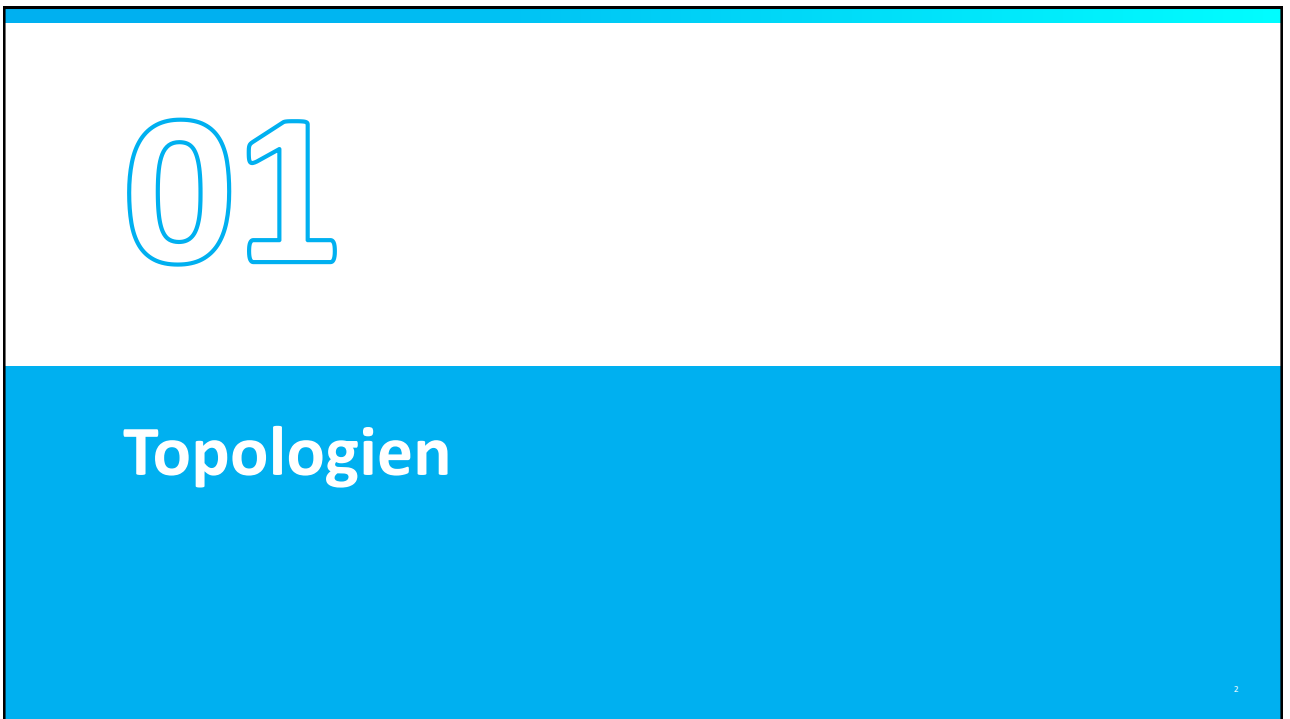




# Netzwerk und Internetarchitektur

NETZWERKTECHNIK / SEMESTER 1 UND 2

1



# 01

## Topologien

2

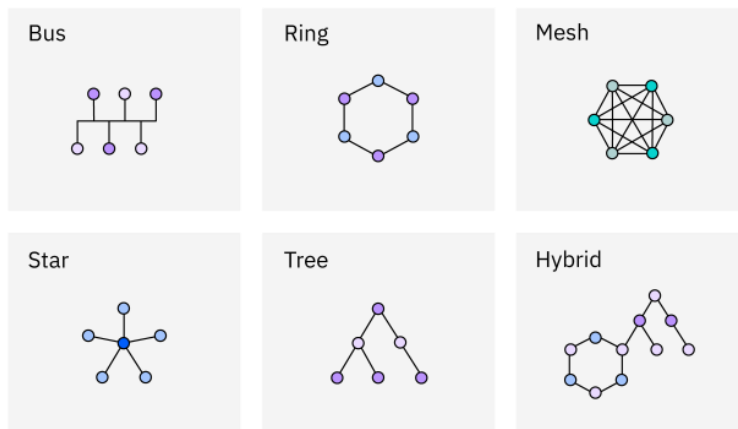
2

## Definition Netzwerktopologie

- Netzwerke bestehen aus einer Reihe von **Verbindungen und Knoten**.
  - Zu den **Knoten** gehören Geräte wie **Router, Switches, Repeater und Computer**.
  - Die Netzwerktopologie bezieht sich auf die **Art und Weise, wie Knoten und Verbindungen in einem Netzwerk physisch und logisch angeordnet sind**.
  - Aspekte der Netzwerkfunktionalität aus, z. B.:
    - Geschwindigkeit der Datenübertragung,
    - wie sich Daten durch das Netzwerk bewegen
    - Effizienz des Netzwerks
    - Netzwerksicherheit.
- Es gibt mehrere verschiedene **Topologietypen** und für jeden Typ spezifische Vor- und Nachteile.
- Physikalische Topologie
  - Logische Topologie
  - Sterntopologie
  - Bus-Topologie
  - Mesh-Topologie
  - Ring-Topologie
  - Baum-Topologie
  - Hybride Topologie

3

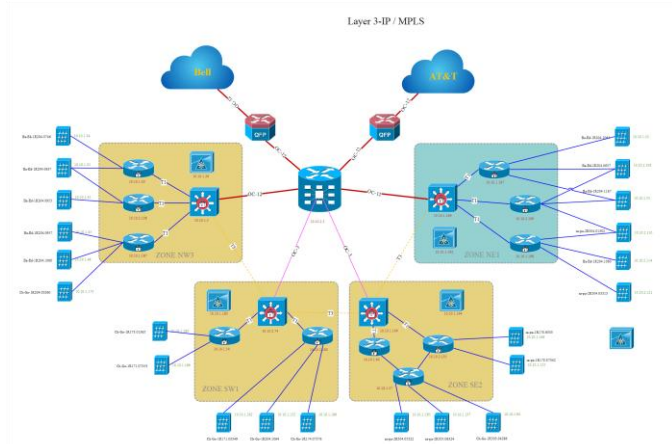
## Toplogietypen



4

## Physikalische Topologie

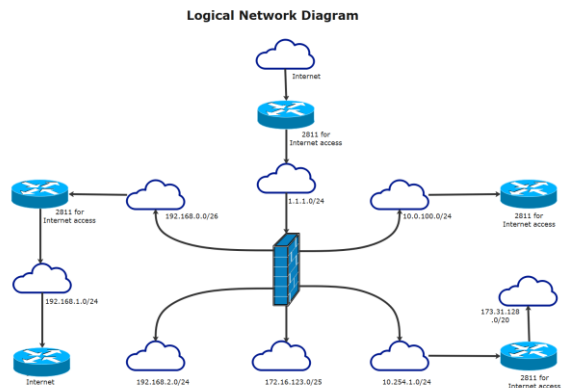
- Eine physische Topologie ist definiert als die **Anordnung oder Positionierung der physischen Komponenten** in einem Kommunikationsnetzwerk.
- Mit anderen Worten, wir können physische Topologien als die spezifische Anordnung der **Hardware** in einem Kommunikationsnetzwerk verstehen und nicht als die virtuellen Elemente.



5

## Logische Topologie

- So wie die physische Topologie verwendet wird, um die Hardware und die physischen Komponenten eines Netzwerks darzustellen, wird eine logische Topologie verwendet, um die **"virtuellen" Teile darzustellen**.
- Mit anderen Worten: Eine logische Topologie zeigt, wie die **verschiedenen Komponenten virtuell miteinander und mit dem Internet (oder jeder anderen Art von größerem Netzwerk) verbunden sind**.
- Die meisten Details und Informationen, die in logischen Topologien angezeigt werden, sind für die Benutzer nicht sichtbar oder greifbar.

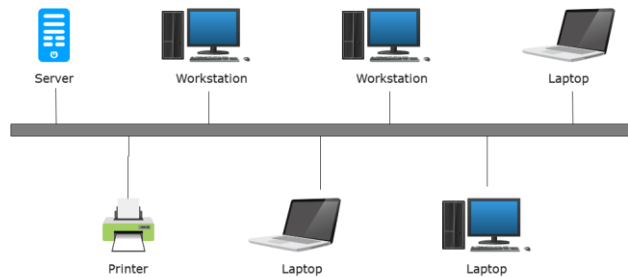


6

## Punkt zu Punkt

- Ein Punkt-zu-Punkt-Netzwerk oder eine Punkttopologie ist das **am einfachsten zu verstehende Netzwerk** und die grundlegendste Art der Netzwerktopologie.
- Es handelt sich einfach um **zwei Knotenpunkte, die durch eine einzige Verbindung miteinander verbunden sind**.
- Daten werden zwischen diesen beiden Endgeräten **hin und her übertragen**.
- Obwohl dieser Netzwerktyp am einfachsten einzurichten ist, bringt seine Einfachheit auch einen Nachteil mit sich. Eine Punkt-zu-Punkt-Topologie ist **für die meisten modernen Anwendungsfälle nicht geeignet**.

### Two Floor with One Line Bus Topology

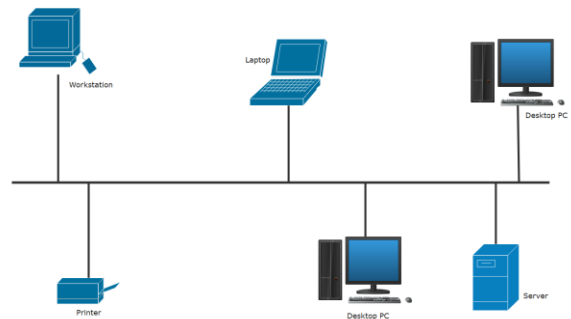


7

## Bus

- In einem Busnetzwerk ist jeder **Knoten mit einem einzigen Kabel verbunden**, wie Haltestellen, die einer Buslinie abzweigen.
- Die gesamte **Datenübertragung läuft über diese eine zentrale Verbindung**.
- Eine **kosteneffiziente Topologie**, die einfach einzurichten ist und zu der neue Knotenpunkte hinzugefügt werden können.
- Nachteile**. Ausfall der zentralen Verbindung führt zum Ausfall aller Abhängigkeiten.
- Busnetzwerke daher auch **nicht so sicher** wie andere Arten.
- Je mehr Knoten sich ein zentrales Kabel teilen, desto **langsamer** ist ein Netzwerk.

### Network Topology Diagram

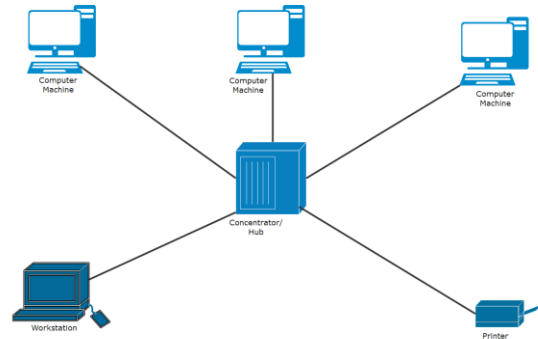


8

## Stern

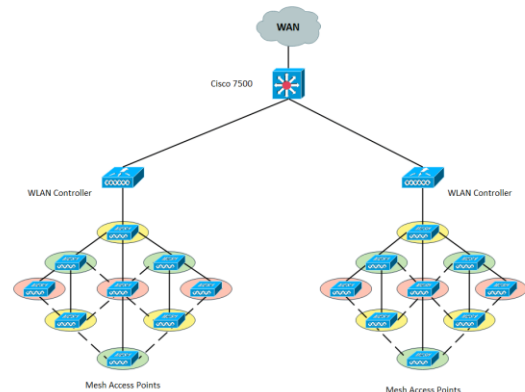
- In einem Sternnetz sind alle Knoten mit einem zentralen Hub verbunden.
- Die Knotenpunkte sind um diesen zentralen Knotenpunkt herum in einer Form angeordnet, die in etwa einem Stern ähnelt.
- Erleichtert die Fehlersuche bei Problemen mit einem bestimmten Knoten.
- Wenn ein einzelner Knoten ausfällt, ist der Rest des Netzwerks davon nicht betroffen.
- Das heißt, wenn der zentrale Hub ausfällt, fällt das gesamte Netzwerk mit ihm aus.
- Die Leistung des gesamten Netzwerks hängt vom zentralen Knotenpunkt und den Verbindungen zu ihm ab.

Star Topology Diagram



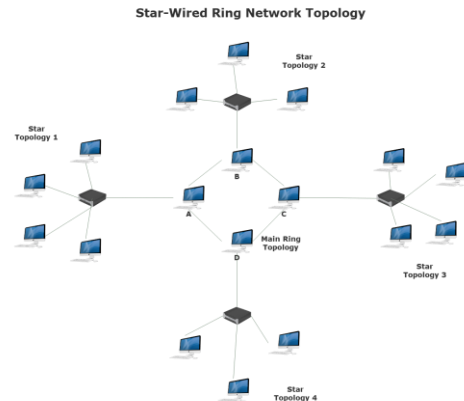
## Mesh

- In einem Mesh-Netzwerk ist jedes Gerät mit mindestens einem anderen Knoten im Netzwerk verbunden.
- In einem Full-Mesh-Netzwerk ist jeder Knoten mit jedem anderen Knoten verbunden.
- In einem partiellen Mesh-Netzwerk sind nur einige der Knoten direkt miteinander verbunden
- Da Kommunikation nicht über einen zentralen Hub, ist die Kommunikation in einem Mesh-Netzwerk oft sehr schnell.
- Beispiel ist das Internet selbst,
- Da über mehrere Routen verfügen, sind sie widerstandsfähiger als viele andere Topologien
- Mehr Sicherheit – wenn ein Knoten angegriffen oder kompromittiert wird, kann er ersetzt werden.
- Die Einrichtung von Mesh-Netzwerken ist jedoch oft teuer



## Ring

- In einem Ringnetzwerk sind die Knoten und Verbindungen **in einem Ring** angeordnet.
- **Jeder Knoten hat genau zwei Nachbarn.** In einem solchen Netzwerk werden Repeater verwendet, um sicherzustellen, dass Daten die Knoten im Ring erreichen können, die am weitesten voneinander entfernt sind.
- Daten fließen normalerweise **unidirektional**
- **Kostengünstig** zu installieren und zu erweitern
- Der **Ausfall eines einzelnen Knotens** kann jedoch das gesamte Netzwerk zum Absturz bringen => Dual-Ring-Netze
- Ein **Dual-Ring-Netzwerk** verfügt über zwei konzentrische Ringe und Daten senden in entgegengesetzte Richtungen.
- Der zweite Ring wird verwendet, wenn im ersten Ring ein Fehler auftritt. Häufig zur Unterstützung **kritischer Infrastrukturen**.



tgm [Quelle: <https://www.edrawsoft.com/de/topology-diagram-example.html?srsId=AfmBOoujCAKacpNKPVACre8imOhueurN5p4V7YCaFdT2YG8mOa4UfJr> – letzter Abruf 18.07.2025]

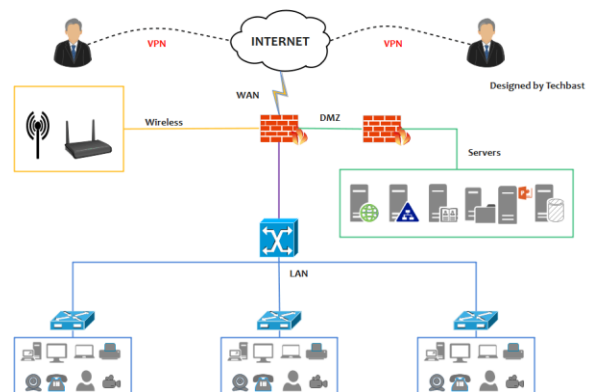
tgm | Technologisches Gewerbemuseum | Höhere technische Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt

11

11

## Baum / Erweiterter Stern

- Es ist sinnvoll, sich eine Baumtopologie als eine **Kombination aus einem Busnetz und einem Sternnetz** vorzustellen.
- **Immer noch ein zentraler Knotenpunkt**, der alles miteinander verbindet, aber statt einzelner Knoten, die sich von diesem zentralen Wurzelknoten aus verzweigen, sind es andere sternförmige Netzwerke.
- Diese Topologie ermöglicht es **mehr Geräten, sich mit einem zentralen Datenzentrum zu verbinden**, was den Datenfluss beschleunigt.
- Wie in einem Sternnetz ist es relativ **einfach, Probleme mit einzelnen Knoten zu erkennen**.
- Baumtopologien haben die **gleichen Nachteile wie Bus- und Sternnetze**.



tgm [Quelle: <https://www.edrawsoft.com/de/topology-diagram-example.html?srsId=AfmBOoujCAKacpNKPVACre8imOhueurN5p4V7YCaFdT2YG8mOa4UfJr> – letzter Abruf 18.07.2025]

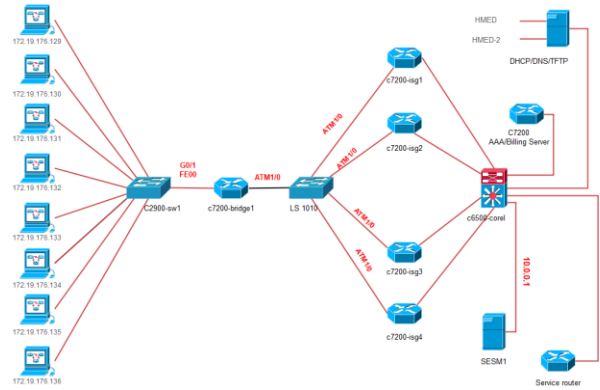
tgm | Technologisches Gewerbemuseum | Höhere technische Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt

12

12

## Hybrid

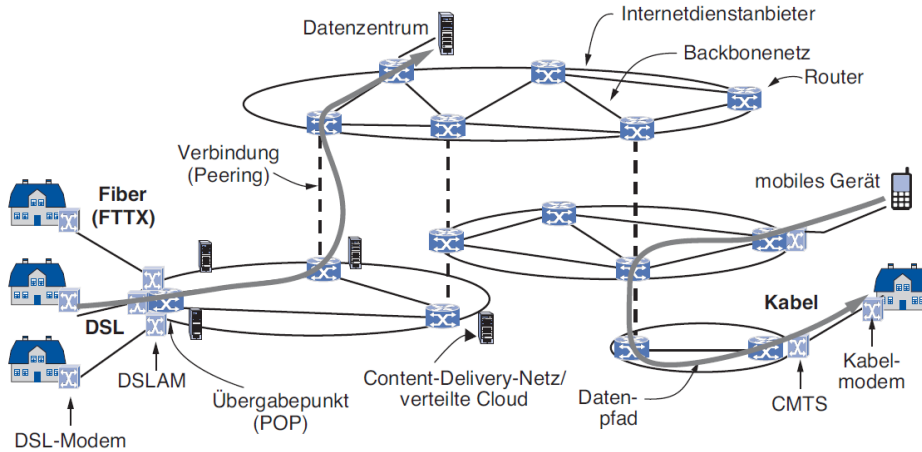
- Eine hybride Netzwerktopologie ist **jede Art von Netzwerk, das eine Kombination von Topologien** verwendet.
- Ein Baumnetz, das ein Sternnetz und ein Busnetz kombiniert, ist eine Art hybride Topologie.
- Hybridnetzwerke bieten **Flexibilität** und helfen Unternehmen bei der Entwicklung einer Topologie, die speziell auf ihre Anforderungen zugeschnitten ist.
- Der Aufbau einer maßgeschneiderten Netzwerkarchitektur kann jedoch eine Herausforderung darstellen und mehr Kabel und Netzwerkgeräte erfordern, wodurch die Wartungskosten steigen.



# 02

## Internetarchitektur

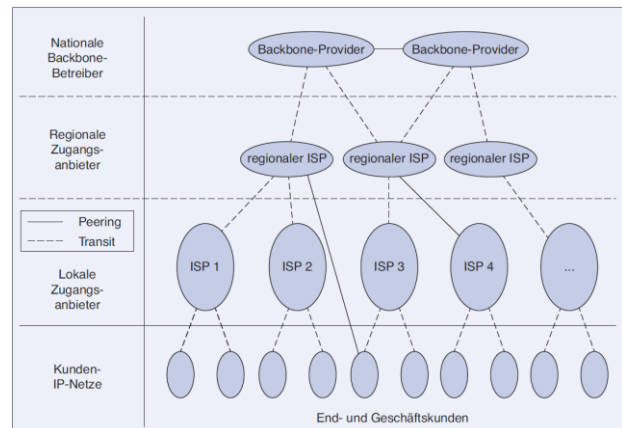
## Überblick



17

## Hierarchische Struktur in den 1990er

- Transit-Anbietern wie **AT&T** und **Level 3** betreibt große internationale Backbonenetze mit Tausenden von Routern, welche über Glasfaserkabeln mit hoher Bandbreite miteinander verbunden sind. Diese ISPs bezahlen nicht für den Transit. Sie werden in der Regel **Tier-1-ISP**s genannt und werden als den **Backbone des Internets** bezeichnet, da sich jeder mit ihnen verbinden muss, um das gesamte Internet erreichen zu können.
- Anbieter **überregionaler Netzwerke** bilden die Kategorie **Tier-2**. Diese kaufen Transitverkehr von Tier-1-AS, was als Downstream bezeichnet wird, und verkaufen ihrerseits Transitverkehr an Tier-3-AS, analog mit Upstream bezeichnet. **Vodafone** fällt etwa in die Tier-2-Kategorie.
- Die letzte Kategorie **Tier-3** wird gebildet von kleineren, **lokalen Providern** (z. B. Unitymedia), die ihrerseits i. d. R. keinen Transit an andere AS verkaufen. Diese betreiben teilweise Peering untereinander und verkaufen Transit an die Endanwender.



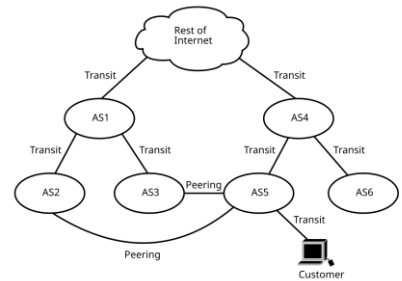
18

## Peering und Transit

Peering und IP-Transit sind zwei grundlegende Methoden, wie Netzwerke Daten austauschen.

### PEERING

- Peering ist eine Vereinbarung zwischen zwei Netzwerken, um Daten direkt auszutauschen, ohne einen Drittanbieter zu nutzen.
- Es ist oft eine kostenlose Vereinbarung, bei der die beteiligten Netzwerke keinen direkten finanziellen Ausgleich für den Datenaustausch erhalten.
- Peering kann über öffentliche Internet Exchange Points (IXPs) oder über private, dedizierte Verbindungen erfolgen.
- Peering kann zu geringeren Kosten, verbesserter Leistung und mehr Kontrolle über den Datenverkehr führen.



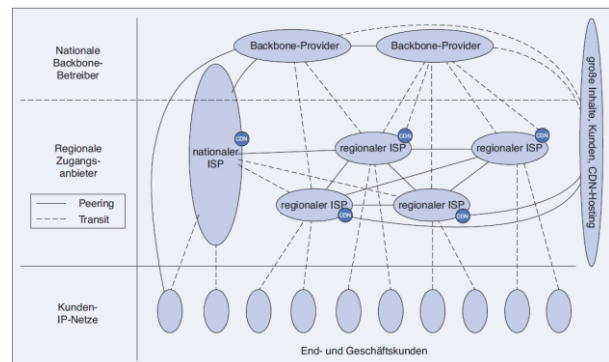
### IP-TRANSIT

- IP-Transit ist ein Dienst, bei dem ein Netzwerk Bandbreite von einem anderen Netzwerk erwirbt, um Daten zu übertragen, typischerweise gegen Bezahlung basierend auf der genutzten Datenmenge.
- Es ermöglicht einem Netzwerk, Verbindungen zu anderen Netzwerken herzustellen, die es selbst nicht direkt erreicht.
- IP-Transit kann teurer sein als Peering, da es den Kauf von Bandbreite von einem Drittanbieter beinhaltet.

19

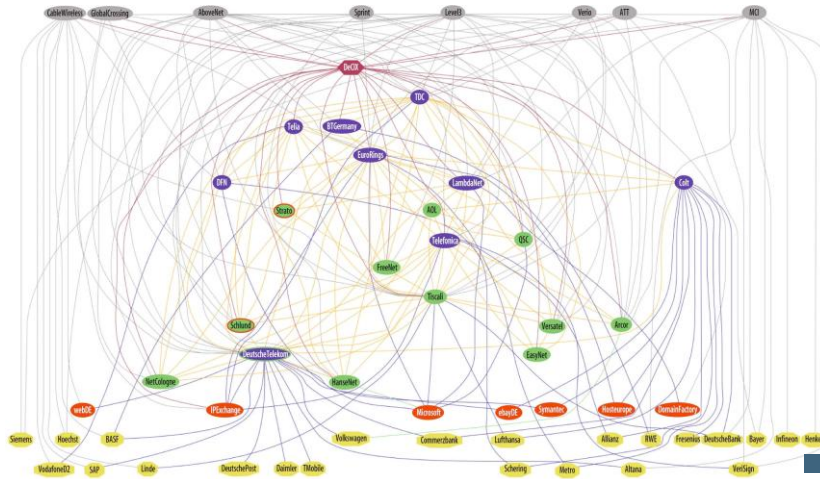
## Abflachung der Internethierarchie

- Bisher wurde die Internetarchitektur als **Hierarchie** betrachtet, mit den Tier-1-Anbietern an der Spitze und den anderen Netzen weiter unten in der Hierarchie.
- Aufstieg der „Hypergiganten“** unter den Content-Providern, darunter Google, Netflix, Twitch und Amazon, sowie große, weltweit aufgestellte CDNs wie Akamai, Limelight und Cloudflare hat zu starken Umwälzungen geführt.
- Während diese Content-Provider in **der Vergangenheit auf Transitnetze angewiesen** waren, um Inhalte an lokale Access-ISPs zu liefern, haben sowohl die Access-ISPs als auch die Content-Provider extrem zugenommen und sind so groß geworden, dass sie oft an vielen verschiedenen Standorten direkt miteinander verbunden sind.
- In vielen Fällen führt der häufigste Internetpfad **direkt von Ihrem Access-ISP zum Content-Provider**.
- In einigen Fällen hostet der Content-Provider sogar **Server im Netz des Access-ISP**.



20

## Internet Deutschland



21

## Internet – ein „Netz aus Netzen“

- Das Internet besteht aus mehr als **21.000 unabhängigen Netzen**, so genannte **Autonome Systeme (AS)**
- Autonome Systeme **unterscheiden sich in Größe und räumlicher Ausdehnung** sowie im **Kerngeschäft** und der Intention des Betreibers.
- Gemeinsamer Nenner ist eine möglichst **redundante Anbindung** an andere Autonome Systeme.
- Dazu benötigen die Autonome Systeme eine Strategie, wie sie sich miteinander verbinden, z.B. über Transit, Privat-Peering oder Public-Peering.
- Zurzeit gibt es mehr als **45.000 logische Verbindungen** zwischen den ASS
- **Unterschiedliche Typen** von Autonomen Systemen
  - Große Firmen, z.B. Lufthansa, Deutsche Bank (41 %)
  - Internet Service Providers, z.B. IP-Carrier (35 %)
  - Universitäten (11 %)
  - Internet Exchange Points (2 %)
- ...

22