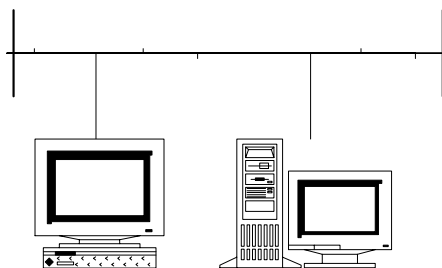
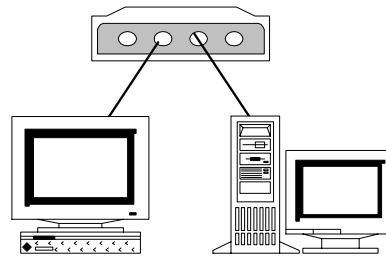


# Ethernet Applikation Guide

Derzeit sind drei Arten von Ethernet gängig, jede mit Ihren eigenen Regeln. Standard Ethernet mit einer Geschwindigkeit von 10 Mbit/s, Fast Ethernet mit Datenraten bis zu 100 Mbit/s und schliesslich Gigabit Ethernet mit einer Geschwindigkeit bis zu 1.000 Mbit/s (=1 Gigabit/s). Zudem gibt es abhängig vom verwendeten Kabelmedium unterschiedliche Topologien. Netzwerke auf der Basis von Koaxialkabel sind häufig noch in einer Bustopologie aufgebaut. Aktive Komponenten werden mit Ausnahme der Netzwerkkarten nicht benötigt. Mittels Twisted Pair oder Glasfaser verbundene Netzwerken sind in einer Sterntopologie aufgebaut. Sie benötigen aktive Komponenten wie Hubs und Switches.



Bus Topologie



Stern Topologie

## Ethernet Topologien

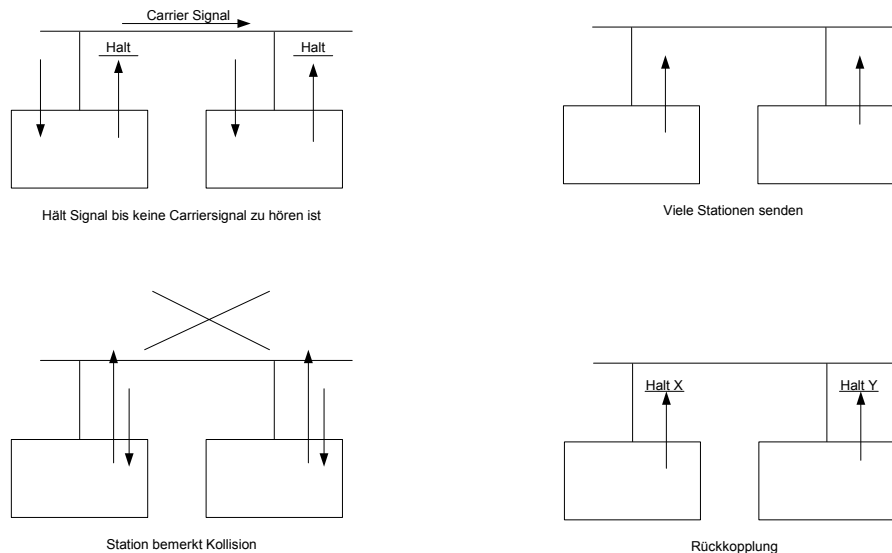
Heutzutage werden Netzwerke fast immer in einer Sterntopologie aufgebaut, denn sie gilt als zuverlässig, kompatibel und verwaltbar, zudem ist die Fehlersuche schnell und einfach. Ein weiterer Vorteil liegt in der Nutzungsmöglichkeit für andere Dienste wie z.B. dem Telefon.

Alle Netzwerkkarten arbeiten mit dem MAC Protokoll (Media Access Control) auch CMA/CD (Carrier Sensed Multiple Access with Collision Detection) genannt. Dabei bestimmen drei einfache Regeln den CSMA/CD Zugriff:

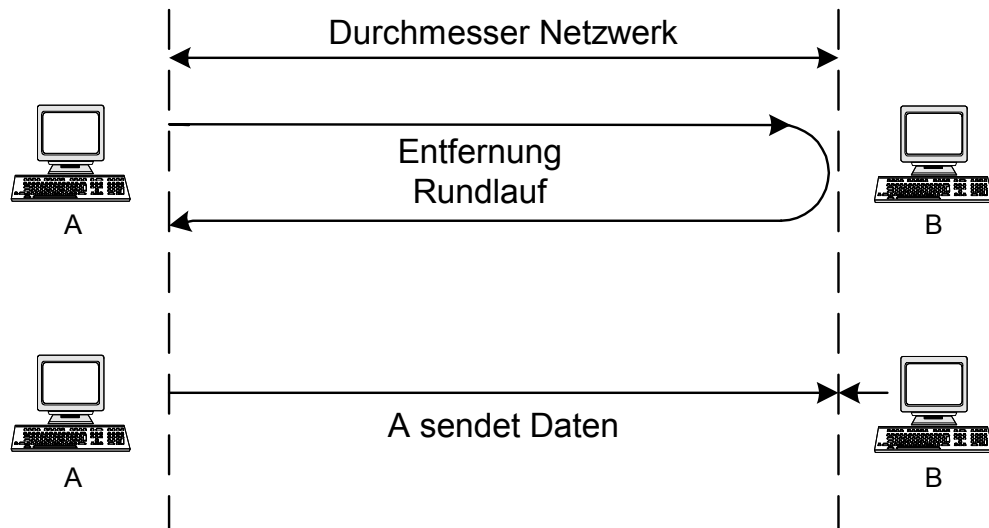
1. Workstations müssen auf ein Signal warten, bevor sie Daten übertragen.
2. Signale werden in alle Richtungen des Mediums ausgestrahlt.

3. Kollidierte Signale müssen nach einem bestimmten Prinzip wieder hergestellt werden.

Die folgende Grafik stellt das Prinzip des CSMA/CD Mechanismus dar:



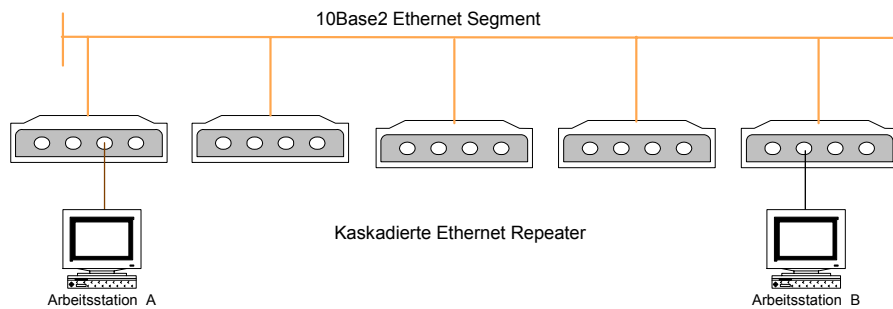
Jeder Knoten im Netzwerk teilt dasselbe physikalische Medium und nur ein Knoten kann Daten zum gleichen Zeitpunkt übertragen. Die Datenpakete werden an jeden Knoten im Netzwerk übermittelt. Alle Knoten entschlüsseln die Empfangsadresse im Datenpaket und vergleichen sie. Entspricht die Adresse der eigenen wird das Datenpaket akzeptiert, bei fehlender Übereinstimmung wird das Paket verworfen. Stationen, die Daten senden möchten, müssen hören ob im Netzwerk Daten gesendet werden. Sobald die Leitung frei ist, können Sie Ihre Übertragung starten. Während Sie die Daten senden, überwachen Sie welche Daten im Netzwerk sind und vergleichen sie mit dem gesendeten Datenpaket. Das ist nötig, weil häufig mehrere Stationen zur gleichen Zeit Daten abschicken. In diesem Fall verstümmeln die Daten und sind nutzlos. Man nennt diesen Vorgang auch Kollision. Überwachende Stationen bemerken eine Kollision und stoppen die Übertragung. Sie warten eine bestimmte Zeit und versuchen es dann erneut. Der Fähigkeit Kollisionen zu überwachen, wird durch die Grösse des Netzwerks begrenzt. Die Knoten mit der grössten Entfernung müssen immer noch nah genug zueinander liegen, um mögliche Kollisionen rechtzeitig zu erkennen.



Wenn Station B beginnt Daten zu senden, bevor sie die von Station A gesendeten Pakete erhält, hat A noch Zeit die Kollision zu bemerken bevor der letzte Teil des Paketrahmens gesendet wurde. Die Distanz für ein durch das gesamte Netzwerk gesendetes Datenpaket muss demzufolge kürzer sein, als das erste Bit des kürzesten legalen Datenrahmens. Die Ausmasse des Netzwerkes werden also durch den Takt und die Geschwindigkeit der Datenpakete und den kürzesten Datenrahmen bestimmt. Das entspricht bei Standard Ethernet 5120m, Fast Ethernet 512m und Gigabit Ethernet 51,2 Meter. Diese Daten sind theoretische Richtwerte, denn in der Praxis führen Netzwerkadapter, Repeater, Hubs und andere Einrichtungen zu weiteren Verzögerungen.

### Standard Ethernet

Ein Ethernet kann man anhand von komplizierten mathematischen Berechnungen aufbauen oder nach der einfachen 5-4-3 Regel des IEEE802.3 Komitees. Diese beschreibt die folgenden Begrenzungen: Zwischen zwei beliebigen Knoten im Netzwerk, darf es nicht mehr als 5 Kabelsegmente und maximal 4 Repeater geben, dabei dürfen nur 3 von den fünf Kabelsegmenten mit Knoten besetzt werden. Vielfach gibt es dabei das Missverständnis, dass insgesamt nur vier Repeater im Netzwerk eingesetzt werden dürfen. Dass ist nicht richtig. Gezählt wird die Anzahl der Segmente und Repeater zwischen 2 Knoten, die Anzahl der Repeater und Segmente im gesamten Netzwerk kann weit darüber liegen. Und es werden nur die Repeater gezählt, die tatsächlich Signale weiterleiten. In der nachfolgenden Abbildung sehen Sie 5 Repeater, aber nur 2 von ihnen übertragen Daten zwischen Station A und Station B.

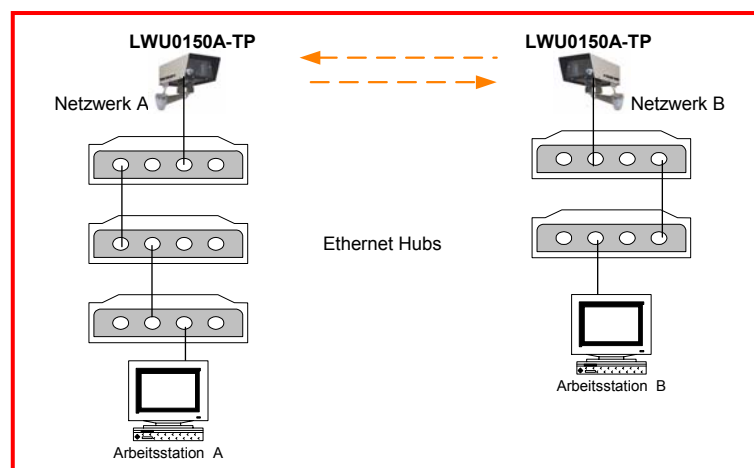


Die maximale Länge eines Kabelsegmentes ist durch den Standard gegeben. Vier Kabelarten können für den Aufbau eines Ethernet verwendet werden.

Kabelmedium	Standard	Max. Segmentlänge	Max. Knoten
50Ω Thicknet Koaxial Kabel	10Base5	500 Meter	100
50Ω Thinnet Koaxial Kabel	10Base2	185 Meter	30
100 Ω UTP Kabel	10BaseT	100 Meter	2
62,5/125µ m opt. Glasfaser	10BaseFL	2000 Meter	2

Für einen FSO-Link orientieren Sie sich an den Vorgaben für optische Kabel-Segmente. Es wichtig diese Regeln auch bei der Einrichtungen von FSO-Links zu berücksichtigen, denn die Anzahl der Segmente und Repeater addiert sich durch die Verbindung auf. Die folgende Abbildung zeigt wie es nicht gemacht werden sollte:

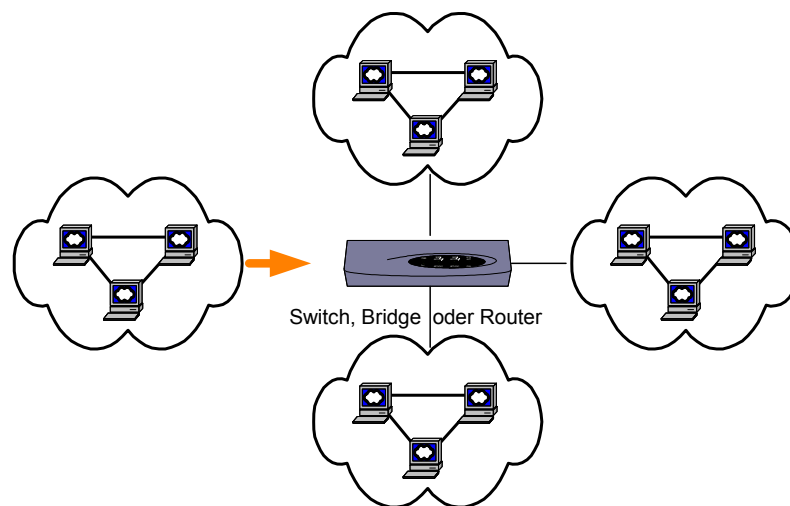
**FALSCH!**



Netzwerk A und Netzwerk B entsprechen als getrennte Netzwerke der 5-4-3 Regel. Verbindet man die beiden separaten Netzwerke über einen Laserlink mit einem grossen Netzwerk, übersteigt die Anzahl der Repeater zwischen Station A und B die erlaubte Zahl 4.

Wie kann man aber dann grosse Netzwerke verbinden?

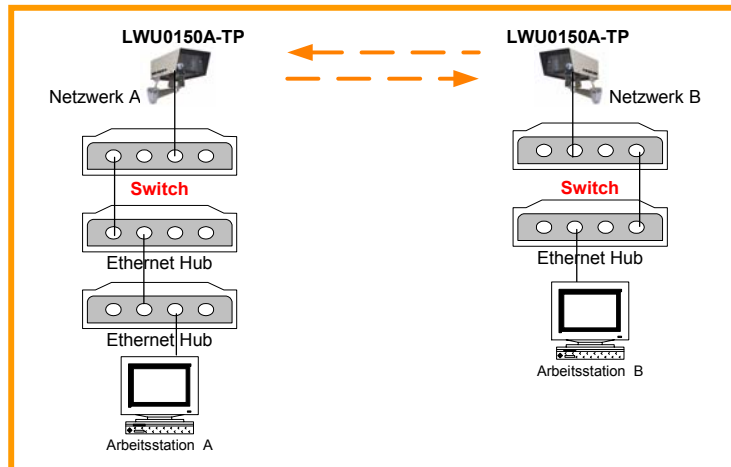
Die Lösung ist einfach, indem man Layer 2 oder 3 Switches einsetzt. Wir sprechen dabei über Bridges, Switches und Router. Obwohl diese Geräte unterschiedliche Aufgaben haben, ist allen gemein, dass sie ein einzelnes Netzwerk in eine der Anzahl Ihrer Ports entsprechende Menge an Kollisionsdomänen aufteilen. Eine Kollisionsdomäne ist eine Gruppe von Knoten in einem Netzwerk zwischen denen Kollisionen auftreten können. Geräte des Layer 1 (physikalische Schicht) wie Netzwerkadapter, Repeater oder Hubs sitzen innerhalb einer Kollisionsdomäne, während Layer 2 und Layer 3 Geräte Kollisionsdomänen verbinden oder aufteilen. Die Zahl der Repeater beginnt erst am Port diese Geräte zu zählen.



Getrennte Kollisions-Domänen mit Layer 2 oder Layer 3 Geräten

Wir gehen hier nicht näher auf die Unterschiede zwischen Bridges, Switches und Routern ein. Für diesbezügliche Informationen wenden Sie sich einfach jederzeit an den FREE TECH SUPPORT von BLACK BOX. Dort hilft man Ihnen gerne mit weiteren Erklärungen oder der Zusendung entsprechenden Informationsmaterials.

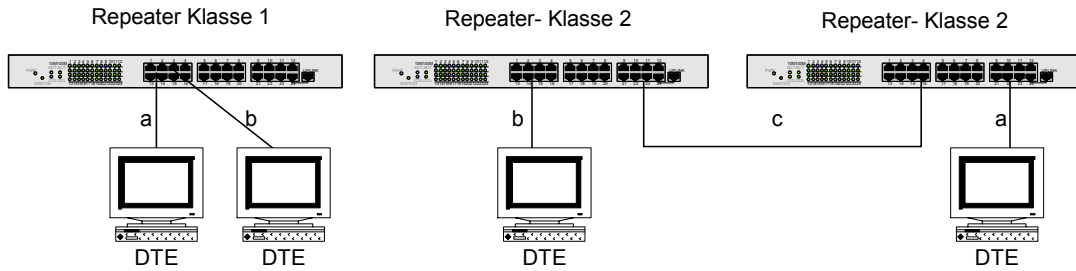
Hier beschränken wir uns auf die Empfehlung Layer 2 oder Layer 3 Switches/Router einzusetzen, wenn Sie Netzwerke über einen FSO-Link verbinden möchten. Ein Beispiel für eine übliche Netzwerk-Migration über einen FSO-Link zeigt die folgende Zeichnung:



Switches im Gegensatz zum Hub unterstützen einen voll duplex Betrieb. Das ist ein grosser Vorteil, denn anstelle eines geteilten Netzwerkes können dedizierte Punkt-zu-Punkt Verbindungen zwischen den Switchports konfiguriert werden. Dabei erhält jeder mit einem Switchport verbundene Knoten separate Sende- und Empfangsleitungen mit denen Daten zur gleichen Zeit gesendet und empfangen werden. Man erhält die doppelte Bandbreite und erreicht grössere Entfernungen, da es auf getrennten Leitungen keine Kollisionen gibt.

## Fast Ethernet

Beim Fast Ethernet sind die Regeln für die maximale Entfernung und Geräteanzahl aufgrund der höheren Geschwindigkeiten strenger. Generell dürfen immer nur 2 Kabelsegmente und 1 Repeater der Klasse eins oder 3 Kabelsegmente und 2 Repeater der Klasse zwei in einem Fast Ethernet eingesetzt werden.

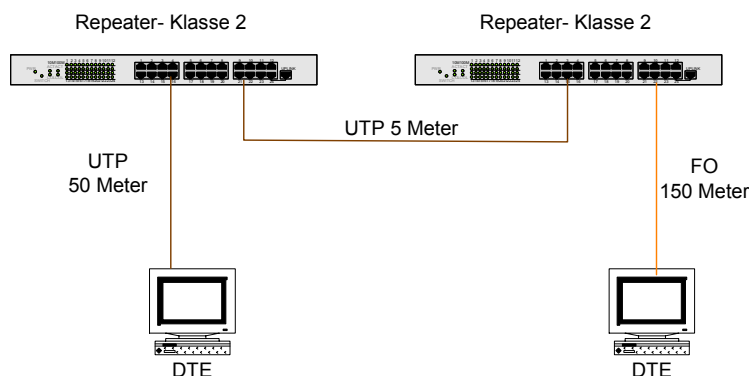


Fast Ethernet Netzwerkbegrenzungen

Die Länge der Kabelsegmente hängt von der Laufzeit der verwendeten Komponenten ab. Nachfolgend finden Sie die Laufzeiten der gängigsten Arten.

Komponente (max. Entfernung)	Maximale Laufzeit in Bit
2 DTEs (FY/TX)	100
Cat3 UTP-Segment (100m)	114
Cat4 UTP-Segment (100m)	114
Cat5 UTP Segment (100m)	111,2
STP Segment (100m)	111,2
FO Segment (412m)	412
Klasse 1 Repeater	140
Klasse 2 Repeater	92

Anhand der Laufzeiten man die Netzwerkkonfiguration einfach überprüfen. (siehe nachfolgendes Rechenbeispiel).



Die Applikation besteht aus 2 DTE, 2 Repeatern der Klasse 2 , insgesamt 55 Meter UTP Cat5 Kabel und 150 Meter Fiberoptikkabel. Die Laufzeiten dieser Komponenten betragen nach obiger Tabelle: 2 x DTE: =  $100/2 \cdot 2$ , 2 Repeater =  $2 \cdot 92$ , 55m UTP =  $111,2/100 \cdot 55$  und 150m FO =  $412/412 \cdot 150$ .

Daraus ergibt sich die folgende Laufzeitrechnung:  $100 + 184 + 61,16 + 150 = \underline{495,16}$

*Diese Begrenzungen gelten auch für FSO-Links. Häufig müssen an beiden Enden Geräte im Vollduplex Betrieb eingesetzt werden, um die Entfernungsbegrenzung der Kollisions-Domäne zu überwinden. Ein Beispiel finden Sie in nachfolgender Zeichnung, in der ein Standard Ethernet und ein Fast Ethernet über einen FSO-Link verbunden sind. Switches sorgen für eine Vollduplex Fast Ethernet Geschwindigkeit über eine Entfernung von 1.200 Meter zwischen den Netzwerken.*

