

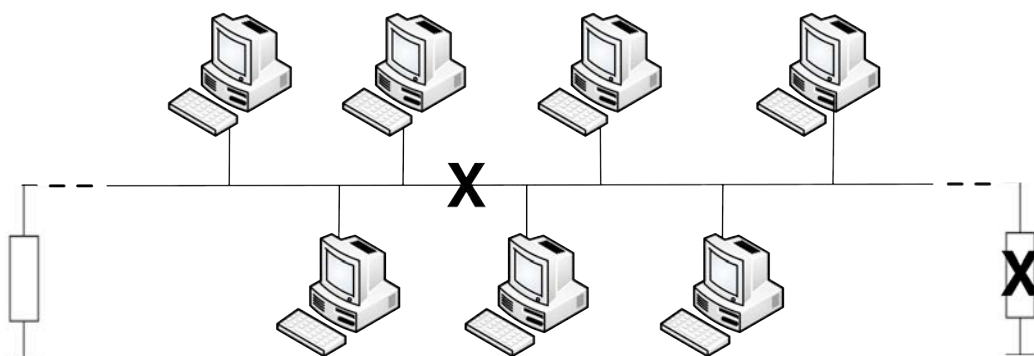
Netzwerktopologien

1. Einleitung

Die Topologie eines Netzwerks bestimmt, wie die einzelnen Systeme in einem Netzwerk miteinander verbunden sind. Bei der Wahl der Netzwerktopologie müssen genau wie bei der Ausdehnung die grundlegenden Anforderungen an das Netzwerk beachtet werden. Muss das Netzwerk besonders ausfallsicher sein? Können / dürfen nur möglichst wenig Kabel zum Bau des Netzwerks verwendet werden? Ausserdem muss bei einer Topologie beachtet werden, wo sich dessen **SPOF** (Single Point of Failure) befindet. Der SPOF in einem Netzwerk beschreibt die Stelle, wo ein Defekt (z. B. der Unterbruch eines Kabels) das ganze Netzwerk lahmlegen würde. Darum sollte man sich dieser Stelle bewusst sein sowie die wichtigsten Vor- und Nachteile einer Topologie kennen. Nachfolgend werden einige Topologien vorgestellt.

2. Bustopologie

An beiden Enden der Übertragungsleitung (des Busses) werden sog. Endwiderstände angeschlossen. Dieser Vorgang wird «Terminieren des Busses» genannt. An diesen Endwiderständen werden die ankommenden elektrischen Signale kontrolliert abgeleitet. Beim Fehlen oder Defekt eines Terminators werden die Signale am Kabelende in die Gegenrichtung reflektiert. Dies hat zur Folge, dass auf der gesamten Leitung, sprich Bus, keinerlei Übertragung mehr möglich ist.



X = SPOF

Abbildung 1: Bustopologie

Vorteile	Nachteile
<p>Beim Ausfall einer Arbeitsstation bleibt die Kommunikation zwischen den anderen Arbeitsstationen aufrechterhalten, solange die Arbeitsstation keine Störsignale sendet.</p> <p>Für den Bau einer Bustopologie wird im Gegensatz zu den anderen Topologien relativ wenig Kabel benötigt, was sich positiv auf die Installationskosten auswirkt.</p> <p>Die Stelle eines Busunterbruchs lässt sich mit dem richtigen Messgerät relativ einfach lokalisieren.</p>	<p>Schlechte Ausnützung der Übertragungskapazität, da zu jedem Zeitpunkt immer nur eine Übertragung (Nachricht) über den Bus transportiert werden darf.</p> <p>Der SPOF wirkt sich auf das gesamte Netzwerksegment (Bus) aus.</p> <p>Das Abhören von Nachrichten auf der Leitung, dem Bus, ist sehr einfach, da jedes Signal (Nachricht) immer über den gesamten Bus gesendet wird und jede Station an dieser (gemeinsamen) Leitung angeschlossen ist.</p>

3. Sterntopologie

Die Sterntopologie (engl. Star Topology) ist heutzutage die häufigste Art, Rechnersysteme miteinander zu vernetzen. Der zentrale Punkt innerhalb einer Sterntopologie ist der Hub (dt. Zentralknoten). Die Bezeichnung Hub wird heutzutage kaum mehr verwendet, da dieser Ausdruck oft mit der Bezeichnung der Netzwerkkomponente Hub verwechselt wird. Hubs als zentrale Netzwerkkomponenten wurden schon vor Jahren vollständig durch Switches abgelöst. Ein Switch ist somit der physikalische zentrale Knoten (Hub) in einer Sterntopologie. Zwischen jeder Arbeitsstation und dem Netzwerkschicht besteht eine sog. «Punkt zu Punkt»-Verbindung (PtP). Das bedeutet, dass die Datenübertragung einer Arbeitsstation keine Auswirkung auf die anderen Arbeitsstationen (Netzwerkteilnehmer) hat.

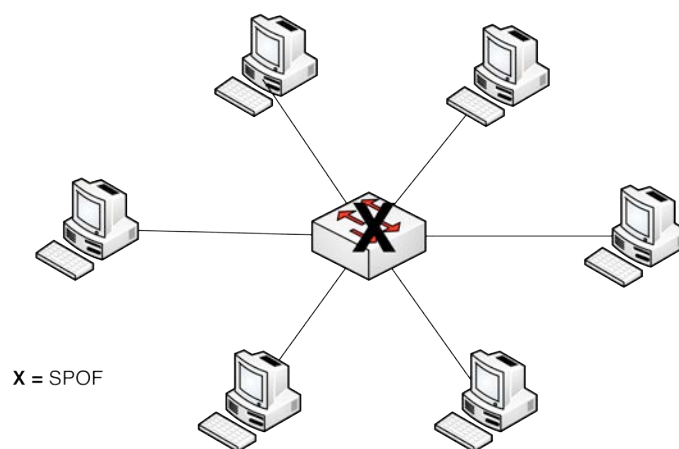


Abbildung 2: Sterntopologie

Vorteile	Nachteile
<p>Eine Arbeitsstation, die Störungen im Netz verursacht, kann vom Netz «getrennt» werden.</p> <p>Gute Ausnützung der Übertragungskapazität, da gleichzeitig mehrere Stationen Nachrichten über das Netz übertragen können.</p> <p>Das Abhören einer Leitung stellt kein grösseres Problem dar, da auf jeder Leitung jeweils «nur» die eigenen Nachrichten übertragen werden. Nachrichten anderer Arbeitsstationen (Nutzdaten) werden nicht an alle Arbeitsstationen übertragen.</p>	<p>Der SPOF wirkt sich auf das gesamte Netzwerksegment (Stern) aus.</p> <p>Für den Bau einer Sterntopologie wird im Vergleich zur Bustopologie deutlich mehr Kabel benötigt.</p>

4. Ringtopologie

Ähnlich wie die Bustopologie kommt die («reine») Ringtopologie heute bei der Vernetzung von Arbeitsstationen (PCs) nicht mehr zum Einsatz.

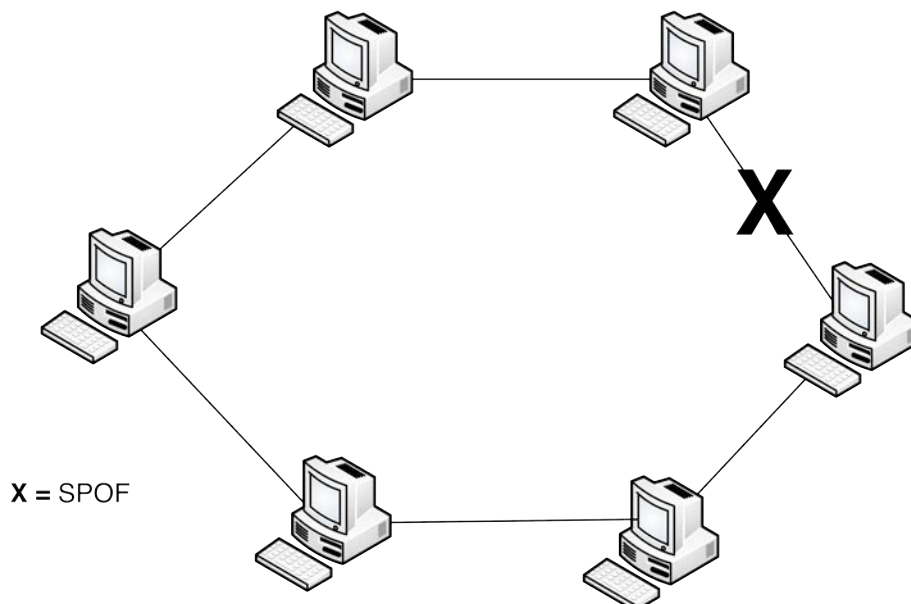


Abbildung 3: Ringtopologie

Beim Verbinden (Zusammenkoppeln) mehrerer Netzwerke hingegen ist die Ringstruktur immer noch die 1. Wahl. Solche spezielle Verbindungen nennt man auch „Backbone“ (Englisch für: Rückgrat, Wirbelsäule, Hauptstrang).

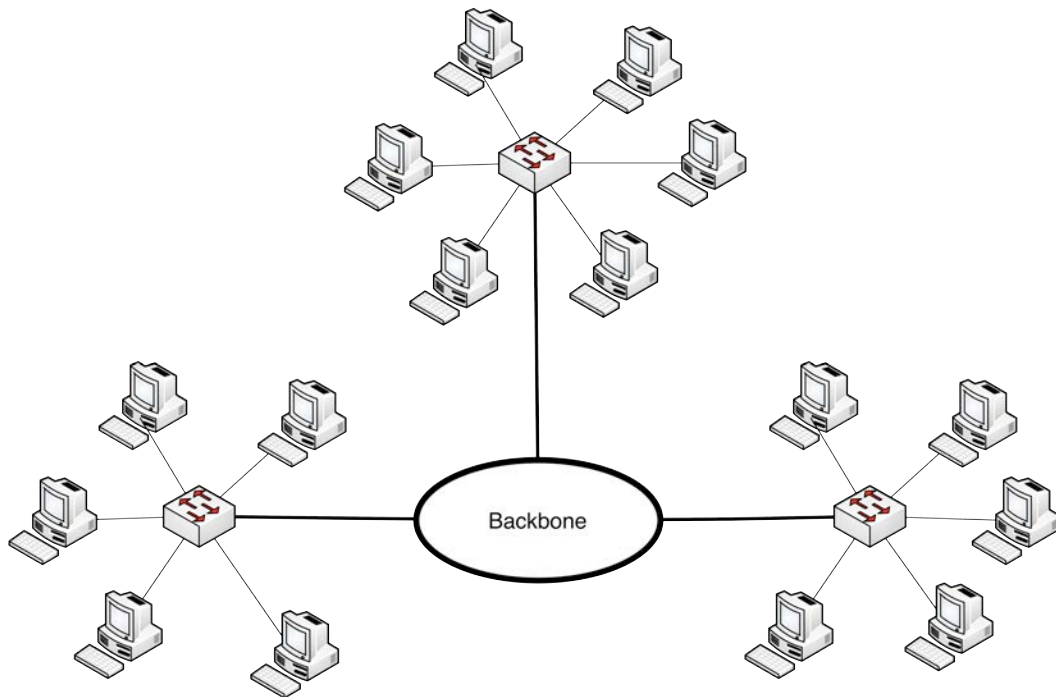


Abbildung 4: Ringtopologie im Backbone-Bereich eines Unternehmens

Im Normalbetrieb ist immer nur ein Ring in Betrieb, also operativ. Bei einem Unterbruch des operativen Rings wird die Datenübertragung automatisch auf den zweiten, sprich redundanten¹, Ring umgeschaltet. Diese fehlertolerante «selbstheilende» Massnahme steht aber nur Stationen zur Verfügung, die mit einem DAS-Adapter an diesen Ring angeschlossen sind. Einem SAS-Adapter (Single Attached) steht diese Möglichkeit nicht zur Verfügung.

¹ Redundanz: mehrfaches, zusätzliches Vorhandensein funktional gleicher oder ähnlicher Ressourcen eines technischen Systems.

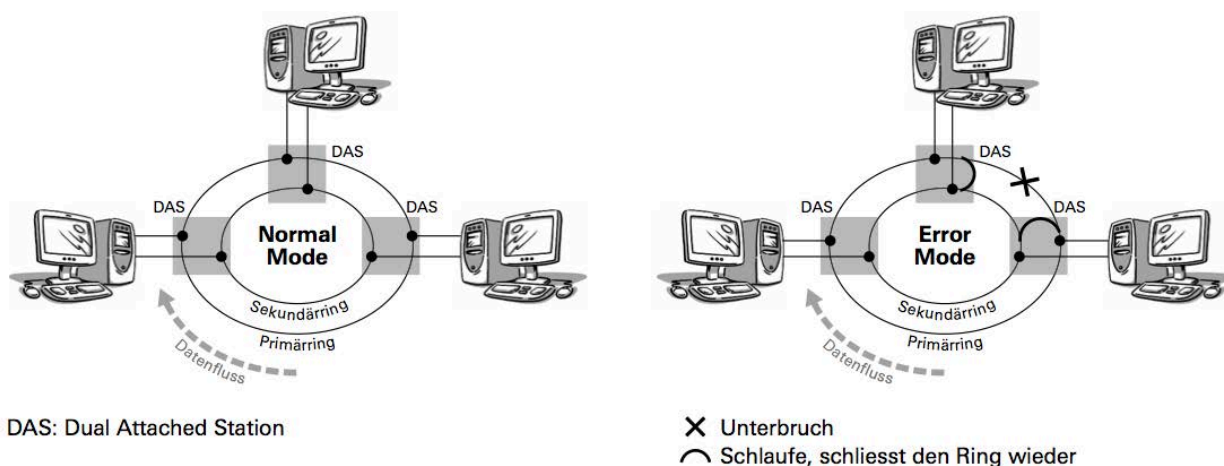


Abbildung 5: Funktionsweise der Doppelringstruktur (Quelle: Compendio 2014)

Vorteile	Nachteile
Mithilfe einer Doppelringstruktur kann bereits auf der Kabelebene, also der physikalischen Ebene (Schicht), ein fehlertolerantes Übertragungsnetz aufgebaut werden.	Der SPOF bei einer «reinen» Ringtopologie wirkt sich auf das gesamte Netzwerksegment (Ring) aus.

5. Baumtopologie

Baumtopologien sind ein Relikt aus der Grossrechnerwelt² der 1970er-/1980er-Jahre. Physisch werden solche Netze heute nicht mehr gebaut. Hingegen ist die «logische» Struktur einer Baumtopologie heutzutage sehr weit verbreitet, so z. B. bei Terminal Services, Thin Client Computing, Virtual Desktop Infrastructure (VDI) etc.

Im Gegensatz zu den vorgängig beschriebenen Topologien repräsentiert die Baumtopologie eine rein hierarchische Struktur. Das bedeutet, dass jede Kommunikation eines Teilnehmers (Terminals oder PCs) zwingend über die höchste Instanz abgewickelt und gesteuert wird. Eine direkte Kommunikation direkt zwischen zwei Teilnehmern (Peer-to-Peer, Abk. PtP) ist nicht möglich bzw. müsste vom Zentralrechner freigegeben sein. In der Regel laufen sämtliche Applikationen auf dem Zentralrechner. Die Teilnehmer (Terminals oder Clients) können «nur» die Ausgaben darstellen (Output) sowie die Eingaben (Input) von der Tastatur, der Maus oder vom Touchscreen der Zentraleinheit übermitteln. Daher muss bei der Planung einer «hierarchischen» Netzwerklösung genau beachtet werden, welche Vorsorgemassnahmen gegen einen eventuellen Unterbruch im Netzwerk getroffen werden können.

² Grossrechner, auch bekannt als IBM-Host, Mainframe.

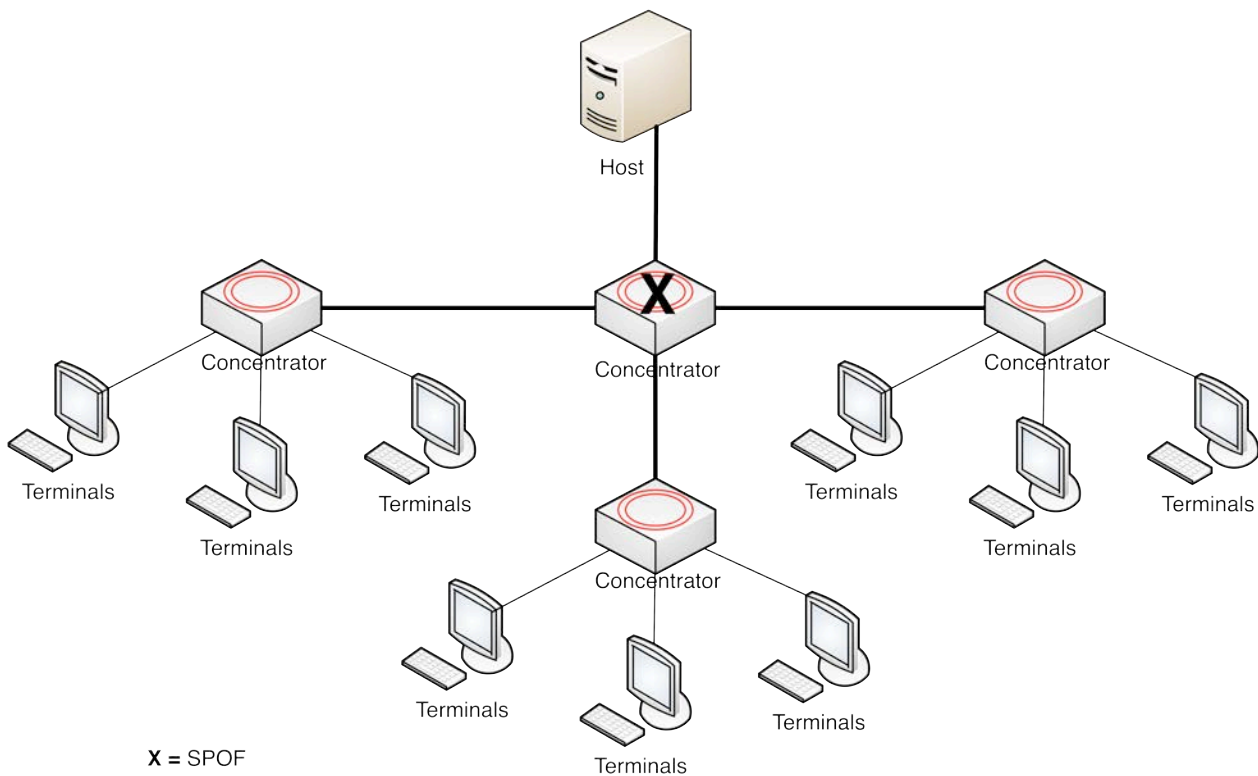


Abbildung 6: Baumtopologie

Vorteile	Nachteile
Mittels Baum- bzw. hierarchischer Strukturen lassen sich effizient sehr standardisierte Netz- und / oder Systemstrukturen realisieren. Solche Umgebungen lassen sich kostengünstiger betreiben und überwachen als z. B. Client-Server-Systeme.	Der SPOF wirkt sich auf den gesamten Baum aus, wenn der Fehler (Unterbruch) direkt die Anbindung zum Zentralrechner betrifft. Bei anderen Fehlern, z. B. Defekt eines Concentrator, kommt es i. d. R. nur zu einem partiellen Ausfall des Baums bzw. eines «Zweigs».

Bemerkung: Concentrator (Deutsch Konzentrator) überwacht / steuert hier die Verbindungen zu den Terminals und dient zur Entlastung des Zentralrechners.

6. Maschentopologie (Mesh)

Die Maschentopologie verfügt über einen wesentlichen Unterschied zu allen vorgängig beschriebenen Topologien. In einer Maschentopologie stehen immer mehrere Übertragungswege (Pfade) vom Sender zum Empfänger zur Verfügung. Diese «Wahlmöglichkeit», sprich unterschiedliche oder alternative Varianten des Übertragungswegs, existiert nur in einem Maschennetzwerk. Dank den mehreren

alternativen Übertragungspfaden kann die Verfügbarkeit in einem Maschennetzwerk sehr hoch gehalten werden. Bei einem Ausfall eines Pfads wird «einfach» ein anderer, alternativer Übertragungspfad benutzt.

Aufgrund mehrerer möglicher Übertragungspfade muss vor der eigentlichen Übertragung festgelegt werden, über welchen Pfad die Übertragung stattfinden soll. Diese Aufgabe / Funktion wird **Routing** (Streckenführung, Reiseroute, Leitweglenkung) genannt. Der Übertragungspfad wird auch als Route bezeichnet. Der direkte Pfad entspricht der Route, bei der am wenigsten Router passiert werden müssen, um das Ziel zu erreichen.

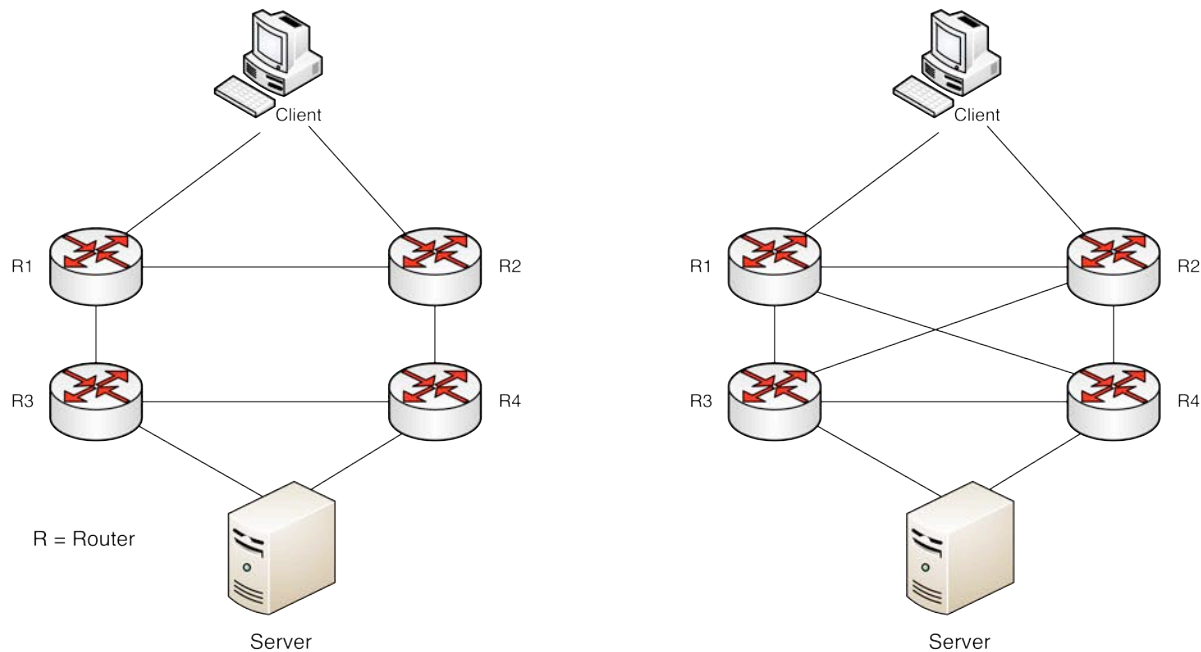


Abbildung 7: Maschentopologie (links teilvermaschte, rechts vollvermaschte Struktur)

In einer Maschentopologie können eine oder mehrere Verbindungen ausfallen, ohne dass die Verbindung abbricht. Bei dieser Architektur ist also kein SPOF vorhanden.

In der einfachen Maschenstruktur (vgl. Abb. 7 links) sind vom Client zum Server folgende Übertragungspfade möglich:

Direkte Pfade (kürzester Weg):

- R1->R3 und R2->R4

Indirekte Pfade:

R1->R2->R4, R1->R2->R4->R3, R2->R1->R3 und R2->R1->R3->R4

In der vollvermaschten Struktur (vgl. Abb. 7 rechts) sind vom Client zum Server folgende Übertragungspfade möglich:

Direkte Pfade (kürzester Weg):

R1->R3, R1->R4, R2->R4 und R2->R3

Indirekte Pfade:

R1->R2->R4, R1->R2->R3->R4, R1->R2->R4->R3, R1->R4->R2->R3, dann weiter
R2->R3->R2->R4, R2->R1->R3, R2->R1->R3->R4 und R2->R4->R1->R3

Vorteile	Nachteile
Eine solche Struktur besitzt normalerweise keinen SPOF. Es können eine oder mehrere Verbindungen (Links) zwischen Routern ausfallen, ohne dass die Datenübertragung vollständig abbricht.	Die Bestimmung des Übertragungswegs bzw. einer Route benötigt eine gewisse Zeit sowie Rechnerleistung. Die Fehlersuche in einem Maschen- netzwerk ist aufgrund der höheren Komplexität des Net- zes um einiges aufwendiger und komplizierter als in anderen Topologien.