

Modul Verteilte Systeme

Vermittlung

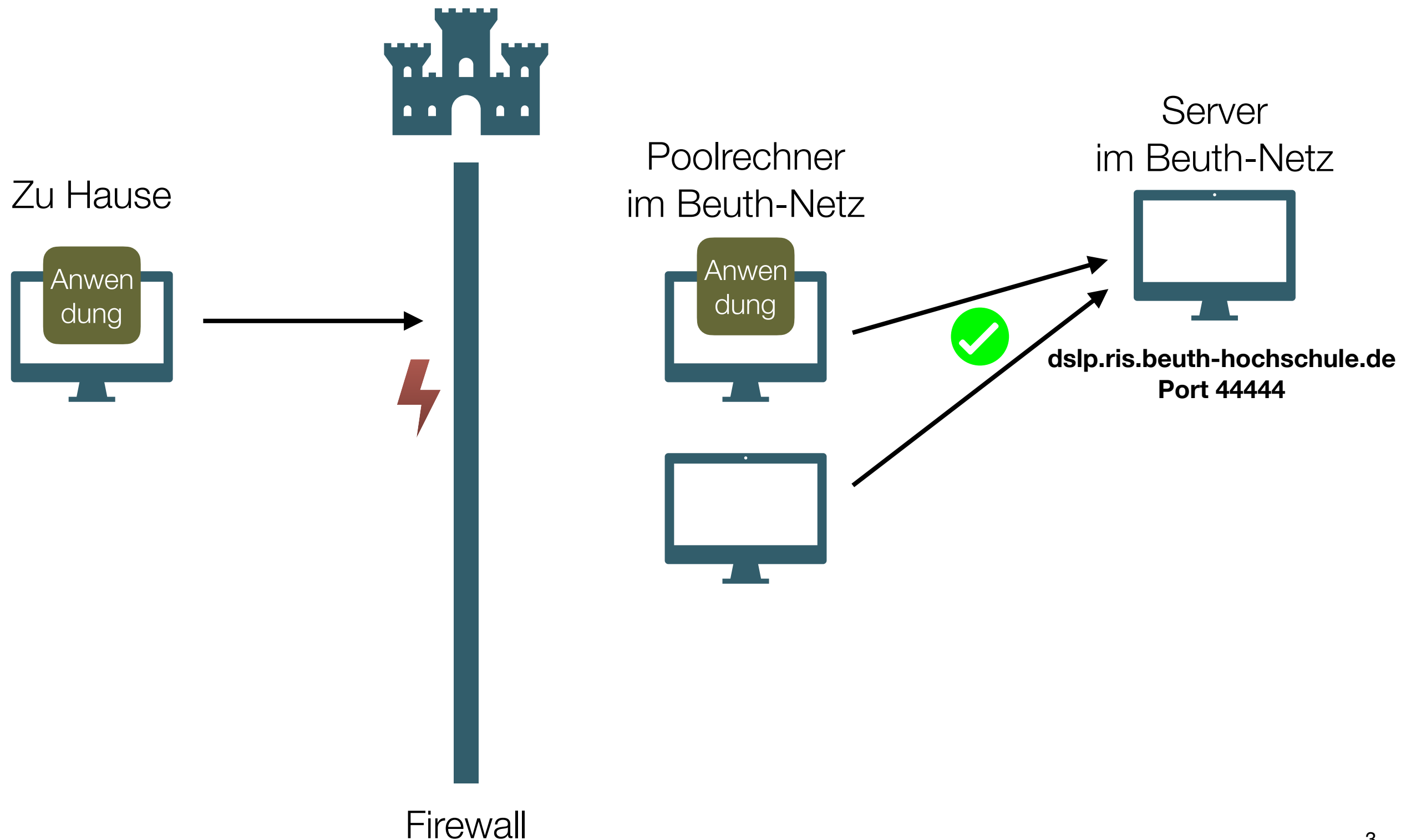
Peter Tröger
Beuth Hochschule für Technik Berlin
Sommersemester 2020
(Version 1)



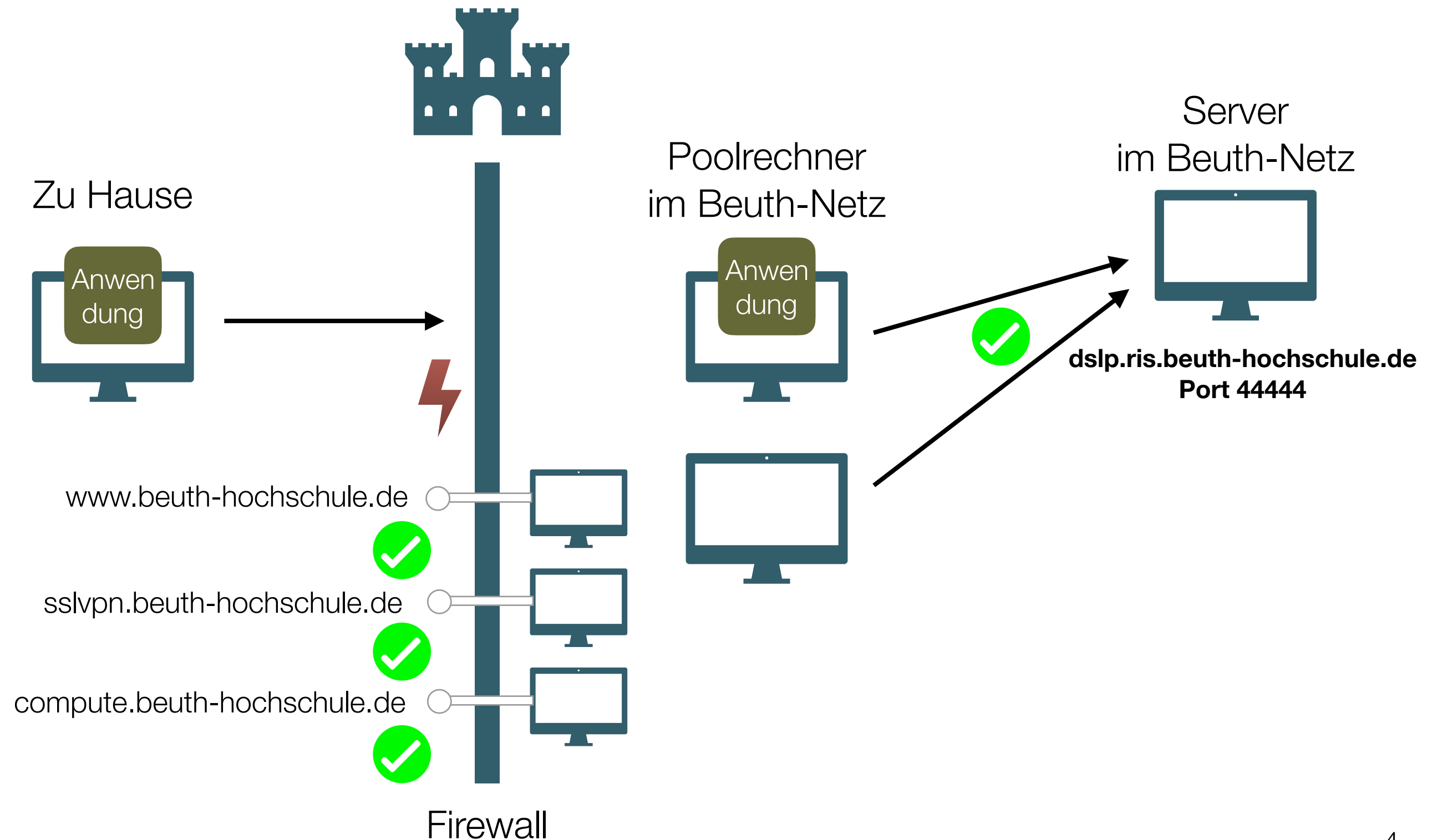
Teil 1: Neue Übung „DSLP Zeitabfrage“

- Aufgabenstellung
- DSLP Spezifikation
- Verbindung zum Server, Demo

Ausgangspunkt

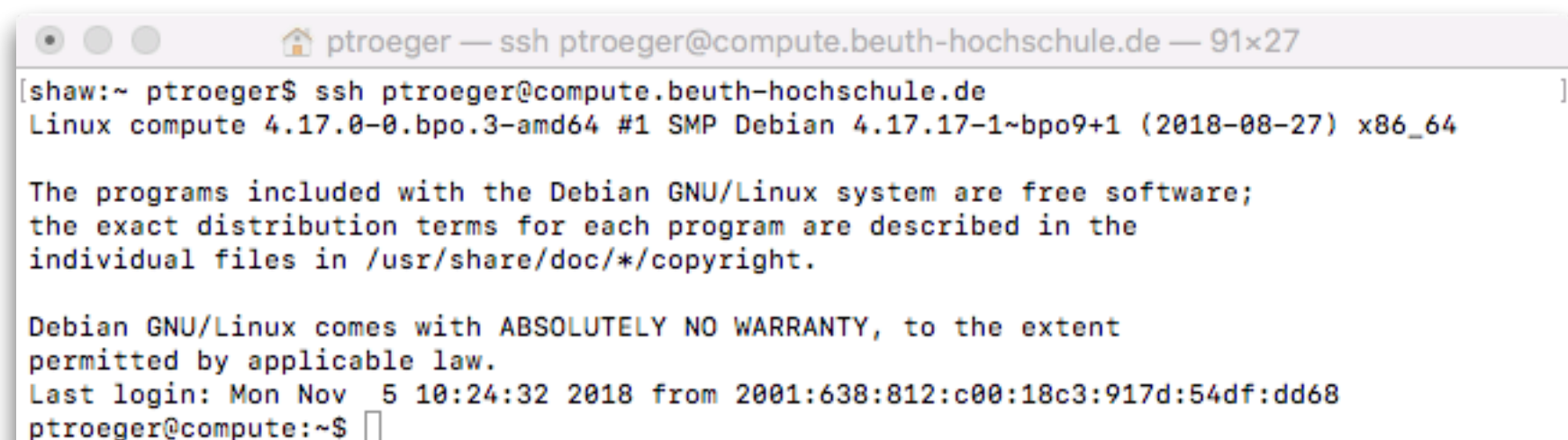


Einige Server sind erreichbar



Variante 1: SSH Tunnel

- *compute.beuth-hochschule.de*
- Textkonsole in Linux auf einem Server der Hochschule
- Kommandozeilenzugriff auf eigenes Heimatlaufwerk
- Alle Rechner im Beuth-Netz direkt erreichbar
- Software in Linux / macOS X vorinstalliert, Windows: PuTTY



```
ptroeger — ssh ptroeger@compute.beuth-hochschule.de — 91x27
[shaw:~ ptroeger$ ssh ptroeger@compute.beuth-hochschule.de
Linux compute 4.17.0-0.bpo.3-amd64 #1 SMP Debian 4.17.17-1~bpo9+1 (2018-08-27) x86_64

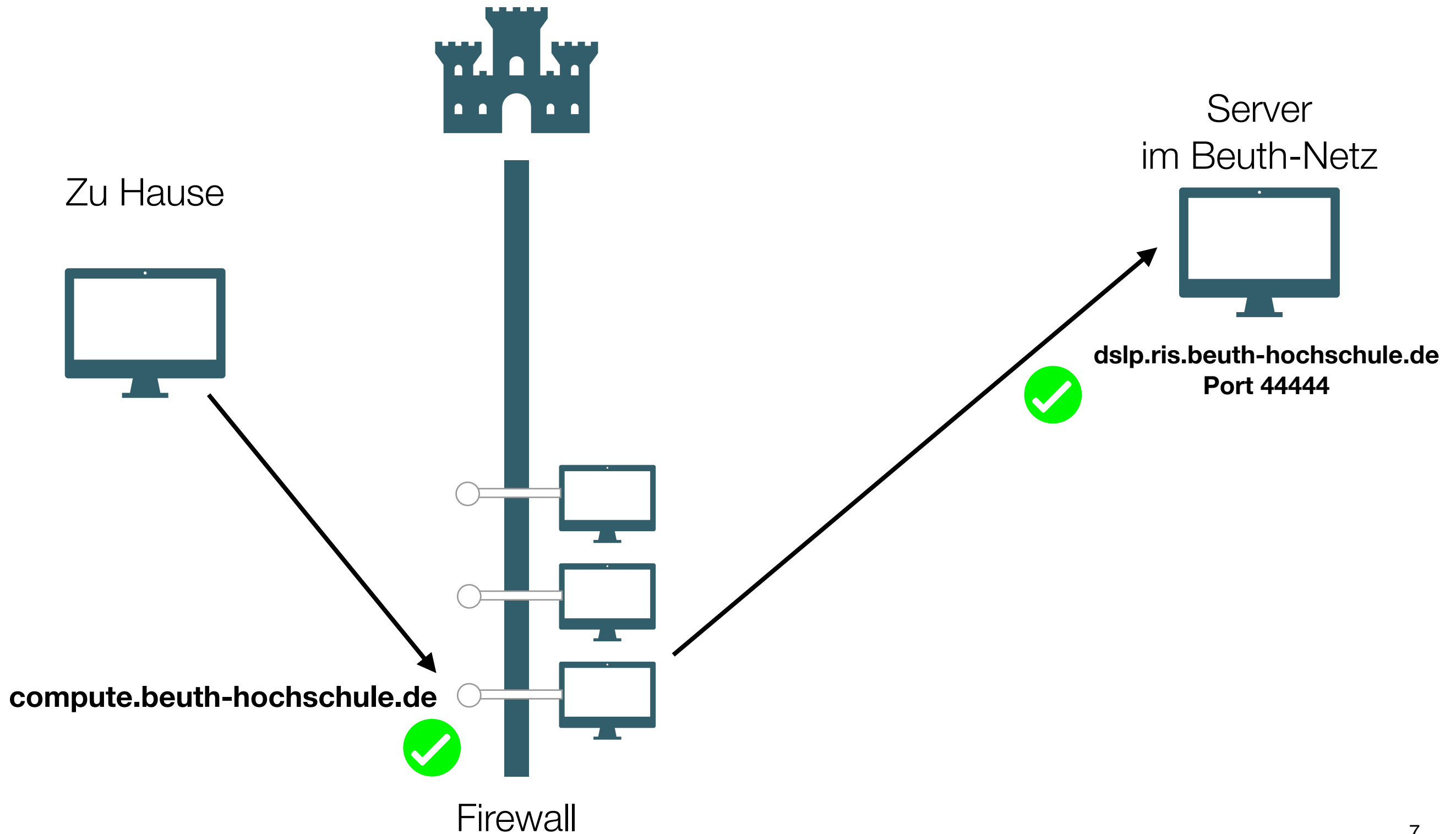
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Mon Nov  5 10:24:32 2018 from 2001:638:812:c00:18c3:917d:54df:dd68
ptroeger@compute:~$
```

Variante 1: SSH Tunnel

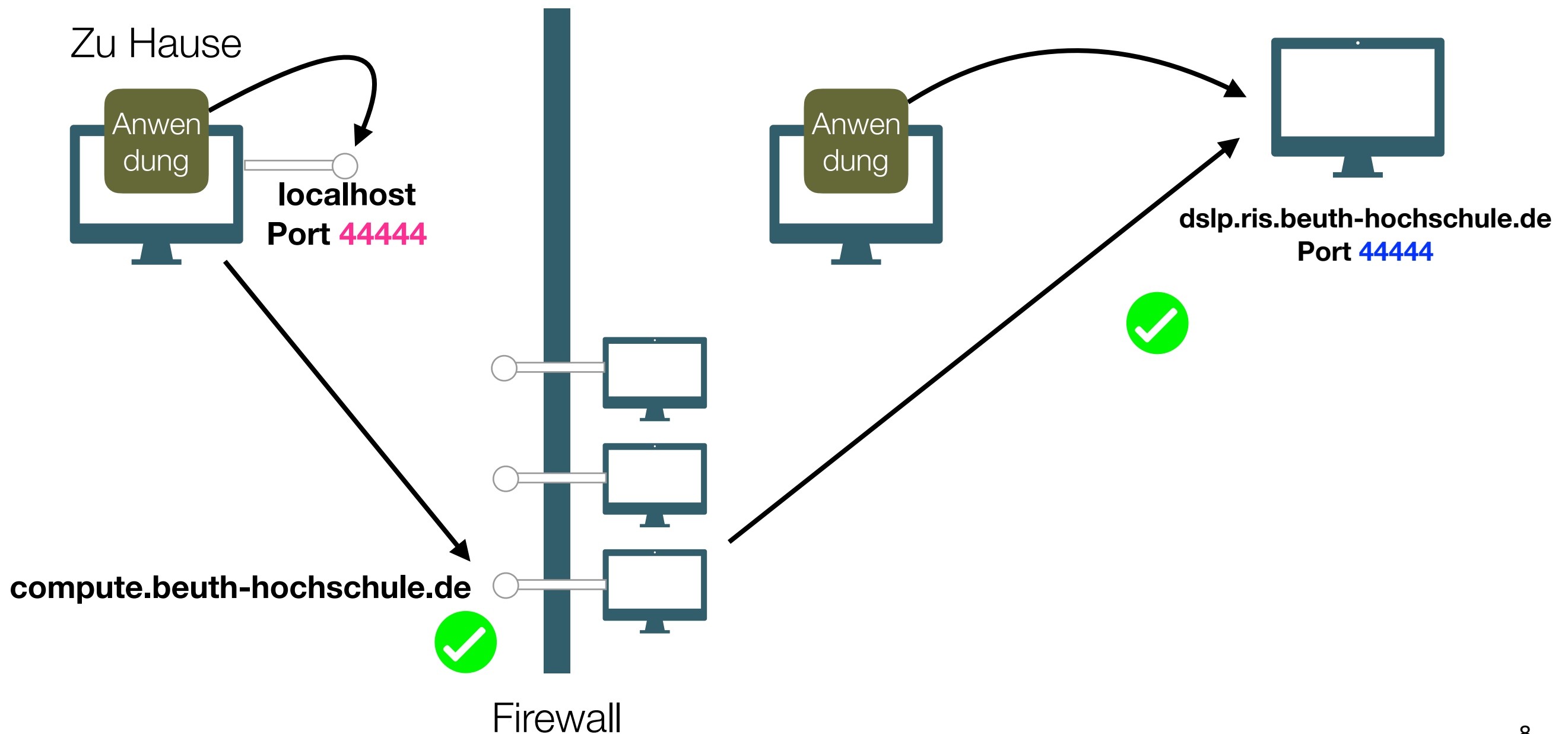
- SSH Protokoll kann nicht nur entfernte Konsole ermöglichen
- Zusätzliche Unterstützung für **SSH-Tunnel**
 - Unterscheidung in **SSH-Client**, **SSH-Server** und **Ziel-Server**
 - SSH-Server leitet Datenverkehr des Client auf Ziel-Server weiter
 - Benötigt Portnummer und IP-Adresse des Ziels
 - Wird beim Verbindungsaufbau konfiguriert
 - Tunnel wird beim Schließen der Konsole ebenfalls geschlossen

Variante 1: SSH Tunnel



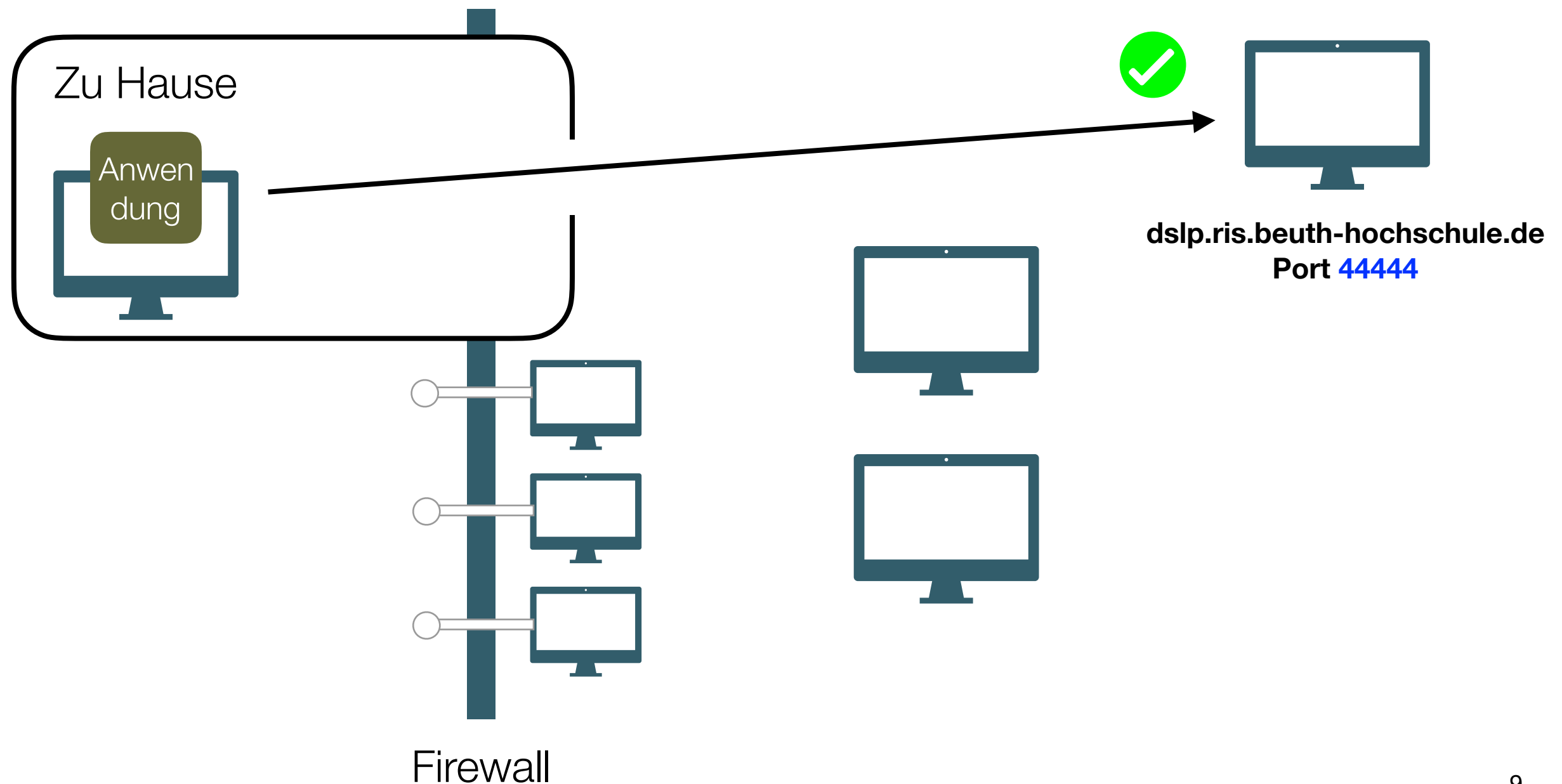
Variante 1: SSH Tunnel

```
ssh -L 44444:db144.beuth-hochschule.de:44444 ptroeger@compute.beuth-hochschule.de
```



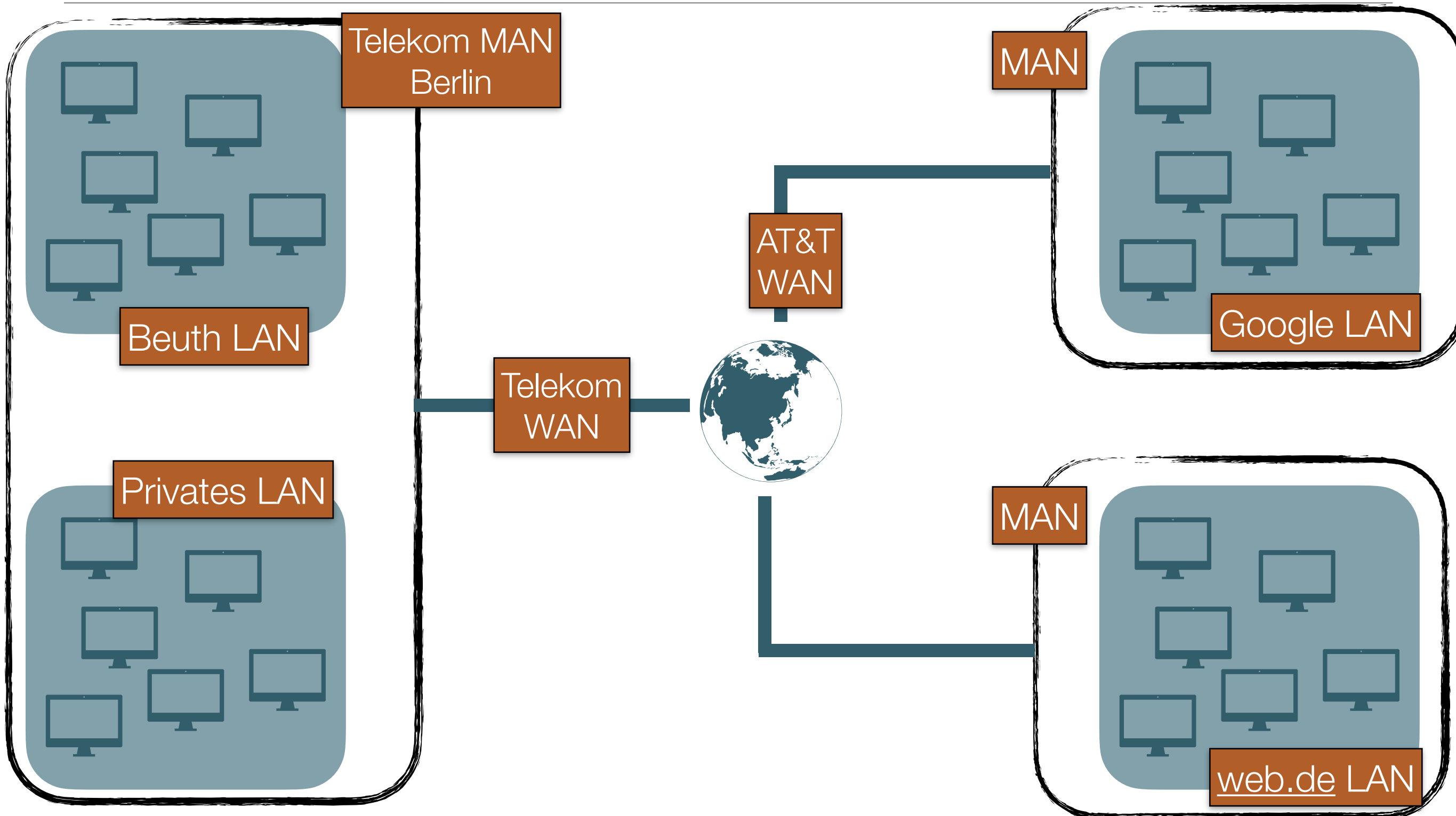
Variante 2: Virtual Private Network

[https://doku.beuth-hochschule.de/zugang/vn](https://doku.beuth-hochschule.de/zugang/vpn)



Teil 2: Vermittlung

Wiederholung: Netzwerkausdehnung



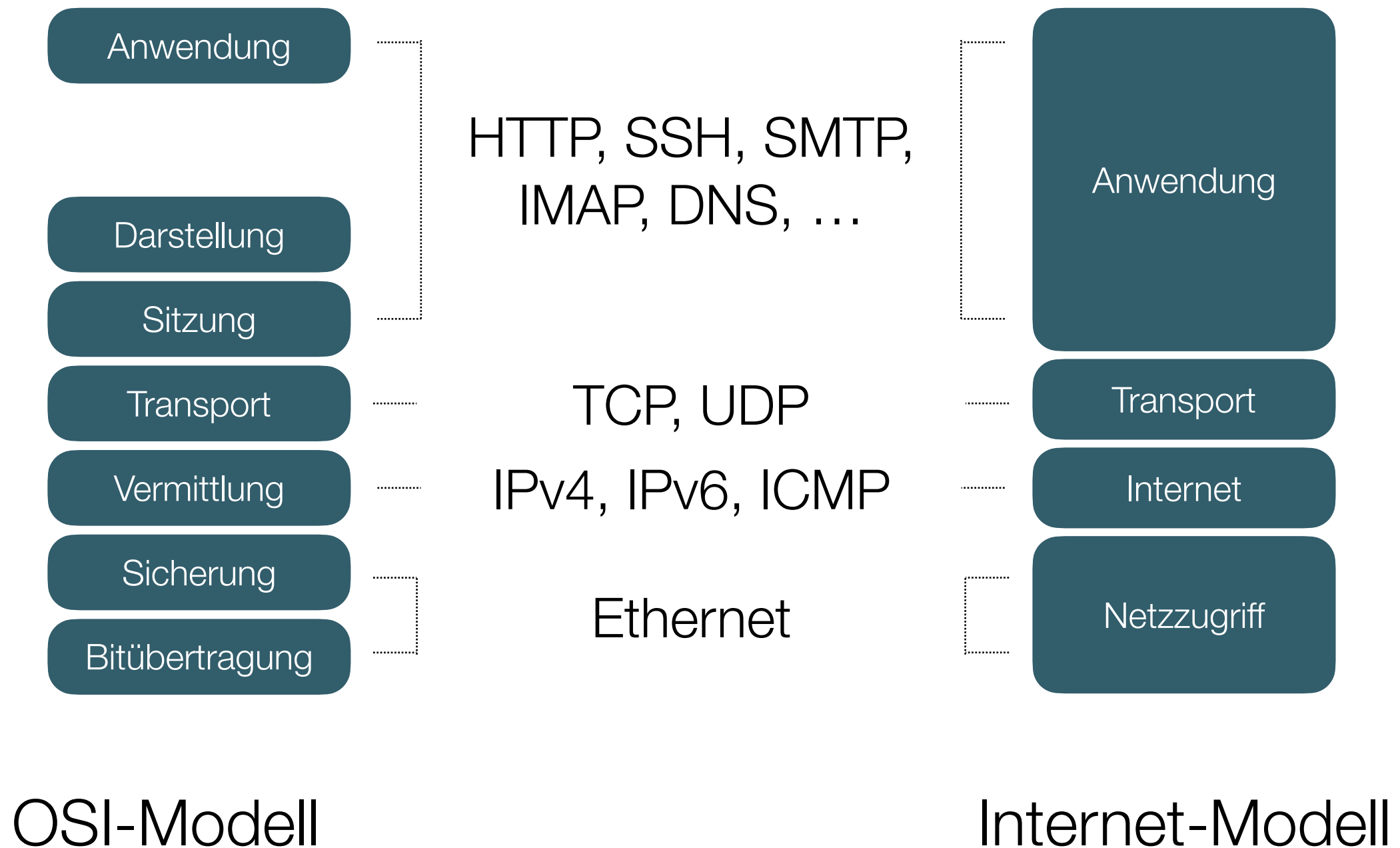
Wiederholung: Protokoll

- Protokolle stellen die **Interoperabilität** der Kommunikationspartner sicher
- Menge von **Regeln** für den Datenaustausch
 - Beteiligte können Informationen senden und empfangen
 - Mehrerer solcher Beteiligter sind vorhanden
 - Müssen die gleiche „Sprache“ sprechen
 - Syntax vs. Semantik
- **Protokollelemente** - Datenformate, Signalisierung, Fehlerbehandlung, Angleichung der Geschwindigkeiten, Aufteilung von Daten, ...

Wiederholung: Schichtenmodell

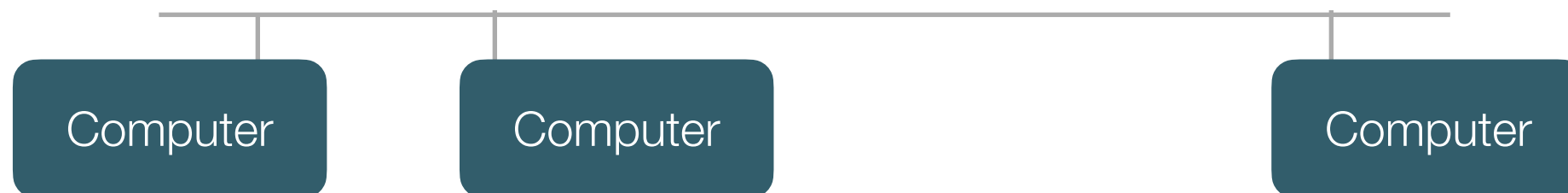
- Einordnung von Protokollen in ein **Schichtenmodell**
- Verwendung von einem Protokoll durch ein anderes
 - Beispiel: HTTP über WLAN vs. HTTP über LTE
 - Bei jedem Teilnehmer hat die gleiche Schicht die gleichen Aufgaben
 - Änderungen an einer Schicht sollen die andere Schicht nicht beeinflussen
- Grundkonzept ist auch aus dem Software Engineering bekannt:
„Teile und herrsche“

Wiederholung: Protokolle im Internet

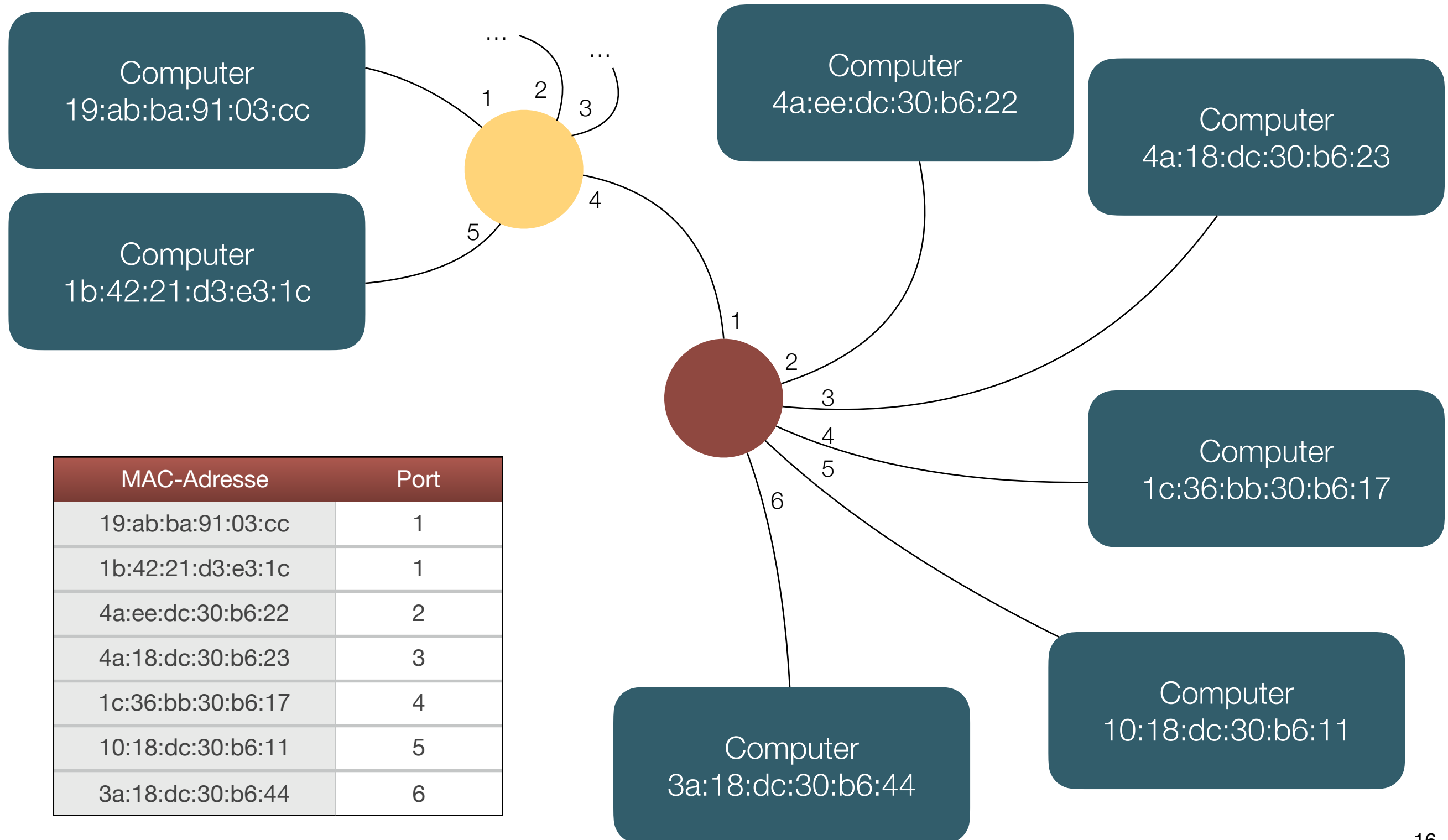


Wiederholung: Ethernet

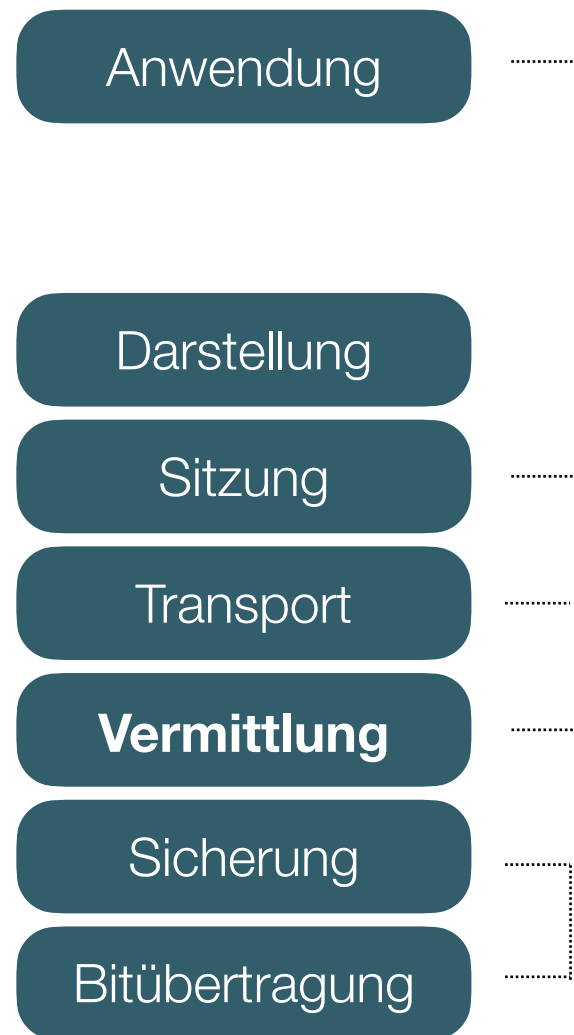
- Bits werden als Signalpegel auf einem physischen Kabel repräsentiert
- Teilnehmer teilen sich das physische Übertragungsmedium
- Weltweit eindeutige *Media Access Control (MAC)* - Adresse
- Kollisionen werden durch Signalüberlagerung erkannt
- CSMA/CD Verfahren (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection*)



Wiederholung: Switching



Vermittlung



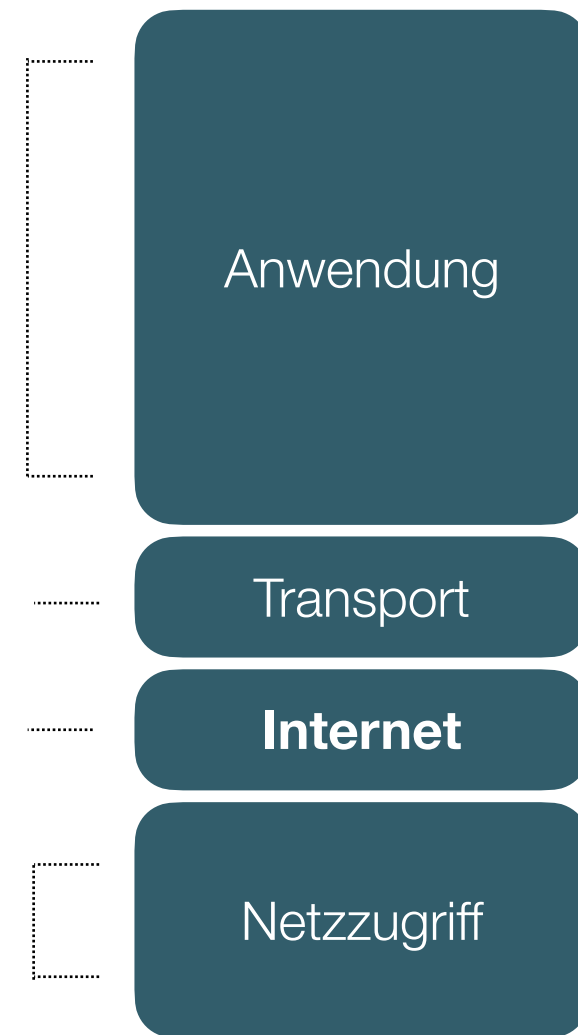
OSI-Modell

HTTP, SSH, SMTP,
IMAP, DNS, ...

TCP, UDP

IPv4, IPv6, ARP

Ethernet

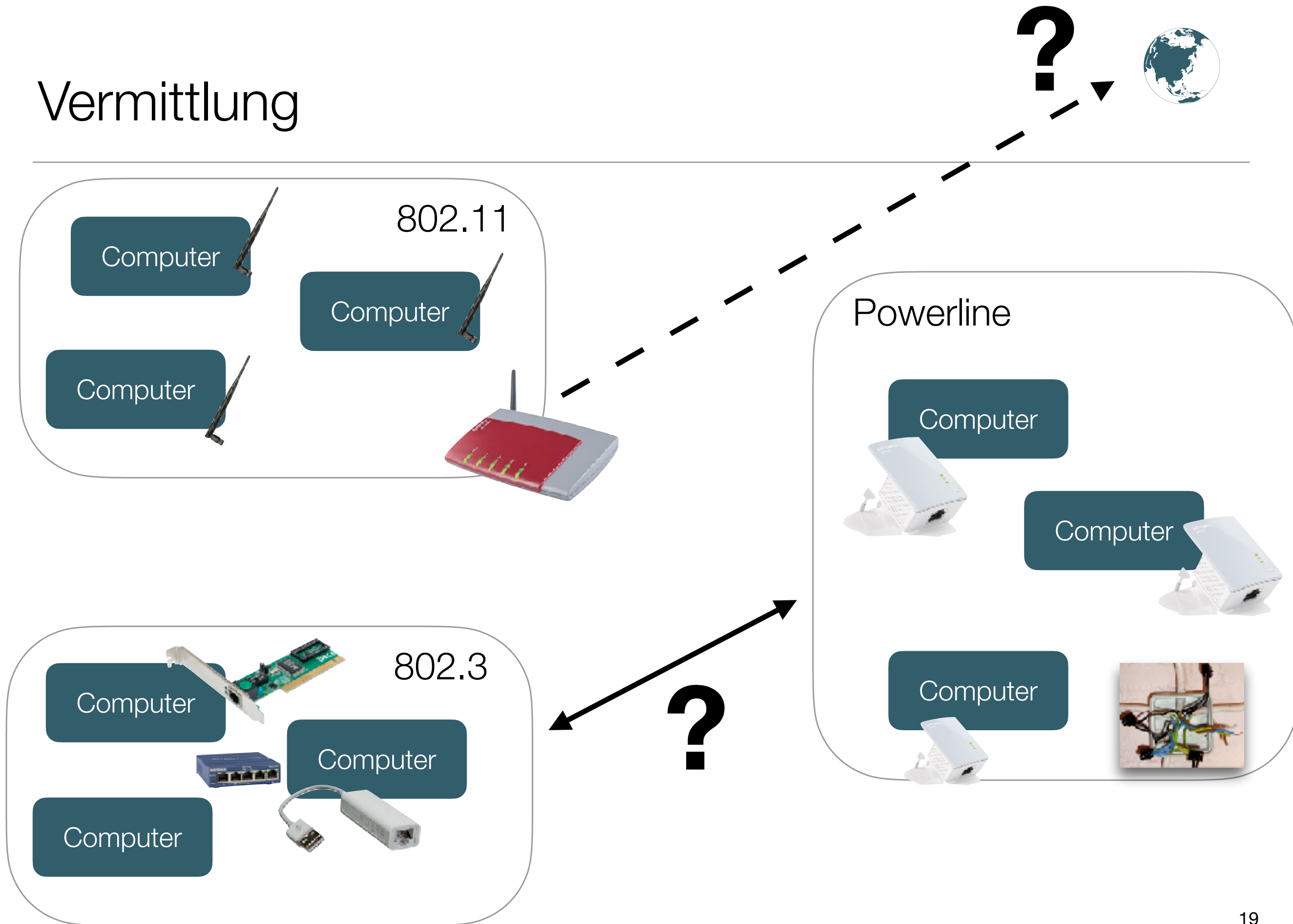


TCP/IP-Modell

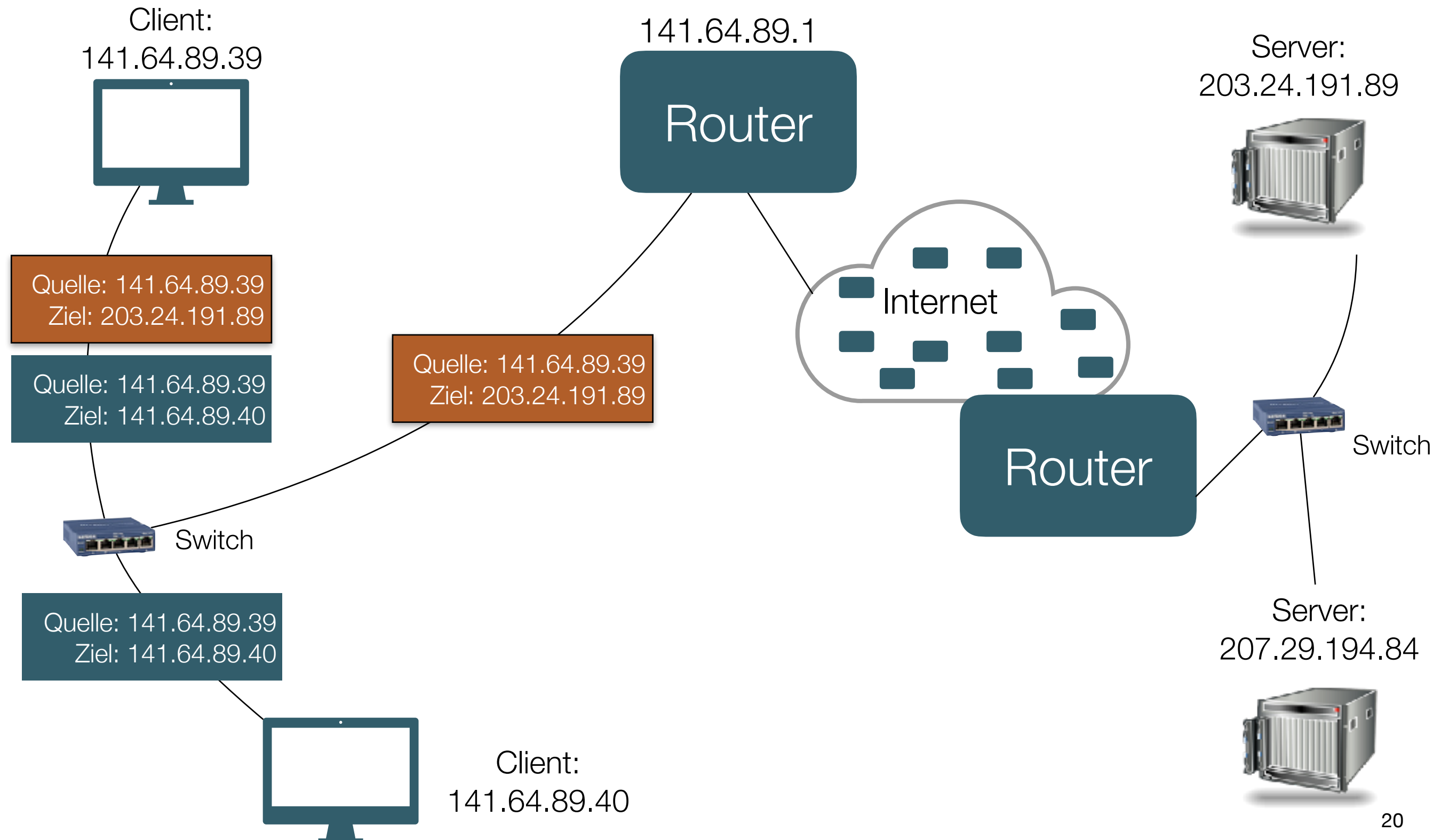
Vermittlung

- Bisher: Kommunikation auf dem gleichen Übertragungsmedium (Netzzugriff)
 - Kupferkabel, Glasfaser oder Wellen als Medium
 - Direkte Verbindung aller Knoten, ggf. kaskadiert (Bsp. Switching)
- MAC-Adressen sind zwar weltweit eindeutig, aber nur im eigenen Ethernet-LAN direkt als Zieladresse nutzbar
- **OSI Layer 3 - Vermittlung** (*network layer*)
 - Übertragung über LAN-Grenzen hinweg
 - Unabhängigkeit vom Übertragungsmedium realisieren (LAN vs. WAN)

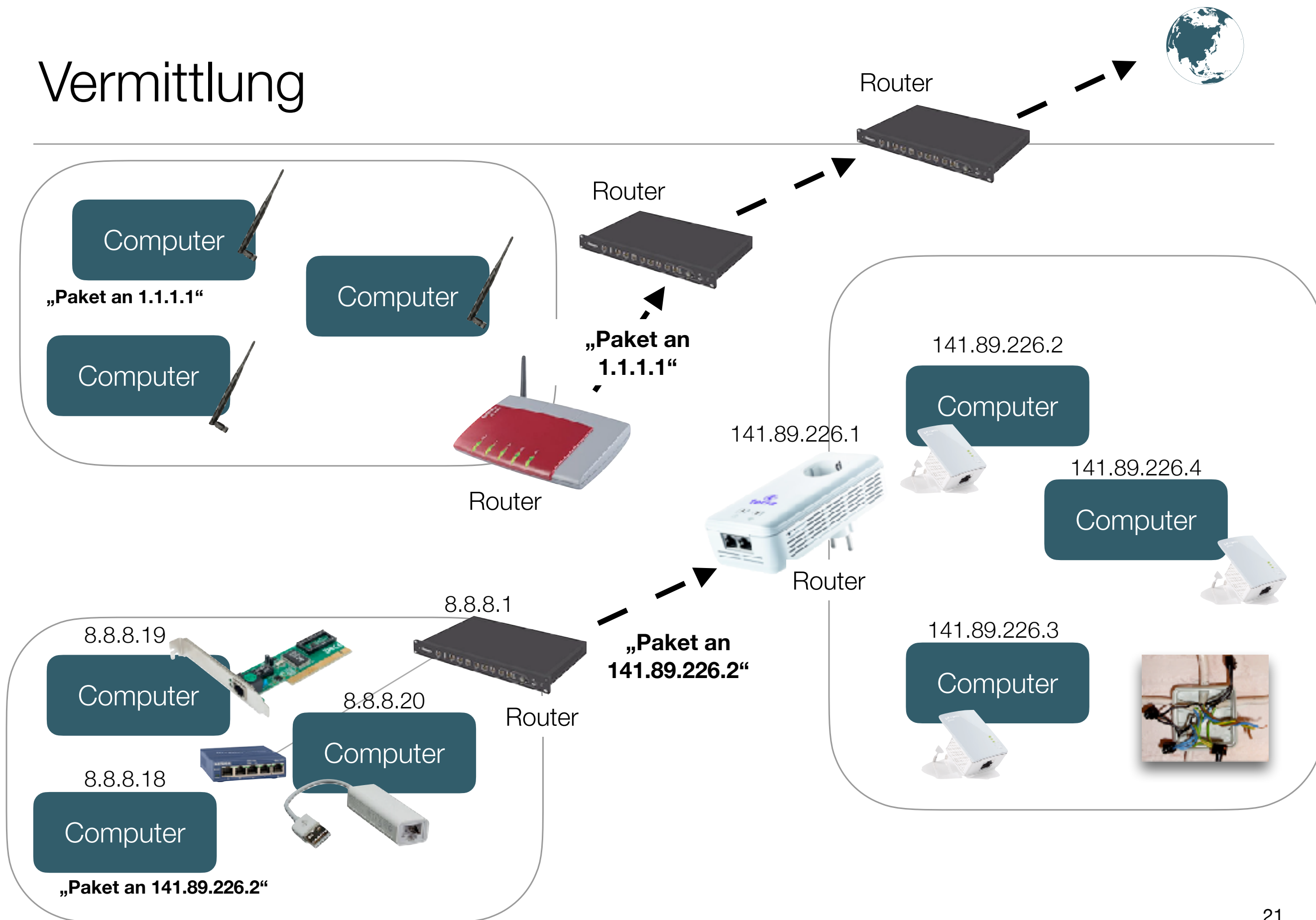
Vermittlung



Vermittlung durch Router

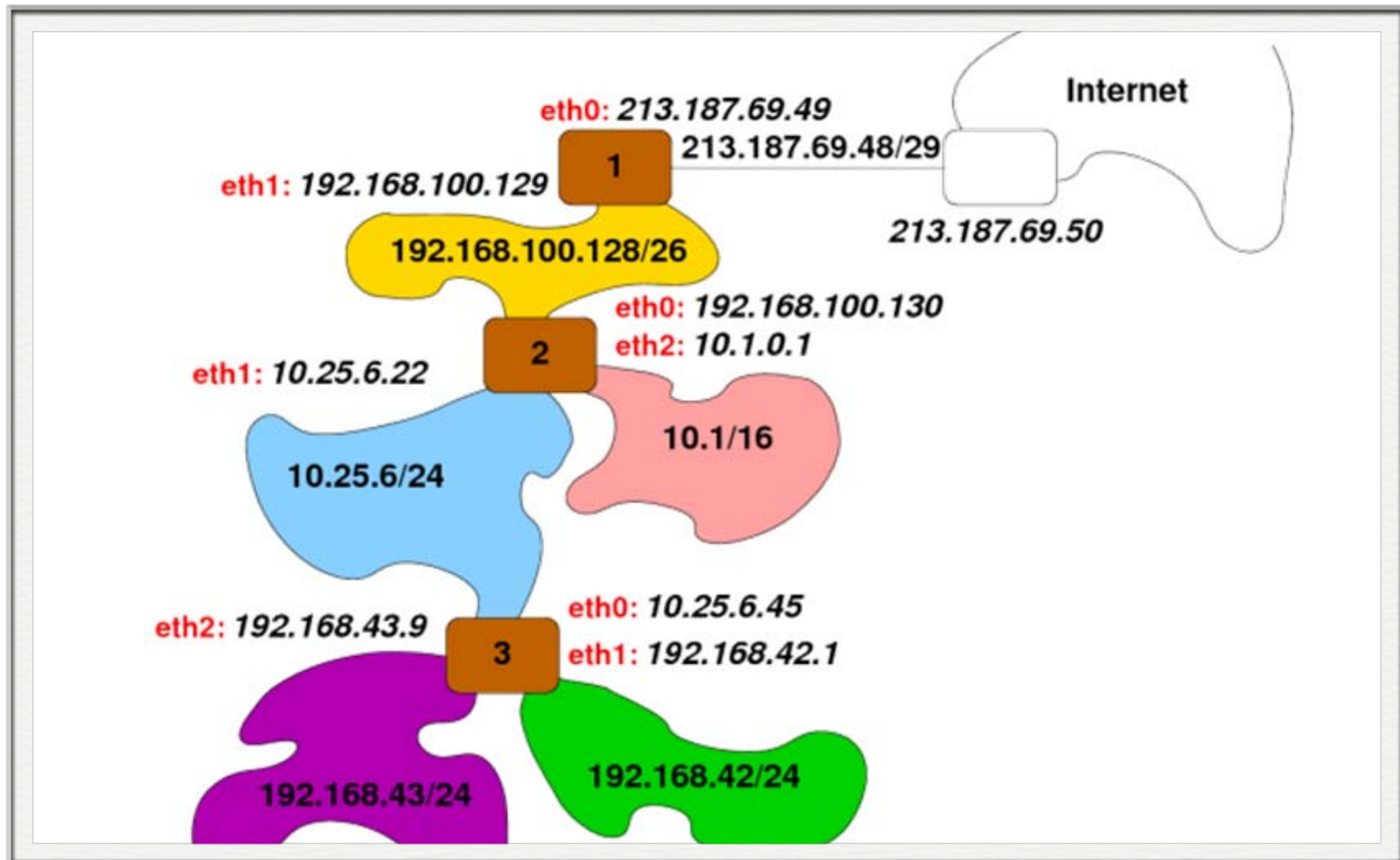


Vermittlung



Vermittlung

- Jeder Router hat einen Anschluss pro verbundenen Netzwerk



Vermittlung

- OSI Layer 3: Datenübertragung über mehrere Stationen (***hops***)
 - Weiterleitung von Paketen durch mehrere LANs „hindurch“
 - Layer 3 - Paket wird als **Daten verpackt in** Layer 1/2 - Paketen weitergegeben
 - Einzelne Layer-1/2 Netze (Ethernet, Bluetooth etc.) werden dafür mit **Routern** verbunden, welcher das Layer 3 - Protokoll verstehen
 - Daten „links“ empfangen und „rechts“ wieder versenden
 - Router kann auch unterschiedliche Layer 1/2 Technologien verbinden (Bsp.: DSL-Router)
- **Vermittlung** regelt heutzutage das *Internet Protocol (IP)*

Layer 1/2 vs. Layer 3

Anwendung: Anfrage an 172.217.18.3

Ethernet-Paket

Ziel: a8:20:66:3a:e4:8e
(Router im eigenen LAN)

Daten:

IP-Paket:

Ziel: 172.217.18.3

Anfrage der
Anwendung

MAC: a8:20:66:3a:e4:8e

Ethernet-Paket

Ziel: 45:33:aa:cd:32:31
(nächster Router)

Daten:

IP-Paket:

Ziel: 172.217.18.3

Anfrage der
Anwendung

MAC: 45:33:aa:cd:32:31



Ethernet-Paket

Ziel: 25:11:ab:3d:12:42
(nächster Router, im Ziel-LAN)

Daten:

IP-Paket:

Ziel: 172.217.18.3

Anfrage der
Anwendung

MAC: 25:11:ab:3d:12:42

Ethernet-Paket

Ziel: aa:bb:cc:dd:ee:ff
(Server)

Daten:

IP-Paket:

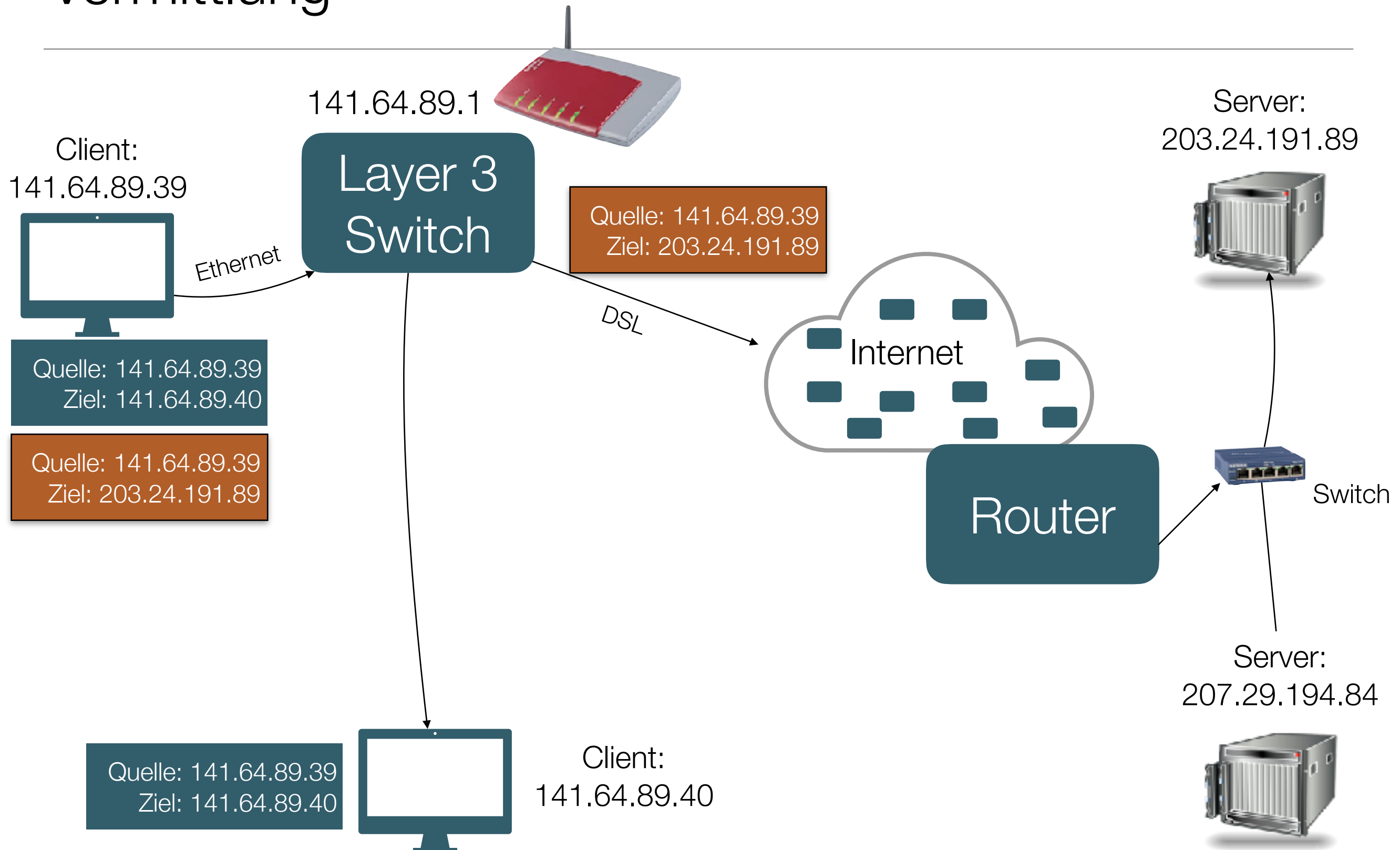
Ziel: 172.217.18.3

Anfrage der
Anwendung

Vermittlung

- Anwendungen versenden IP-Pakete, damit Vermittlung automatisch passiert
 - Muss nicht mehr wissen, was das Layer 1/2 Protokoll ist
 - Internet funktioniert über verschiedene Netzzugriffstechnologien hinweg
- Häufig Switch und Router in einem Gerät-> **Layer 3 Switch**
- Bei **Versand** von IP-Paketen somit zwei **Möglichkeiten**:
 - Empfänger ist im gleichen **Subnetz** bzw. **Segment**
-> direkte Auslieferung an Empfänger per Ethernet
 - Sonst: Auslieferung an den Router per Ethernet

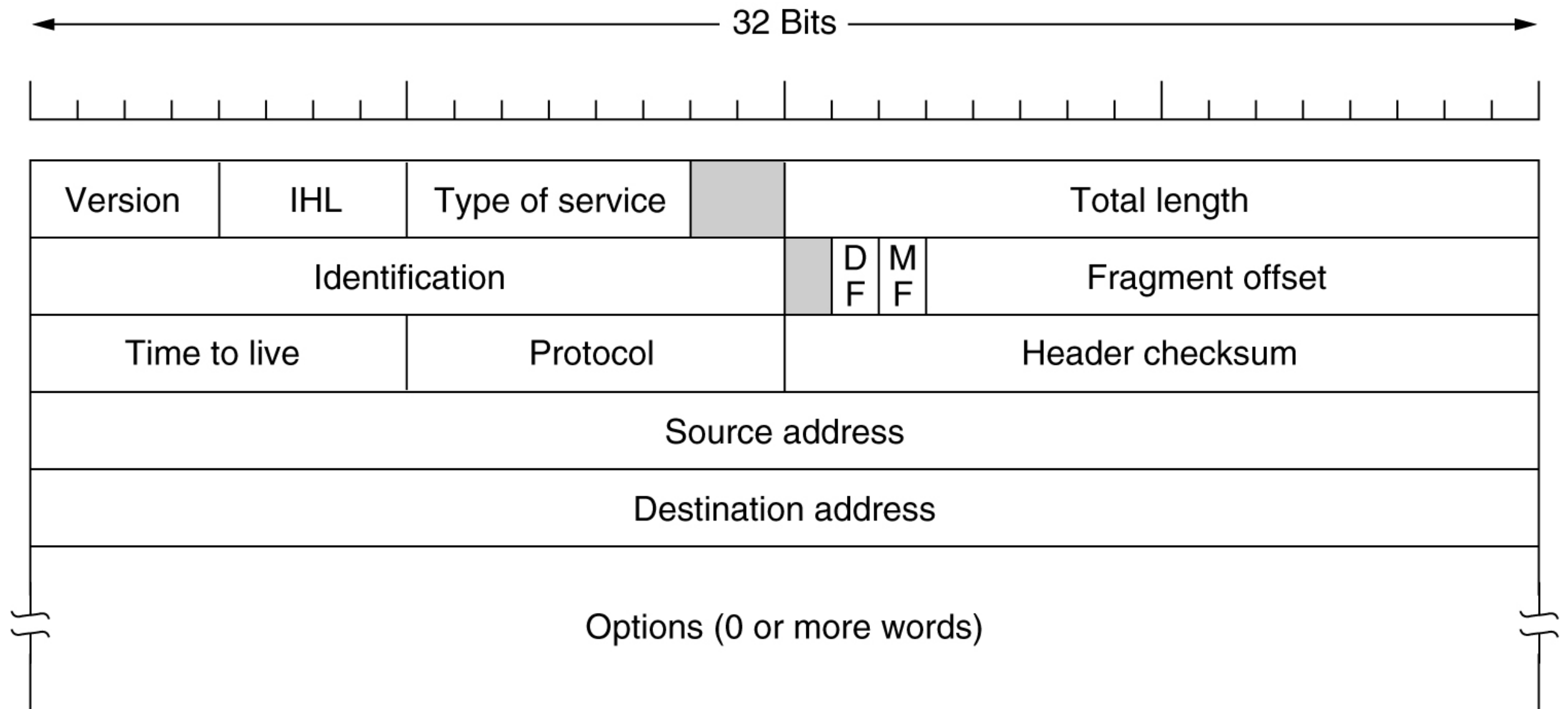
Vermittlung



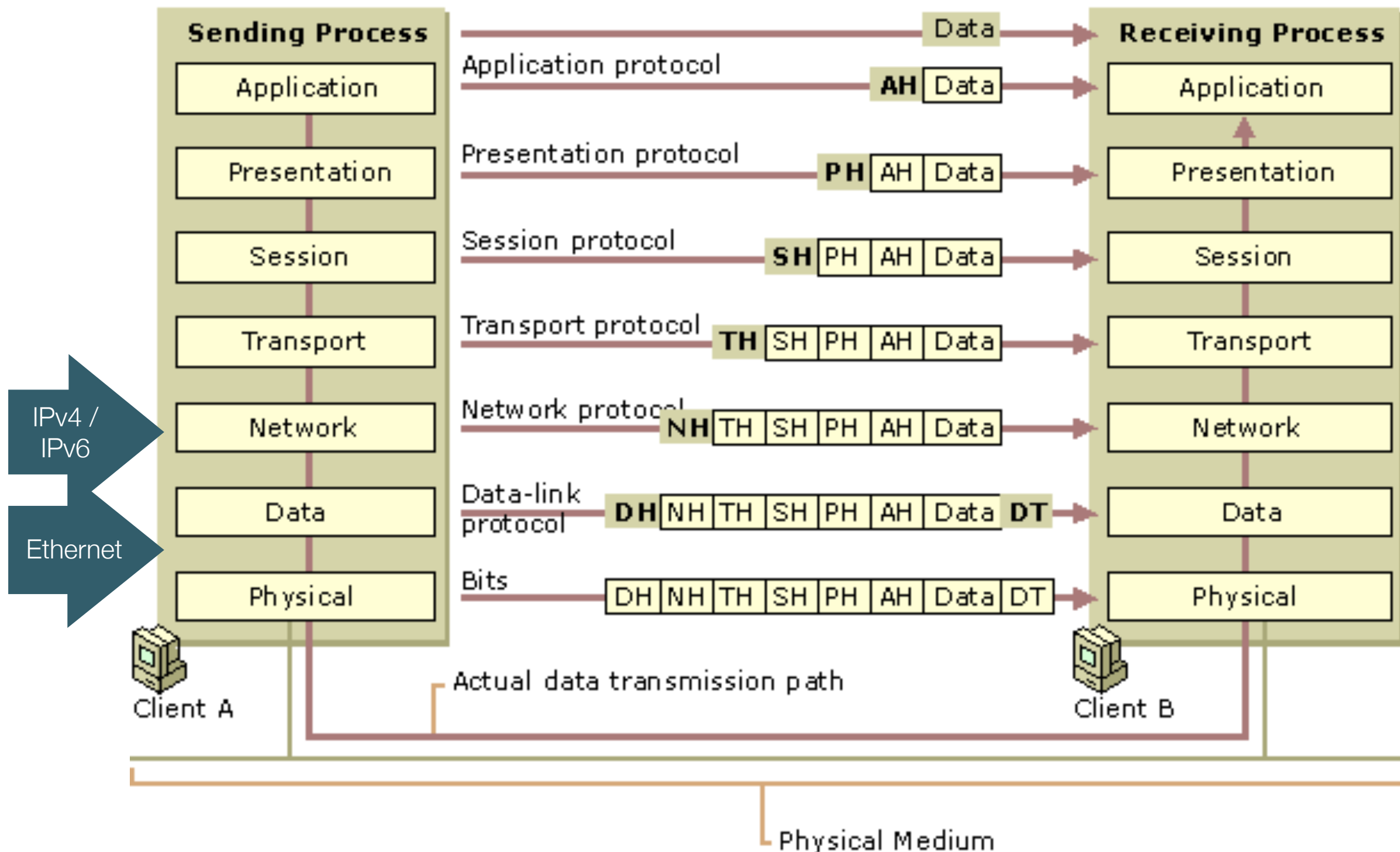
Internet Protocol

- *Internet Protocol Version 4 (IPv4)*
 - Seit den 70er Jahren Standard für Vermittlung im Internet (RFC 791)
 - 32 Bit für IP-Adresse = 4.3 Milliarden Adressen
 - Vergabe ganzer Adressbereiche an Organisationen, mittlerweile aufgebraucht
- *Internet Protocol Version 6 (IPv6)*
 - Einführung 1998, mittlerweile ca. 20% Verbreitung
 - Bessere Berücksichtigung von mobilen Geräten, Sicherheit und Skalierbarkeit des Routing

IPv4 - Paket



Protokolle



(from Microsoft TechNet)

IPv4 - Paket

- Übermittlung von Datagrammen mit flexibler Länge, maximale Größe 64kB
- Header ist üblicherweise 20 Byte lang
 - IP-Version, Länge des Headers, Länge der Nutzdaten
 - Diensttyp (TOS) für Priorisierung von wichtigen Paketen
 - Fragmentierung: IP-Paket wird in kleinere Teile zerlegt, welche separate Routen nehmen
 - Anzahl der Router, die maximal passiert werden dürfen (*time to live*)
 - Transportprotokoll, welches durch das IP-Paket übertragen wird
 - Quell- und Zieladresse

IPv6 - Paket

- Wieder Versand von Datagrammen mit maximal 64kB
- Quell- und Zieladresse mit jeweils 128 Bit
 - Geräteidentifikation immer mit den letzten 64 Bit
 - Darstellung als 8 Gruppen von jeweils 16 Bit
- Aufeinanderfolgende 0-Werte werden als „::“ ausgedrückt
 - 2001:0db8:0000:0000:0000:ff00:0042:8329 = 2001:db8::ff00:42:8329
- Optimierungen für Skalierbarkeit und automatische Adressvergabe

Routingtable

- Jeder Computer hat eine Routingtabelle
 - Option 1: IP-Adresse ist auf Layer 1/2 direkt erreichbar
-> MAC-Adresse in Tabelle vermerkt
 - Option 2: IP-Adresse ist auf Layer 1/2 nicht direkt erreichbar, da in anderem Netz
-> Paket an **Router / Default Gateway** weiterleiten, auch in Tabelle vermerkt
- Jeder Router hat ebenfalls eine Routingtabelle
 - Multiple LANs angeschlossen und in Tabelle verzeichnet
 - Ebenfalls *Default Gateway* eingetragen, falls Zielnetz nicht direkt angeschlossen
- Linux, Windows: `netstat -r`, MacOS X: `netstat -nr`

Routingstabelle auf dem Computer

```
macmini:~ troeger$ netstat -nr|grep -v en4|grep -v link
Routing tables
```

Internet:	Destination	Gateway	Flags	Refs	Netif	Expire
	default	192.168.178.1	UGSc	72	en0	
	default	192.168.178.1	UGScI	2	en1	
	169.254.206.120	20:a2:e4:88:a9:28	UHLSW	0	en0	!
	169.254.211.135	20:a2:e4:88:a9:28	UHLSW	0	en0	!
	169.254.224.0	48:51:b7:cd:88:6d	UHLSW	0	en0	!
	192.168.178.1	c8:e:14:65:7:ff	UHLWIir	15	en0	1172
	192.168.178.1	c8:e:14:65:7:ff	UHLWIir	1	en1	1068
	192.168.178.4	d8:9d:67:e4:74:b	UHLWI	0	en1	1063
	192.168.178.20	0:90:a9:e3:5f:93	UHLWIi	4	en0	1064
	192.168.178.20	0:90:a9:e3:5f:93	UHLWI	0	en1	1064
	192.168.178.24	44:d8:84:6a:f1:33	UHLWI	0	en1	1063
	192.168.178.31	82:c7:a6:d3:53:c1	UHLWI	0	en0	1064
	192.168.178.31	82:c7:a6:d3:53:c1	UHLWI	0	en1	1064
	192.168.178.72	0:17:88:67:d7:92	UHLWI	0	en0	1081
	192.168.178.72	0:17:88:67:d7:92	UHLWI	0	en1	1081
	192.168.178.74	ac:6f:bb:56:cd:6c	UHLWI	54	en0	1068
	192.168.178.151	90:8d:6c:3c:55:27	UHLWI	1	en0	1092
	224.0.0.251	1:0:5e:0:0:fb	UHmLWI	0	en0	
	239.255.255.250	1:0:5e:7f:ff:fa	UHmLWI	0	en0	14752
	239.255.255.250	1:0:5e:7f:ff:fa	UHmLWI	0	en1	6

Default Gateway

LAN

WLAN

MAC-Adresse

Routingtable auf dem Router

- Jeder Router ist für einen anderen Router der **default gateway**
- Es entsteht eine Vermittlungskette
- Problem: Router kann nicht jede denkbare Zieladresse in Tabelle speichern
 - Welchen seiner Ethernet-Anschlüsse soll er zum Senden nehmen?
 - IP-Teilnehmer werden in logische Gruppen eingeteilt -> **Subnetz**
 - Router leiten Pakete an Subnetze weiter, nicht an einzelne Rechner
- Analogie: Vermittlung der Post durch Postleitzahlen

Fortsetzung folgt ...