

Die Netzwerktopologien

Der Begriff Netzwerktopologie beschreibt die Art und Weise, mit der Computer miteinander verbunden werden. Auf den ersten Blick scheint es mehr oder weniger gleich zu sein, welche Topologie man für ein Netzwerk wählt. In der Realität aber hängt die Auswahl der geeigneten Topologie zu einem großen Teil von den zur Verfügung stehenden Räumlichkeiten und den im Netzwerk geplanten Anwendungen ab. Ein weiterer ausschlaggebender Punkt ist der damit verbundene finanzielle Aufwand, denn die verschiedenen Topologien unterscheiden sich in den Anschaffungs- und Installationskosten teilweise erheblich voneinander.

Entscheidungshilfen zu diesem Thema erhalten Sie übrigens in Kapitel 5.

Generell unterscheidet man zwischen drei verschiedenen Netzwerktopologien, die jeweils ihre Vor- und auch Nachteile besitzen.

3.1 Die Bus-Topologie

Bei der Bus-Topologie werden alle am Netzwerk angeschlossenen Computer über ein einziges Kabel miteinander verbunden. Das Netzkabel wird wie ein Datenbus durch jeden Rechner durchgeschleift, daher auch die Bezeichnung Bus-Topologie.

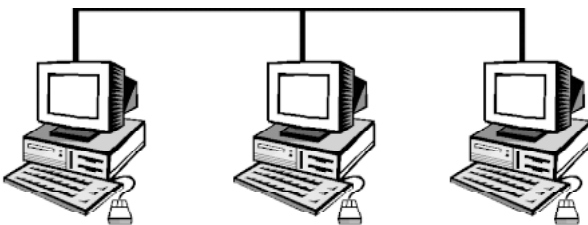


Bild 3.1: Die Bus-Topologie ist die technisch am einfachsten zu realisierende Netzwerkform.

Durch ihre Einfachheit erfordert die Bus-Topologie einen relativ geringen Verkabelungsaufwand, was sich natürlich bei den aufzuwendenden Kosten positiv bemerkbar macht. Ein weiterer Vorteil ist die leichte Erweiterbarkeit, weil hier ohne Unterbrechungen des Netzverkehrs Rechner zusätzlich angeschlossen, aber auch entfernt werden können.

Leider hat aber die Bus-Topologie auch einige entscheidende Nachteile. Im Gegensatz zu anderen Netzwerktopologien legt hier ein einfacher Kabeldefekt meist das gesamte Netzwerk lahm. Ein solcher Defekt, üblicherweise ein Kabelbruch, eine Quetschung oder ein schlecht sitzender Anschlussstecker, ist bei dieser Topologie leider oft nur recht schwierig aufzufinden und macht den Einsatz eines Kabeltesters nötig.

Die Übertragungsrate ist bei der Bus-Topologie, hier kommt BNC-Kabel, meist RG58, zum Einsatz, auf 10 Mbit/s beschränkt. Diese Übertragungsrate reicht jedoch für die meisten Büroanwendungen leicht aus.

Ein weiterer Nachteil liegt in der Art der Datenübertragung. In einer solchen Topologie wird das Standard-Ethernet-Protokoll eingesetzt. Alle angeschlossenen Rechner können gleichberechtigt und gleichzeitig Daten über ein einziges Kabel senden. Dabei kommt es zwangsläufig zur Kollision von Daten, wie in einer Gesprächsrunde, in der alle gleichzeitig reden und die eigentliche Nachricht den Empfänger nicht erreichen kann. Eine Wiederholung der Nachricht ist dann nötig, im Netzwerk die Wiederholung der Datensendung. Häufige Wiederholungen blockieren wiederum neue Datenübertragungen, das Netzwerk wird mehr belastet und damit natürlich auch langsamer. Da alle Rechner jedoch hintereinander an einer Leitung hängen, ist dies nicht vermeidbar. Je größer die Anzahl der PCs wird, die an dem Bus hängen, desto mehr kann sich dieses Problem, besonders bei großen Datenaufkommen bemerkbar machen. Für kleinere Netzwerke bedeutet dies jedoch in der Regel kein Problem, sofern keine datenintensiven Anwendungen wie Audio-, Video- oder Bildbearbeitung über das Netzwerk vorgenommen werden.

Die genannten Nachteile lassen sich durch eine sternförmige Netzwerktopologie mit HUB bzw. Switched-HUB umgehen. Etwas später in diesem Kapitel werden wir auf die Funktionsweisen von HUBs eingehen.

3.2 Die Ring-Topologie

Bei der Ring-Topologie sind alle angeschlossenen Rechner über einen Ring miteinander verbunden. Dies bringt den Vorteil einer relativ einfachen Verkabelung, – allerdings auch die schon von der Bus-Topologie her bekannten Nachteile.

Ist eines der Kabel zwischen den einzelnen Rechnern defekt, so fällt damit automatisch der Ring und somit das gesamte Netzwerk aus. Auch das Problem der Datenkollision tritt bei der Ring-Topologie auf.

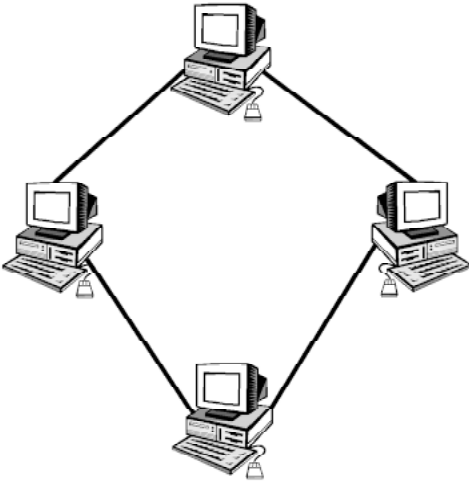


Bild 3.2: Genau wie die Bus-Topologie ist die Ring-Topologie sehr anfällig gegen Kabelfehler.

Reine Ring-Topologien sind deshalb fast überhaupt nicht mehr zu finden, stattdessen benutzt man ein von IBM entwickeltes Verkabelungssystem, das unter dem Namen Token-Ring bekannt ist. Hier dürfen angeschlossene Rechner ihre Daten nicht einfach »drauflos« ins Netz senden, sondern erhalten stattdessen eine Art Gutschein, im englischen »Token«. Dieser Token bewegt sich durch das Netz und kann von einem Rechner, der Daten senden will, angefordert werden. Für die Zeitspanne, in der dieser Rechner Daten sendet, haben alle anderen Stationen quasi Sprechverbot. Ist die Datenübertragung abgeschlossen, so wird der Token wieder frei und kann vom nächsten sendebereiten Rechner angefordert werden.

Auch die Problematik des Netzausfalles wurde im Token-Ring-Netz gelöst. Die Rechner sind nicht mehr direkt miteinander verbunden, sondern über einen sogenannten Ringleitungsverteiler. Diese Sicherheitsmaßnahmen erfordern jedoch einen sehr hohen Verkabelungsaufwand, sodass sich ein Token-Ring-Netzwerk lediglich in großen Unternehmen lohnt.

Die Ring-Topologie bietet für kleinere und mittlere Netzwerke keine Vorteile. Der Einsatz von Token-Ring ist für den Small-Business-Bereich auf Grund des hohen technischen Aufwands bei der Installation zu teuer.

3.3 Die Stern-Topologie

Die Stern-Topologie ist eine aufwendige, aber auch sehr leistungsfähige Topologie. Hier ist jeder Rechner, und auch der Server, über ein eigenes Kabel mit einem zentralen HUB verbunden.

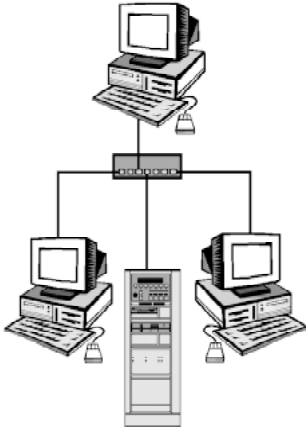


Bild 3.3: Die Stern-Topologie ist zwar aufwendig zu realisieren, bietet dafür aber sowohl eine hohe Leistung als auch eine bemerkenswerte Sicherheit gegenüber Störungen.

Der größte Vorteil der Stern-Topologie liegt darin, dass sie fast immun gegen Störungen durch Ausfälle einzelner Rechner oder Kabel ist. Lediglich der betreffende Rechner kann in diesem Fall nicht mehr mit dem Netz kommunizieren, das restliche Netzwerk wird jedoch von diesem Ausfall nicht belastet.

Ein weiterer Vorteil der Stern-Topologie liegt in der Leistungsfähigkeit durch die Einführung neuer, höherer Übertragungsraten. Neben den klassischen 10 Mbit/s können hier auch Datenraten mit 100 Mbit/s realisiert werden. Die Basis dafür liegt unter anderem in der Bauart der verwendeten Twisted-Pair-Kabel. Sie enthalten vier Kabelpaare, die für hohe Übertragungsraten gebündelt werden können und auch den gleichzeitigen Betrieb in beide Richtungen, also zeitgleiches Senden und Empfangen, ermöglichen.

Das Problem der Datenkollisionen taucht auch in einem Netz mit Stern-Topologie auf. Zum einen existiert nur eine Verbindung vom Server zum HUB, zum anderen sind alle Anschlüsse des HUB parallelgeschaltet. Die Lösung ist hier der Einsatz eines Switching-HUB. Er schaltet auf Anforderung eines Rechners exklusiv die Leitung dieses Rechners zum Server oder einen anderen Rechner frei. Der Rechner kann jetzt ausschließlich mit dem zentralen Server über den Switching-HUB kommunizieren. Bei soviel Intelligenz eines Switching-Hub steigen auch die Kosten für ein solches Gerät und liegen um ein Vielfaches höher als bei einem Standard-HUB.

Der Aufwand für die Verkabelung einer Stern-Topologie ist ungleich höher als bei der Bus-Topologie, da für jede Verbindung vom HUB zu einem Rechner ein eigenes Kabel verlegt werden muss. Dies führt zu deutlichen Mehrkosten bei der Installation.

Was ist ein HUB?

Ein HUB wird, wie Sie in Abbildung 3.3 sehen können, in der sternförmigen Netzwerktopologie eingesetzt. Vereinfacht ausgedrückt ist ein HUB nichts anderes als ein Verteiler. Er verteilt die vom Server kommende Netzwerkleitung auf mehrere Anschlüsse, an die wiederum die Verbindungsleitungen zu den Rechnern angeschlossen werden. Dabei kann jeweils nur einer der angeschlossenen Rechner Daten an einen anderen Rechner schicken, auch wenn der HUB über 8 oder 16 Anschlüsse verfügt.

Genügen die Anschlüsse an einem HUB nicht, um alle Rechner anschließen zu können, oder wächst der Bedarf an Anschlüssen durch neue Arbeitsplätze, wird ein weiterer HUB an den ersten HUB angeschlossen, die HUBs werden kaskadiert. Auf diese Weise ist es möglich, HUBs auch dezentral auf Abteilungsebene einzusetzen. Abteilungen in einem Unternehmen sind meist räumlich getrennt. Entsprechend dieser Aufteilung erhält eine Abteilung einen eigenen HUB und die Leitungslängen vom HUB zu den Arbeitsplätzen der Abteilung reduziert sich. Für jede Ethernet-Variante gibt es eigene HUBs in verschiedenen Ausführungen, vom sehr preisgünstigen und einfachen kleinen Arbeitsgruppen-HUB mit 4 Anschlüssen für unter 300 DM, bis zum teuren 100-Mbit/s-Switching-HUB.

Zudem unterscheiden sich HUBs in ihrer technischen Ausstattung. Leuchtdioden für jedes angeschlossene Kabel signalisieren, ob überhaupt eine Verbindung zwischen dem Anschluss des HUB und der jeweiligen Workstation existiert. Eine weitere Leuchtdiode zeigt den Traffic, also den Datenverkehr, für diese Verbindung an. Eine erste Kontrolle und Diagnose ist in einem Störfall so sehr schnell und leicht durchführbar.

Bei sehr günstigen Geräten wird auf solche nützlichen Ausstattungsmerkmale leider meist verzichtet.



Bild 3.4: Dem HUB kommt im Stern-Netzwerk die wichtige Rolle eines Datenverteilers zu.

3.4 Zugriffsverfahren im Netzwerk

Eines der wichtigsten Dinge für die Art der Datenkommunikation im Netzwerk ist das sogenannte Zugriffsverfahren. Es wird benötigt, um festzulegen, wann welche der angeschlossenen Workstations auf das Netzwirkabel zugreifen und Daten senden darf. Die zwei wichtigsten Zugriffsverfahren wollen wir uns im folgenden ein wenig näher ansehen.

Das Kollisionsverfahren CSMA/CD

Hinter der etwas kryptischen Bezeichnung CSMA/CD versteckt sich die englische Abkürzung für Carrier Sense Multiple Access / Collision Detect. Was sich hier so kompliziert anhört, ist im Grunde relativ einfach. Da beim Kollisionsverfahren grundsätzlich alle angeschlossenen Workstations zum gleichzeitigen Senden berechtigt sind, führt dies, wie der Name schon ahnen lässt, unweigerlich zu Datenkollisionen. Diese Kollisionen werden nun aber nicht etwa verhindert, sondern einfach in den Datenaustausch mit eingebunden.

Dies funktioniert, weil jede Workstation vor dem Senden von Daten überprüft, ob die Leitung frei ist. Ist dies der Fall, beginnt die Netzwerkkarte sofort die Daten zu senden.

Nun ist es sehr wahrscheinlich, dass im selben Augenblick auch andere Stationen zu senden beginnen, sodass sich verschiedene Datenpakete in der Leitung treffen und es zur Datenkollision kommt. Jede Station überprüft daher im Anschluss an das Versenden der Daten, ob die Sendung komplett und einwandfrei beim Empfänger angekommen ist oder durch eine Kollision zerstört wurde. Ist dies der Fall, beginnt die Station die gleiche Nachricht noch einmal zu senden. Auch danach wird wiederum kontrolliert, ob die Nachricht den Empfänger erreicht hat.

Dieser Vorgang wird so oft wiederholt, bis die Workstation die Meldung über einen kollisionsfreien Versand erhalten hat.

Das Kollisionsverfahren eignet sich gut für den Einsatz in kleineren bis mittelgroßen Netzwerken. In großen Netzen dagegen, wo es zwangsläufig zu einer hohen Zahl von Kollisionen kommt, wirkt sich dieses Verfahren jedoch negativ aus, denn die ständigen Senderversuche, Kontrollen und Wiederholungen drücken die gesamte Performance in einem Netzwerk.

Deterministische Verfahren

Im Gegensatz zum Kollisionsverfahren wird bei deterministischen Verfahren genau festgelegt, welche Station wann senden darf. Dazu wird das aus der Token-Ring-Topologie her bekannte *Token* von einer Station zur nächsten weitergereicht. Unterschieden wird dabei zwischen einem *Erlaubt-Token* und einem *Verboten-Token*.

3.5 Die verschiedenen Arten des Ethernet

Der Begriff *Ethernet* steht für das heute am weitesten verbreitete Netzwerkssystem. Ursprünglich eine Entwicklung mehrerer führender Computerhersteller, wurde dieses System im Laufe der Jahre immer weiter entwickelt, sodass heute vier Varianten des Ethernet existieren, die sich in ihrer Leistungsfähigkeit und den dafür aufzuwendenden Kosten voneinander unterscheiden. Allen Ethernetformen ist jedoch gleich, dass sie das Zugriffsverfahren CSMA/CD verwenden.

Bezeichnung	Vorteil	Nachteil
Thick-Ethernet (10Base-5)	Robustes Kabel, lange Kabelsegmente, hohe Sicherheit gegen Störungen von außen	Das starre Kabel lässt sich weniger gut verlegen, hoher Kostenaufwand durch zusätzlich benötigte Transceiver
Thin-Ethernet oder Cheapernet (10Base-2)	Das dünnere Kabel lässt sich leichter verlegen und ist relativ billig	Anfällig für Störungen von außen, kürzere Kabelsegmente
Twisted-Pair-Ethernet (10Base-T)	Äußerst günstige Kabel, leichte Erweiterbarkeit, hohe Ausfallsicherheit	Störanfällige Kabel, deshalb nur über kurze Strecken nutzbar, Zusatzkosten durch HUB
Fast-Ethernet (100Base-T)	Hohe Datenübertragungsraten	Relativ komplizierter Aufbau mit vielen Möglichkeiten, jedoch auch Einschränkungen

Tabelle 3.1: Die vier Hauptformen des Ethernet mit ihren Vor- und Nachteilen.

3.6 Thick-Ethernet/10Base-5

Das Thick-Ethernet stellt den Ursprung des Ethernet überhaupt dar, wird nach der Bus-Topologie aufgebaut und hat seinen Namen von dem rund 1 cm dicken, gelben Koaxialkabel das hierbei verwendet wird. Der größte Vorteil dieses Kabels ist sicherlich seine durch die gute Abschirmung erreichte unübertroffene Sicherheit gegen Störeinflüsse von außen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass ein Kabelstrang bis zu 500 Metern lang sein darf.

Damit ist die Liste der Vorteile dieser Ethernet-Variante allerdings auch schon zu Ende.

Bei Thick-Ethernet können Workstations leider nicht direkt an das Kabel angeschlossen werden, sondern verlangen nach einem sogenannten Transceiver, der wiederum über ein eigenes Transceiver-Kabel mit der Netzwerkkarte der Workstation verbunden wird. Das Transceiver-Kabel darf dabei eine Länge von 50 Metern nicht überschreiten und der Abstand zwischen zwei Transceivern muss mindestens 2,5 Meter betragen. Dass diese techni-

schen Vorgaben besonders in weniger weitläufigen Büroräumen sehr einschränkend sein können, liegt auf der Hand. Transceiver und Transceiver-Kabel verursachen zusätzliche Kosten und zudem ist die Verlegung des dicken Koaxialkabels nicht gerade einfach durchzuführen. Dies sind einige der Gründe, weshalb das Thick-Ethernet immer mehr »aus der Mode« kommt. Im Small-Business-Bereich ergeben sich aus dem Einsatz von Thick Ethernet/10Base-5 keine Vorteile.

3.7 Thin-Ethernet/10Base-2

Ebenso wie das Thick-Ethernet wird auch das Thin-Ethernet nach der Bus-Topologie aufgebaut, beim Thin-Ethernet wird jedoch ein im Vergleich zum Thick-Ethernet nur etwa halb so dickes Koaxialkabel mit der Bezeichnung RG58 benutzt. Dieses dünnere Kabel ist dabei nicht nur wesentlich preisgünstiger, es lässt sich zudem auch sehr viel einfacher verlegen. Allerdings geht diese Flexibilität auf Kosten der Störsicherheit durch äußere Einflüsse, weil dem Thin-Ethernet-Kabel eine starke Abschirmung fehlt. Zudem ist die mögliche Kabellänge im Vergleich zum Thick-Ethernet mit nur 185 Metern sehr viel geringer, dürfte aber für viele Installationen im Small-Business-Bereich völlig ausreichend sein.

Auf der Seite der Vorteile kann Thin-Ethernet für sich verbuchen, dass keine externen Transceiver wie im Thick-Ethernet benötigt werden, denn der Transceiver ist bereits in die Elektronik der Netzwerkkarte integriert.

Zwar entfällt dadurch leider nicht die Vorschrift eines gewissen Mindestabstandes zwischen zwei Workstations. Er beträgt beim Thin-Ethernet jedoch lediglich 0,5 Meter, sodass in der Realität Arbeitsstationen dicht nebeneinander installiert werden können. Entsprechend der Bus-Topologie muss das Thin-Ethernet an den beiden Enden mit je einem 50-Ohm-Endwiderstand abgeschlossen werden. Je Kabelsegment können bis zu 30 Geräte, d.h. Rechner, Server, CD-Server und Drucker angeschlossen werden.

3.8 Twisted-Pair-Ethernet/10Base-T

Aus verschiedenen Gründen wird das Twisted-Pair-Ethernet immer populärer. An erster Stelle liegt dies sicherlich an seinem äußerst preiswerten Übertragungsmedium, einem ungeschirmten Telefonkabel. Neben dem geringen Preis ist es leicht und unkompliziert zu verlegen, hat allerdings den Nachteil höherer Störanfälligkeit und sollte deshalb auch nur für kürzere Distanzen eingesetzt werden.

Das Twisted-Pair-Ethernet wird, anders als das Thick- oder Thin-Ethernet, nicht nach der Bus-, sondern nach der Stern-Topologie aufgebaut. Die Stern-Topologie erfordert allerdings auch einen Verteiler, den HUB. An ihn können, je nach Ausführung in der Regel zwischen vier und sechzehn Geräte angeschlossen werden. Wenn die Stern-Topologie einerseits auch einen etwas höheren Verkabelungsaufwand erfordert, so bietet sie auf der

anderen Seite doch den unschätzbaren Vorteil außerordentlich hoher Ausfallsicherheit. Der Ausfall einer oder mehrerer Workstations beeinflusst das restliche Netzwerk nicht und führt nicht, wie etwa bei der Bus-Topologie, zu einem Ausfall des gesamten Netzwerkes. Fällt allerdings der HUB selbst aus, dann sind alle angeschlossenen Workstations davon betroffen.

Ein weiterer Vorteil ist die relativ leichte Erweiterbarkeit des Netzwerkes, denn mit dem Zusammenstecken mehrerer HUBs, bis zu vier von ihnen können hintereinander geschaltet werden, lassen sich so fast beliebig viele zusätzliche Workstations anschließen. Die Kabellänge zwischen dem HUB und einer Workstation darf 100 Meter nicht überschreiten, wenn ein ungeschirmtes Kabel, die Bezeichnung lautet UTP für Unshielded-Twisted-Pair, verwendet wird.

3.9 Fast-Ethernet/100Base-T

Fast-Ethernet ist der leistungsfähigste Vertreter der Ethernetfamilie und ermöglicht hohe Datenübertragungsraten, wobei theoretisch Übertragungsraten von 5 Mbyte/s möglich sind.

Fast-Ethernet und Twisted-Pair-Ethernet sind relativ nah miteinander verwandt, einige Unterschiede gibt es jedoch zwischen diesen beiden Varianten. Während sich beispielsweise im Twisted-Pair-Ethernet bis zu vier HUBs zwischen einzelnen Workstations befinden dürfen, sind es beim Fast-Ethernet lediglich zwei. Die Kabellänge darf auch hier 100 Meter nicht überschreiten.

Da Fast-Ethernet/100Base-T mit kürzeren Übertragungstakten und damit höheren Übertragungsfrequenzen arbeitet, spielt die Kabelqualität hier eine wichtige Rolle. Für die Verkabelung dürfen nur abgeschirmte Kabel der Kategorie 5, die offizielle Bezeichnung lautet Cat5, verwendet werden. Auch alle anderen Komponenten der Verkabelung, wie Stecker, Anschlussdosen und Patchpanel müssen den Anforderungen von CAT 5 entsprechen und ausreichend abgeschirmt sein.

3.10 Switched-Ethernet

Von einem Switched-Ethernet spricht man dann, wenn in einem Twisted-Pair- oder einem Fast-Ethernet-Netzwerk ein sogenannter Switching-HUB eingesetzt wird. Ein Switching-HUB ist in der Lage, eine kurzzeitige, in diesem Augenblick jedoch exklusive Verbindung zu der Workstation aufzubauen, an die ein Datenpaket gesendet werden soll. Dadurch werden Datenkollisionen, die die gesamte Netzwerkleistung herunterdrücken können, vermieden.

Switched-Ethernet in einer Firma einzusetzen ist auf Grund der teuren Switching-HUBs nur dann zu empfehlen, wenn wirklich große Datenmengen, wie zum Beispiel Audio- oder Videodaten, im Netz übertragen werden müssen. Für Standard-Büroanwendungen, aber auch bei großen Datenbankanwendungen ist ein 100-Mbit/s-Netzwerk mit normalen HUBs in der Regel völlig ausreichend und sehr viel günstiger zu realisieren. Steigen die Anforderungen an das Netzwerk, kann ein normaler HUB gegen einen Switching-HUB ausgetauscht werden.

3.11 100VG-AnyLAN

100VG-AnyLAN ist, obwohl besonders in Deutschland und Japan relativ viele Installationen existieren und es einen großen Marktanteil einnimmt, eine auslaufende Variante auf dem Markt der 100-Mbit-Netzwerkssysteme. Ebenso wie Twisted-Pair-Ethernet und Fast-Ethernet wird 100VG-AnyLAN in sternförmiger Topologie aufgebaut, und es gelten dieselben Vorschriften für maximale Kabellängen. Damit ist die Ähnlichkeit zu den beiden anderen Ethernetformen allerdings auch schon zu Ende, denn 100VG-AnyLAN benutzt nicht mehr das ethernet-eigene Kollisionsprotokoll CSMA/CD, sondern ein Protokoll namens DPP oder Demand Priority Protocol.

Das DPP-Protokoll fällt in die Gruppe der deterministischen Übertragungsverfahren und arbeitet nach folgendem Schema:

Wenn eine Workstation ein Datenpaket versenden will, sendet sie zuerst eine Anfrage an den HUB. Diese Anfrage kann nun entweder eine Normal Priority Request oder eine High Priority Request sein, die vom HUB ausgewertet wird. Handelt es sich um eine Anfrage mit normaler Priorität, so wird sie vom HUB ausgewertet und an den HUB weitergeleitet, an dem die Empfänger-Workstation angeschlossen ist. Während dieses Sendevorganges werden alle anderen Ausgänge für den Datenversand gesperrt und müssen warten.

Sendet die Workstation jedoch eine Anfrage mit hoher Priorität aus, wird diese vom HUB sofort an den Empfänger weitergeleitet, während alle anderen Ausgänge für die Dauer der Datenübertragung gesperrt bleiben.

Etwas komplizierter wird es, wenn mehrere Workstations zu gleicher Zeit Daten senden wollen. In diesem Falle unterteilt der HUB in zwei Entscheidungsstufen. Zuerst werden die Daten mit hoher Priorität bearbeitet, wobei der HUB nach Anschlussreihenfolge der Workstations entscheidet, danach die Daten mit niedriger Priorität. Damit werden auch in der Praxis sehr hohe Übertragungsleistungen nahe den theoretischen 100 Mbit/s erreicht.

100VG-AnyLAN Produkte wurden bisher hauptsächlich von Hewlett-Packard entwickelt und vertrieben. Obwohl auch eine Anzahl anderer Hersteller mit auf den Zug aufgesprungen ist, die ebenfalls Produkte anbieten, konnte sich 100VG-AnyLAN trotz der hohen Leistung auf breiter Front nicht durchsetzen.