssen jedoch die physikalische und die logische Topologie nicht mehr identisch sein.

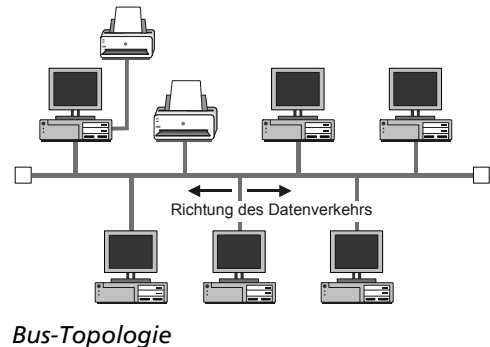
Dennoch ist die Auswahl der physikalischen Topologie sehr wichtig, da sie Konsequenzen für etliche weitere Bereiche nach sich zieht, wie z. B. welche Kabel verwendet werden können oder wie flexibel das Netzwerk für weitere Benutzer ausbaufähig ist. Außerdem hängen Aspekte wie Ausfallsicherheit, Geschwindigkeit, verfügbare Bandbreite und nicht zuletzt die anfallenden Kosten ebenfalls eng mit der gewählten Topologie zusammen.

3.2 Bus

Alle Geräte nutzen dasselbe Kabel

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

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. Hier wird von einem Diffusionsnetz gesprochen.



Auf dem Weg über die Kabel werden die elektromagnetischen Signale gedämpft und dadurch schwächer, sodass die mögliche Länge des Busses beschränkt ist. Durch den Einsatz von Signalverstärkern (Repeater) kann die Länge erweitert werden.

Die Bus-Enden müssen über spezielle Abschlusswiderstände terminiert werden, da ansonsten die Signale reflektiert werden und wieder in das Kabel zurücklaufen. Dort könnten diese Signale mit anderen kollidieren und dadurch Daten zerstört werden. Ebenso sind die Stichleitungen zu den einzelnen Geräten so kurz wie möglich zu halten (am besten nur ein T-Stecker auf der Netzwerkkarte), da sonst ebenfalls Datenkollisionen entstehen.

Vorteile der Bus-Topologie

- ✓ Relativ niedrige Kosten, da die geringsten Kabelmengen benötigt werden
- ✓ Der Ausfall einer einzelnen Station führt zu keinen Störungen im übrigen Netz.

Der zweite Vorteil gilt allerdings nur für den Fall, dass der Ausfall einer Station nicht zu einem unkoordinierten Erzeugen von Signalen im Netzwerk führt. Dann wäre nämlich mit massiven Störungen zu rechnen.

Nachteile der Bus-Topologie

- ✓ Alle Daten werden über ein einziges Kabel übertragen.
- ✓ Es kann immer nur eine Station Daten senden. Während der Sendung sind alle anderen blockiert.
- ✓ Eine Störung des Übertragungsmediums an einer einzigen Stelle im Bus (defektes Kabel, lockere Steckverbindung, eine fehlerhaft konfigurierte Arbeitsstation) blockiert den gesamten Netzstrang und führt zu einer aufwändigen Fehlersuche.
- ✓ Unverschlüsselter Netzverkehr kann direkt am Bus mitgelesen werden.

Die effektive Leistung einer Bus-Topologie ist abhängig von der Anzahl der Computer, die gleichzeitig Daten versenden wollen. Wird tatsächlich gleichzeitig gesendet, überschreiben sich die Daten gegenseitig (Kollision) und die Sendungen werden automatisch entsprechend zeitversetzt wiederholt. Je häufiger das passiert, desto niedriger werden die effektiven Datendurchsatzraten.

Einsatzgebiet

Trotz der Nachteile war die Bus-Topologie bei kleineren lokalen Netzen eine der am häufigsten verwendeten Technologien und ist eng verbunden mit dem Begriff Ethernet in den Formen 10Base5 und 10Base2. Heute spielt diese Form der Verkabelung keine Rolle mehr. Sie wurde weitgehend von der physikalischen Sternstruktur verdrängt.

Im Bereich der drahtlosen Übertragung (WLAN) dagegen bestehen wieder gewisse Ähnlichkeiten mit der Bus-Topologie, wie z. B. dass dort eine Station ihre Daten ebenfalls auf einem bestimmten Kanal in alle möglichen Richtungen versendet.



3.3 Stern

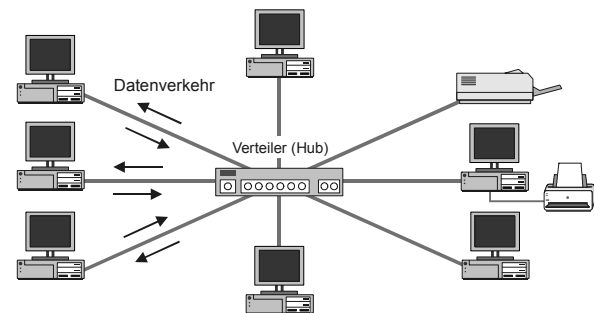
Jedes Gerät nutzt ein eigenes Kabel

Bei einer Stern-Topologie wird jede einzelne Station über je ein eigenes Kabel mit einem zentralen Verteiler verbunden. Es existiert eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen dieser Zentrale und jedem angeschlossenen Gerät.

Hub

Die zentrale Komponente wird allgemein als **Hub** (englisch für Nabe, Mittelpunkt) bezeichnet.

Veraltete deutsche Bezeichnungen für einen Hub wie Kabelkonzentrator oder Sternverteiler machen deutlich, dass die grundlegende Aufgabe dieses Gerätes darin besteht, eine Zentrale zur Verfügung zu stellen, an der mehrere Anschlussmöglichkeiten für Geräte existieren.



Stern-Topologie



In der Zwischenzeit wurden Hubs in ihrer Rolle als zentrale, aktive Komponente von den deutlich leistungsfähigeren Switches abgelöst. Genauere Erklärungen dazu finden Sie im weiteren Verlauf dieses Buchs. Allerdings sind einige der folgenden Vorteile einer Stern-Topologie nur mit Switches möglich.

Vorteile der Stern-Topologie

- ✓ Der Ausfall einer Station oder der Defekt eines Kabels hat keine Auswirkungen auf das restliche Netz.
- ✓ Aktive Verteiler wirken gleichzeitig als Signalverstärker.
- ✓ Bei entsprechender Funktionalität des Sternverteilers können zwei Stationen die volle Bandbreite des Übertragungsmediums für ihre Kommunikation nutzen, ohne dabei andere Stationen zu behindern. Dadurch erlaubt diese physikalische Topologie in der Summe höhere Datendurchsatzraten.
- ✓ 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 arbeiten logisch oft wie eine Bus-Topologie. Der Verteiler sendet ein empfangenes Signal an alle angeschlossenen Komponenten weiter. Der Weg, den die Daten wirklich vom Sender zum Empfänger gehen, kann durch die Konfiguration des Verteilers beeinflusst werden.

Einsatzgebiet

Im praktischen Einsatz bei lokalen Netzen findet die Stern-Topologie in den moderneren Ethernet-Varianten (Fast Ethernet, Gigabit Ethernet) Verwendung. Bei der Neuinstallation auf Stockwerks- oder Gebäudeebene wird heute überwiegend diese Form der Verkabelung genutzt.

3.4 Ring

Jedes Gerät ist mit zwei Nachbarn verbunden

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.

Hier liegt auch der Hauptnachteil, nämlich dass der Ausfall einer Station oder eines Kabelteils das gesamte Netz lahm legt.

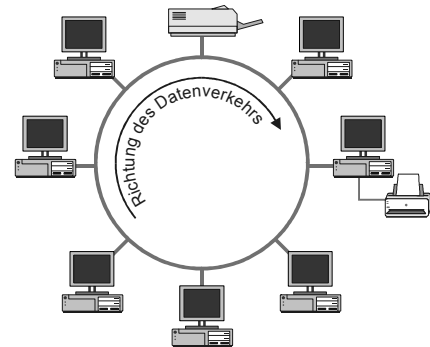
Es wird von einem Teilstreckennetz gesprochen, und es handelt sich um eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung zwischen den nebeneinander liegenden Rechnern.

Jede Station hat einen eindeutigen Vorgänger und einen eindeutigen Nachfolger. Datenverkehr findet immer nur in eine Richtung statt.

Als physikalische Topologie in lokalen Netzwerken erscheint dieser Netzentwurf selten, da der Aufwand bei der Kabelverlegung relativ hoch ist.

Als logische Topologie dagegen findet der Ring durchaus Niederschlag in der Praxis und wird häufig in einem zentralen Gerät (Ringleitungsverteiler) realisiert. Physikalisch entsteht damit zwar eine Sterntopologie, aber die Art und Weise, wie Daten in dem Ringleitungsverteiler gehandhabt werden, entspricht logisch den Regeln einer Ringtopologie.

Als praktische Umsetzung muss z. B. "Token Ring" erwähnt werden. Allerdings ist diese Art der Vernetzung inzwischen nicht mehr relevant.



Ring-Topologie

3.5 Mischformen

Kombinationen aus Bus, Stern und Ring

In der Praxis größerer Netzwerke können Kombinationen der aufgeführten Topologien entstehen, z. B. wenn vorhandene (Teil-)Netze beim Aufbau eines sogenannten Backbones zusammengeschlossen werden.

Backbone

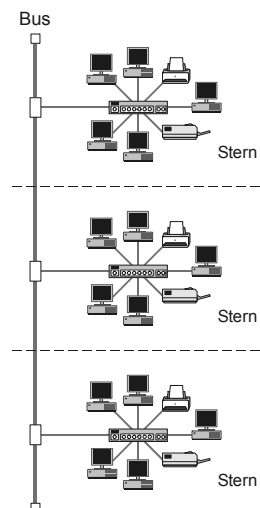
Unter einem Backbone ("Rückgrat") wird die physikalische Verbindung mehrerer Teilnetze verstanden. Es handelt sich damit um ein Hintergrundnetz, das z. B. die Verbindung verschiedener Gebäude und deren jeweiliger Einzelnetze herstellt.

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 Gebäude ist jedes Stockwerk in Stern-Topologie verkabelt. Die drei Etagen, genauer: die Hubs untereinander, werden über ein einzelnes Bus-Kabel miteinander verbunden.

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

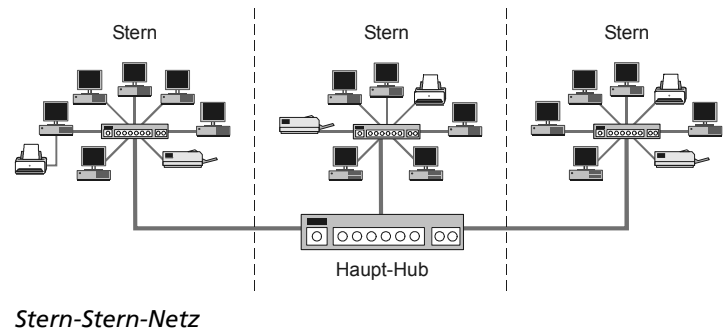


Stern-Bus-Netz

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. An diesen Haupt-Hub werden in der Praxis dann oft auch wichtige Server direkt angeschlossen.

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 zentralen Haupt-Hub verbunden.

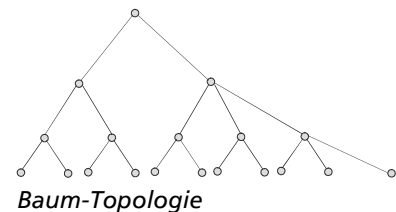


Fällt dieser Zentral-Hub aus, ist Kommunikation nur noch innerhalb einzelner Stockwerke möglich. Aus Sicherheitsgründen kann dieser Hub auch redundant ausgelegt sein, d. h., ein zweiter Hub läuft im Standby-Modus mit. Fällt ein Kabel vom Zentral-Hub zu einem Stockwerks-Hub aus, kann dieses Stockwerk nicht mehr mit den anderen Stockwerken kommunizieren.

Baum

Eine Baum-Topologie wird so aufgebaut, dass, ausgehend von einer Wurzel, eine Menge von Verzweigungen zu weiteren Verteilungsstellen existiert. Es handelt sich damit eigentlich um eine Erweiterung eines Stern-Stern-Netztes auf mehrere Ebenen.

Die Baumstruktur eignet sich gut für die Vernetzung eines Firmengeländes, bei dem von einem zentralen Rechenzentrum aus die verschiedenen Gebäude miteinander verbunden werden, oder für den Einsatz in Kabel-TV-Netzen.



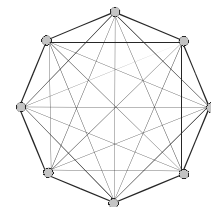
Baum-Topologie

Maschennetz

In einem vermaschten Netz existieren zwischen den einzelnen Netzknoten jeweils mehrere Verbindungen.

Sinn dieser Vernetzung ist es, bei Ausfall einer Verbindung auf eine zweite, redundante Verbindung zurückgreifen zu können. Häufig ist diese Art des Netzaufbaus in Weitverkehrsnetzen zu finden.

Des Weiteren kann noch unterschieden werden, ob die redundanten Leitungen aktiv (load sharing, Lastenteilung) oder passiv (standby) eingesetzt werden.



Maschennetz

