

# Web II

Andreas Schärer

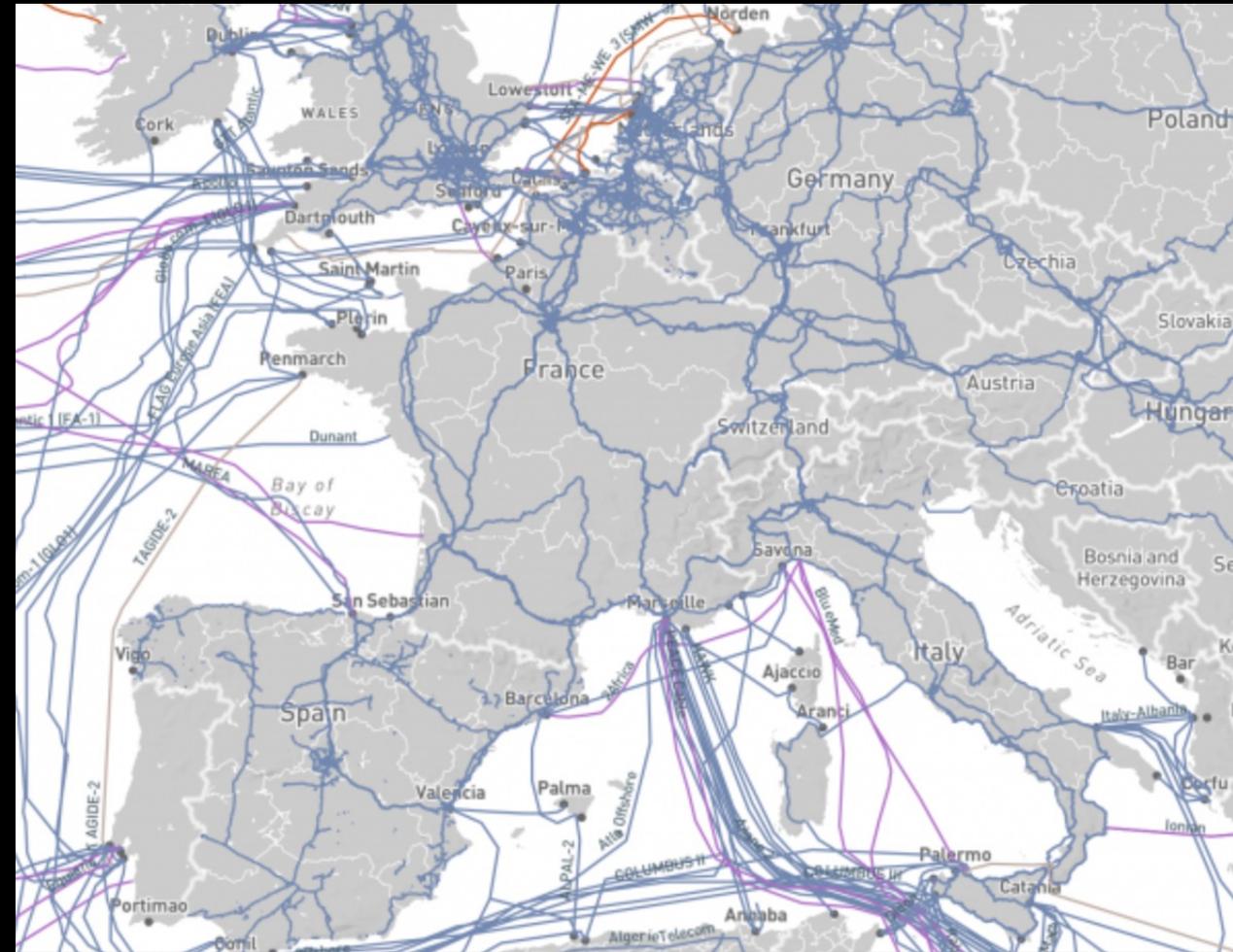
Netzwerke & Internet

# Das Internet

Lektion 5: Was ist das Internet? Client & Server. Protokolle

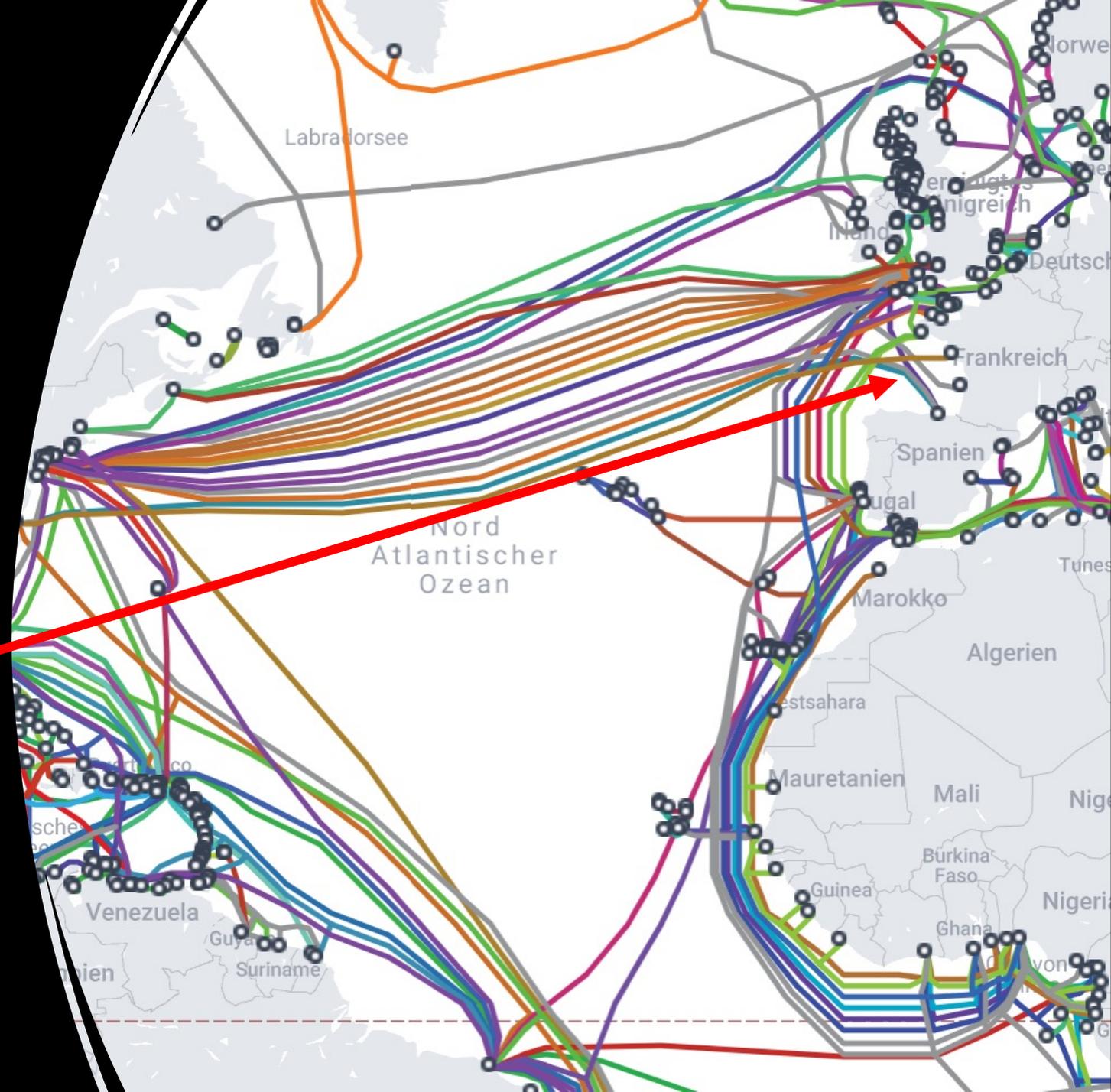
# Internet

- Frage: **Was** ist das Internet?
- Ein **Netz** von kleinen und grossen Verbindungen
  - lässt sich wie ein **Strassennetz** vorstellen
  - kleine Verbindungen (vom Haus zur Zentrale, innerhalb der KSR)
  - mittlere Verbindungen (KSR-Provider)
  - grosse Verbindungen (Romanshorn-Amriswil)
  - grösste (Zürich-Frankfurt, Unterseekabel)



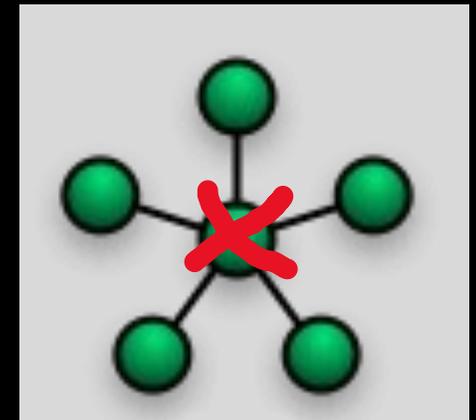
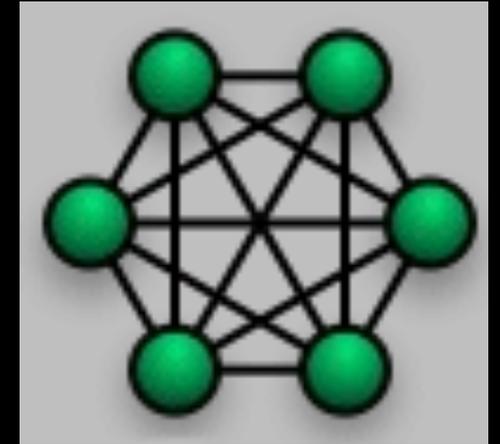
# Unterseekabel

- Durchmesser: 4-5cm
- MAREA
  - Leistungsfähigstes Unterseekabel
  - USA <-> Spanien
  - Gehört Microsoft & Meta
  - Kapazität: 160 Terabit/s
  - Entspricht über 70 Millionen HD-Filmen *gleichzeitig*
- [www.submarinecablemap.com](http://www.submarinecablemap.com)



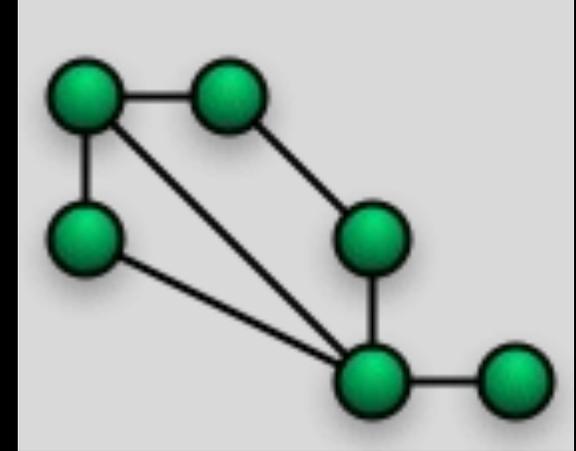
# Topologie des Internets

- Wie verbindet man Geräte im Internet miteinander?
- **Variante 1: Direkte Verbindung**
  - Alle Geräte im Internet direkt miteinander verbunden
  - Ist beliebte Fehlvorstellung
  - Problem?
    - Ca. 30 Milliarden Geräte
    - -> viel zu viele Verbindungen / Kabel
- **Variante 2: Stern-Topologie**
  - Vorteil?
    - Maximal Effizient: minimale Anzahl Verbindungen, tiefe Kosten
  - Problem?
    - Sehr fehleranfällig. Bsp. ein Terroranschlag -> ganzes Internet lahmlegen



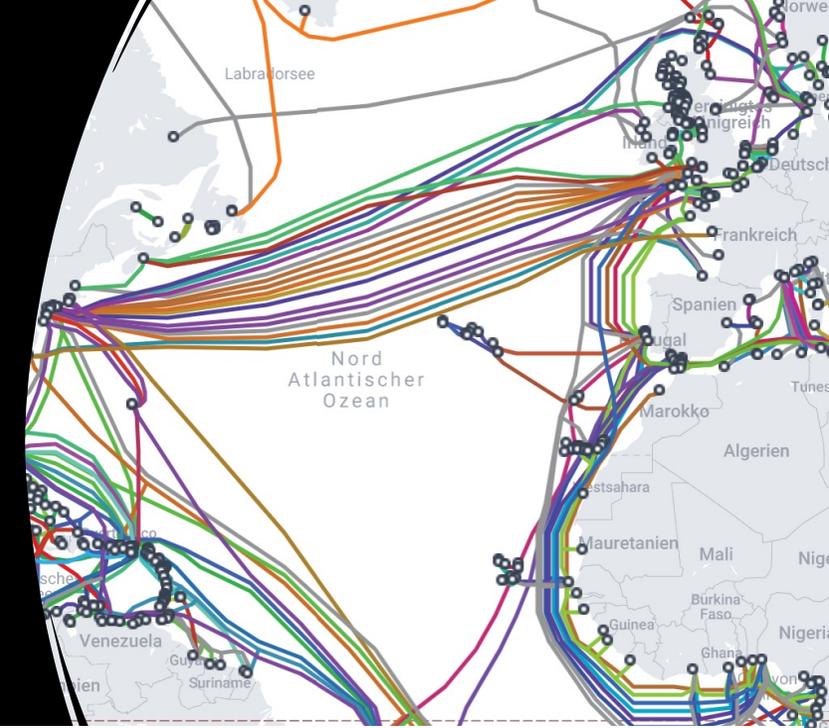
# Topologie des Internets

- **Variante 3: Netz-Topologie**
  - **Kompromiss** der anderen beiden Varianten:
    - Einzelne Geräte über einen Anschluss verbunden (meistens)
    - Redundanz auf wichtigen Abschnitten
  - **Tatsächliche Topologie** des Internets



# Topologie des Internets

- Es gibt trotzdem noch Flaschenhälse ...
- ... z.B. Unterseekabel: wenige Kabel für sehr viele Geräte
- Gefahren:
  - Anker, Schleppnetze, Bagger
  - Erdbeben
  - Sabotage



watson 13°

Schweiz International Wirtschaft Sport Leben Spass Digital Wissen Blogs Quiz Videos Promotionen



Die Bewohnerinnen und Bewohner der Shetland-Inseln waren am Donnerstag von einem Totalausfall der Kommunikationsverbindungen zum Festland betroffen. bild: shutterstock

## Unterseekabel beschädigt – Telefon und Internet auf Shetland-Inseln ausgefallen

© 20.10.2022, 14:40

News folgen

 **Alex Tiffin**  
@RespectsVital · Folgen

The cable between Shetland and the Faroe Islands was "damaged" last week & is still being repaired.

The remaining cable between Shetland and Orkney has now gone offline, leaving the islands cut-off.

The cause of the damage has not been ascertained.

**The subsea cables to Shetland are both damaged**



12:47 nachm. · 20. Okt. 2022

## Vietnam's submarine cable system broken down once again

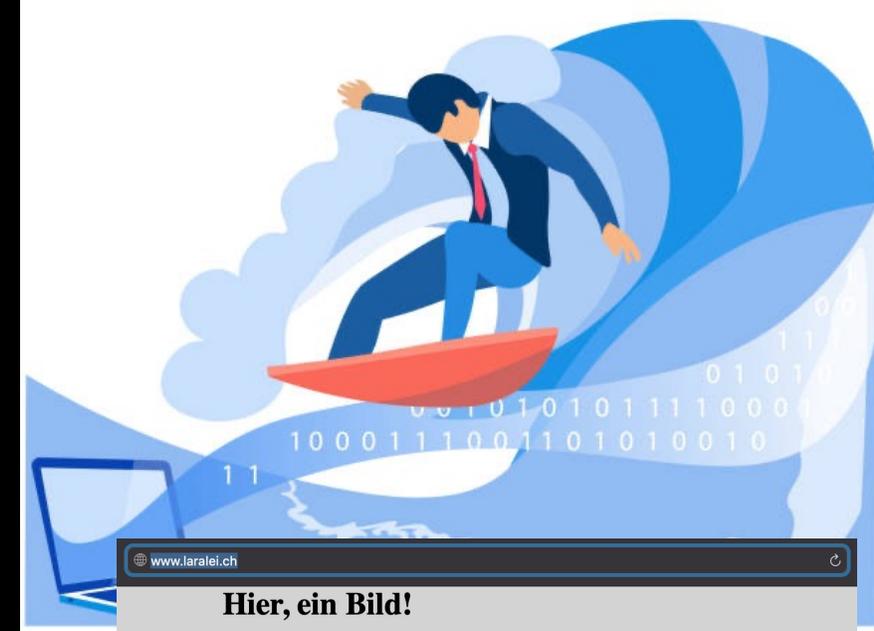
ChandraGarra04



One of the major submarine cable systems broke down once again early this week, resulting in sluggish Internet speed in Vietnam.

# Client & Server

- Was passiert, wenn ich im Internet **surfe**?
- Beispiel: Besuche die Website [www.laralei.ch](http://www.laralei.ch)
  - Inhalt der Website ist auf **Server** irgendwo gespeichert.
  - **Client** (Browser) macht über Internet Anfrage bei Server ...
  - dieser schickt Daten der Website an Client ...
  - wo sie dann angezeigt werden.
- Essenziell für Internet: **Kommunikation** zwischen Client und Server
- Kommunikation wird in **verschiedene Schichten** unterteilt ...
- und mit verschiedenen **Protokollen** geregelt

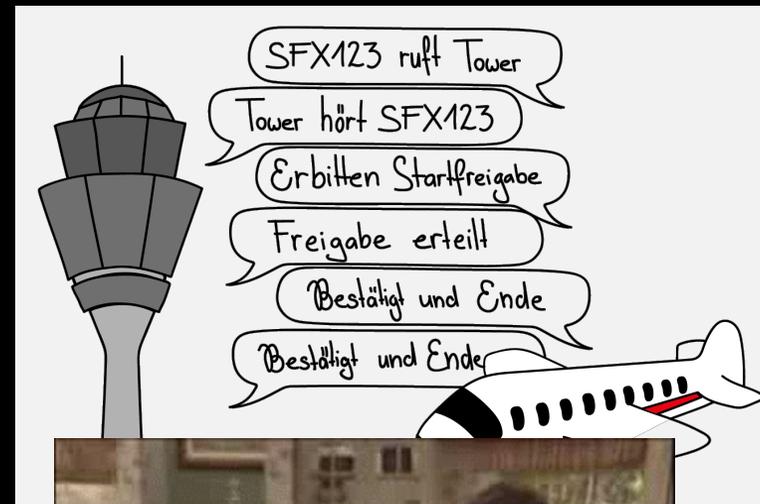


# Protokolle

- **Protokoll im Allgemeinen: Regeln, die Kommunikation festlegen:**

- zeitlicher Ablauf
- Format der Nachrichten

- **Beispiel 1: Protokoll im Flugverkehr**



- **Beispiel 2: Begrüssungen**

- Hand geben, drei Küsschen, ...



# Protokolle

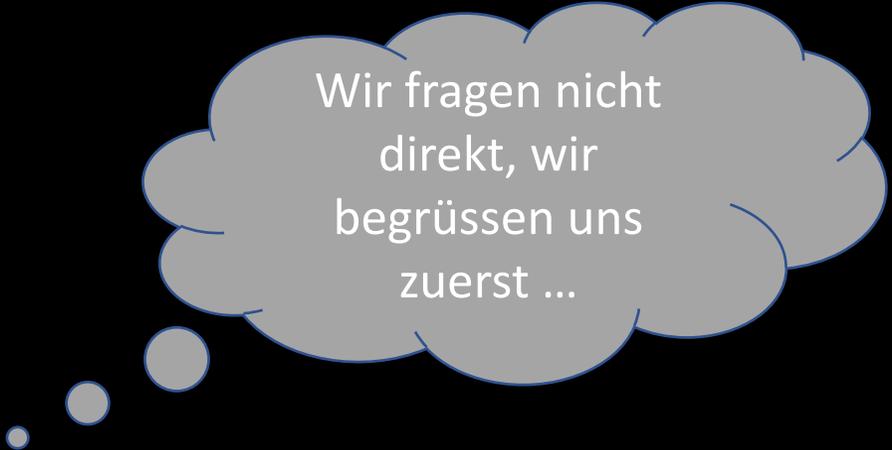
- **Beispiel 3: menschliches Gespräch**
- Aufgabe: Nach der Zeit fragen

«Guten Tag, darf ich Sie etwas fragen?»

«Wie spät ist es?»

«Entschuldigung, ich habe Sie nicht verstanden.»

«Danke und einen schönen Tag, tschüss.»

A grey thought bubble with a blue outline and three small circles leading to it from the bottom left. It contains the text: "Wir fragen nicht direkt, wir begrüßen uns zuerst ...".

Wir fragen nicht  
direkt, wir  
begrüßen uns  
zuerst ...

«Hallo, klar, schiessen Sie los!»

«Es ist 14:15 Uhr.»

«Es ist 14:15 Uhr.»

«Kein Problem, Ihnen auch, wiedersehen!»

# Protokolle

- **Beispiel 4: Tod der Queen**



Queen Elizabeth II. ist im Alter von 96 Jahren gestorben. Anschließend setzte sich ein akribisch geplanter Ablauf in Gang. Das Protokoll "London Bridge is down" regelt nicht nur die Beerdigung der Königin, sondern auch die Krönung ihres Sohnes Prinz Charles.

In dem Moment als Königin Elizabeth II. starb, setzte sich eine minutiös geplante Maschinerie in Gang. Der Code lautete "London Bridge is down". Das Protokoll für den Tod von Prinz Philip im April hieß "Forth Bridge".

## **DONNERSTAG, 8. SEPTEMBER: DER TAG, AN DEM DIE QUEEN STARB**

Der Tag, an dem Elizabeth II. starb, wäre eigentlich der sogenannte "D-Day" gewesen. Doch da der Tod der Queen erst am Donnerstagabend bekannt gegeben wurde, gilt nun der Freitag (9. September) nach Angaben der britischen Nachrichtenagentur PA als D-Day, um die komplexe Planung zu erleichtern.

Hier die voraussichtlich nächsten Schritten, die sich gegebenenfalls noch ändern können. Den endgültigen Plan wird der Palast noch veröffentlichen.

Noch am **Donnerstag** (Tag 0) informierte der Privatsekretär der Queen als erstes die Premierministerin. Es fiel das Codewort "London Bridge is down" (= London Bridge ist eingestürzt). Danach lief eine "Anruflkaskade" an.

Sobald die Regierung informiert war, meldete die britische Nachrichtenagentur PA den Tod der Queen in einer Blitzmeldung. Das Königshaus veröffentlichte eine offizielle Mitteilung.

Innerhalb von zehn Minuten wurden an allen öffentlichen Gebäuden die Fahnen auf halbmast gesenkt.

# Client & Server

- **Kommunikation** zwischen Client und Server auf **oberster Ebene**
- -> passiert noch mehr, später mehr dazu



```
GET / HTTP/1.1  
Host: laralei.ch
```



```
HTTP/1.1 200 OK  
Date: Tue, 16 Nov 2021 22:37:57 GMT
```

```
Content-Type: text/html
```

```
<html>  
<head>  
  <title>Laralei &mdash; Lach Doch Mal  
  <link rel="stylesheet" href="style.c  
</head>
```



# Client & Server

- Browser (Client) und Server führen ein «**Gespräch**» in **HTTP**
- **HTTP: Hypertext Transfer Protocol**
- Protokoll um Webseiten von Server im Web in Browser auf Client zu laden
- Browser:
- Server:

```
GET / HTTP/1.1  
Host: laralei.ch
```

Protokoll  
(Metadaten)

```
HTTP/1.1 200 OK  
Date: Tue, 16 Nov 2021 22:37:57 GMT
```

Payload  
(Nutzlast)

```
Content-Type: text/html  
  
<html>  
  <head>  
    <title>Laralei &mdash; Lach Doch Mal  
    <link rel="stylesheet" href="style.d
```

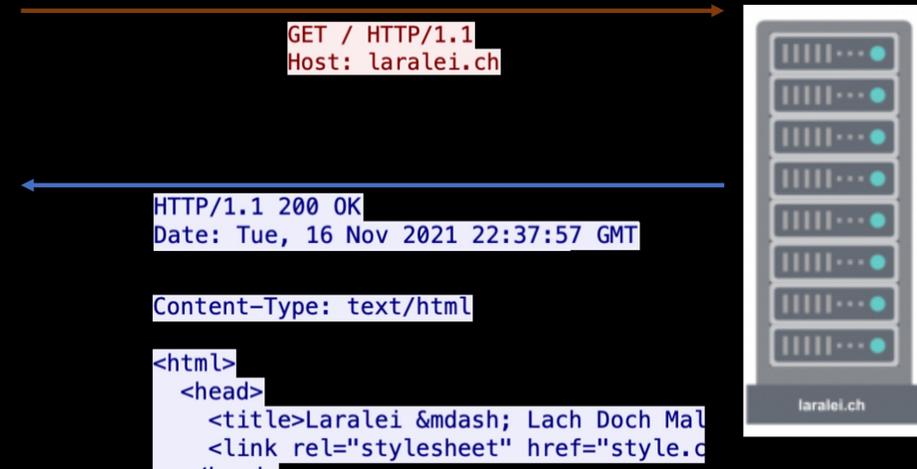
# Aufgaben A

Siehe Wiki

# Schichtenmodell & Adressen im Netz

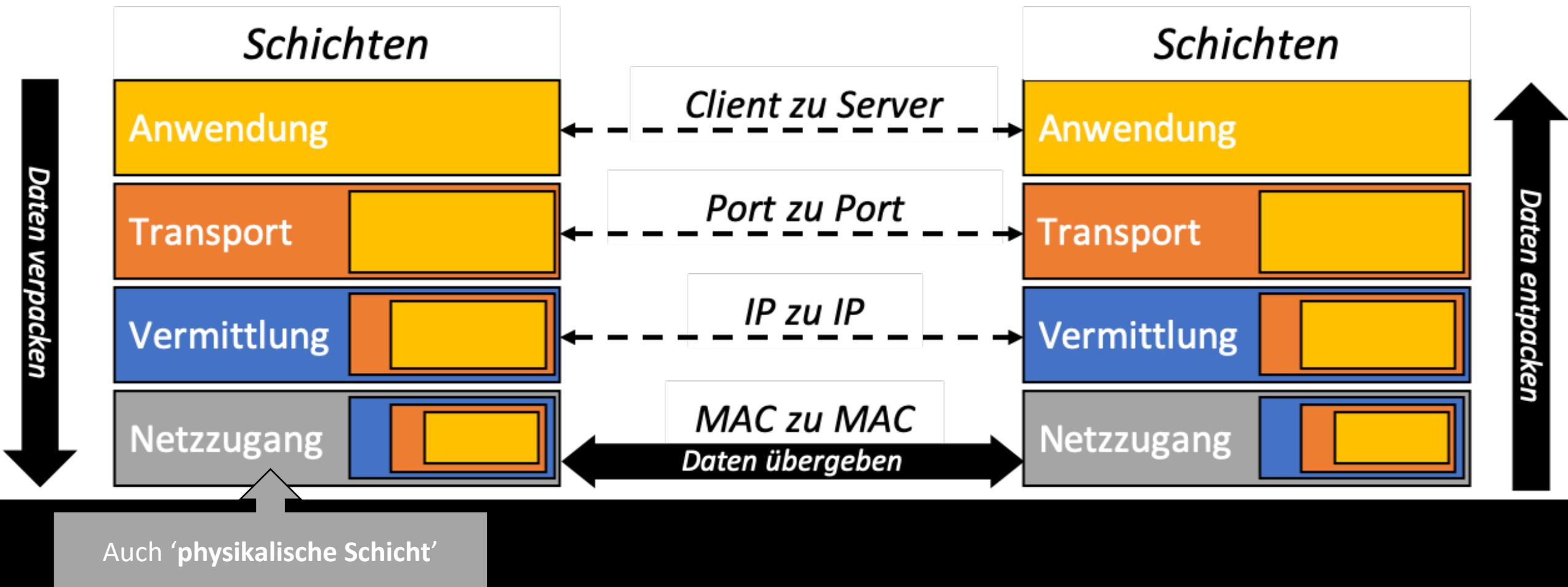
Lektion 6: Schichtenmodell, Subnetze, IP & Netzmaske

# Schichtenmodell



- Website aufrufen:
  - Browser (Client) sendet HTTP GET-Request an Server
  - ... dieser schickt Website
- Doch es passiert noch viel mehr ...
- Fragen:
  - Wie wird Server (irgendwo auf Erde!), der Website hostet, gefunden?
  - Wie wird Verbindung über Kontinente hinweg aufgebaut?
  - Wie wird sichergestellt, dass alles korrekt von Server auf Client geladen wird?
- Unterteilt Zuständigkeiten in vier verschiedene **Schichten**
- Jede hat ihren Zuständigkeitsbereich
- -> **Schichtenmodell**

# Schichtenmodell



# Schichtenmodell: Paket-Analogie

- Analogie: Einige Tische der KSR sollen an eine Schule in Basel versendet werden



- Damit reibungsfrei funktioniert, machen wir Arbeitsaufteilung
- -> vier **Schichten**
- -> welche **Protokolle** befolgen
- Die vier Schichten für diesen Auftrag ...

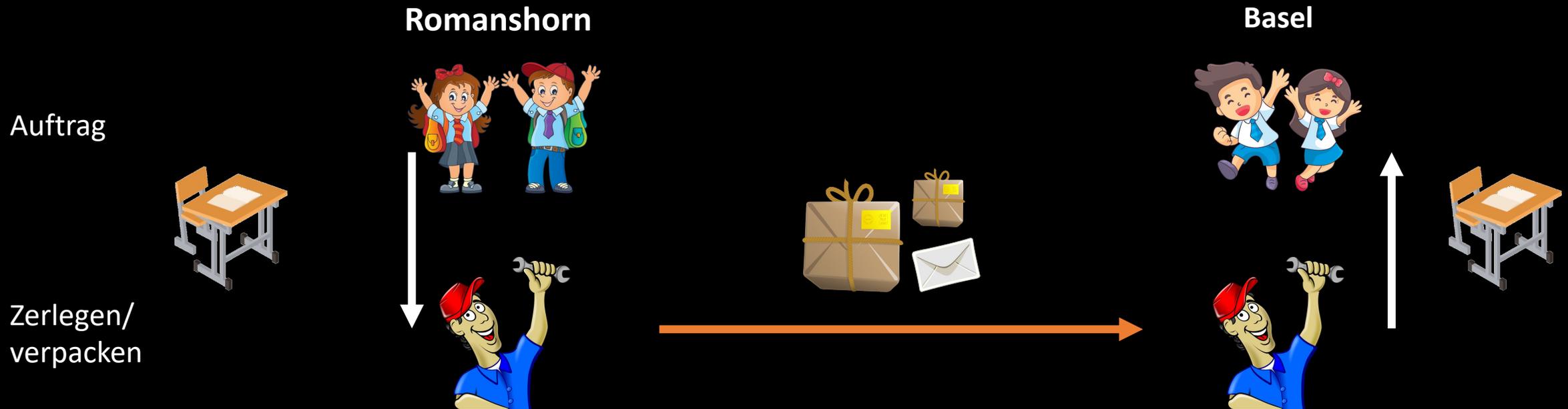
# Paket-Analogie: 1. Anwendungsschicht

- Was will Benutzer:in/Programm eigentlich?
- Analogie: geht es darum, Möbel von einem Schulhaus zum anderen zu transportieren
- Für Personen in Anwendungsschicht (z.B. Schulleitung, LP, SuS):  
Tische werden verschickt (KSR), Tische werden geliefert (Basel)
- Es interessiert sie nur dies, Details vom Transport sind ihnen egal



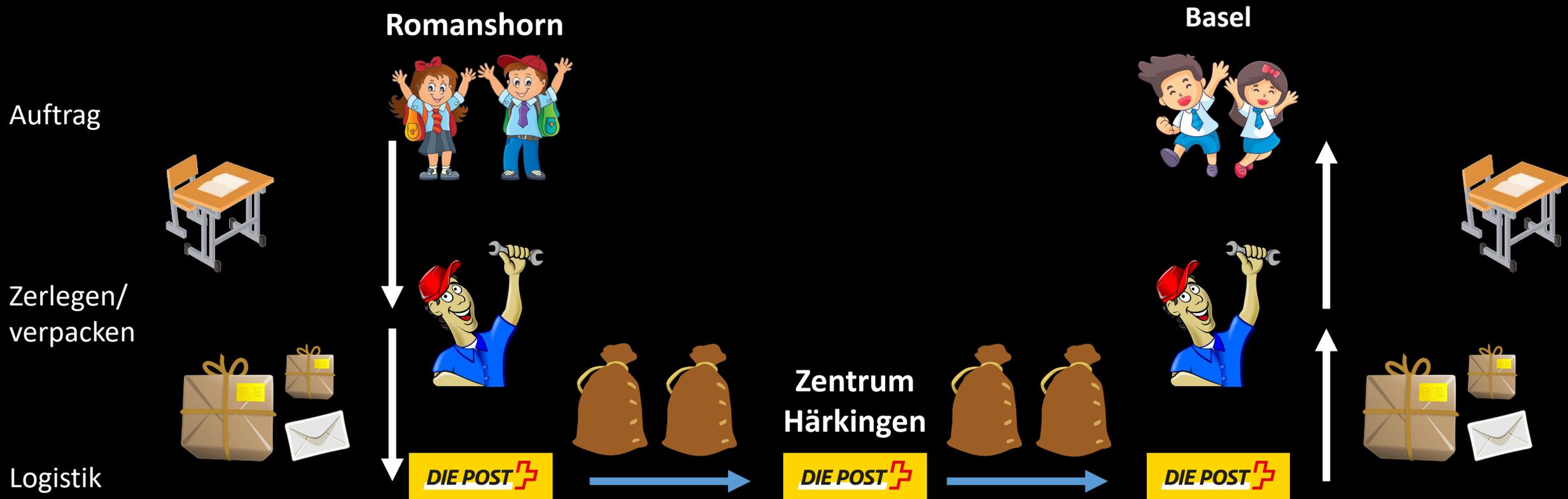
# Paket-Analogie: 2. Transportschicht

- **Datenpakete verwalten**
- **Hausdienst** stellt sicher, dass Tische korrekt in Einzelteile zerlegt und verpackt wurden ...
- ... und stellt Lieferschein aus
- Falls Teile verloren gingen, fragt Hausdienst aus Basel bei KSR nach und Teile werden nochmals verschickt, bis alles komplett angekommen ist



# Paket-Analogie: 3. Vermittlungsschicht

- End-zu-Ende-Vermittlung der Pakete
- Analogie: Post
- Versand an richtige Adresse über richtige Knotenpunkte (z.B. Paketsortierzentrum)



# Paket-Analogie: 4. Physikalische Schicht

Romanshorn

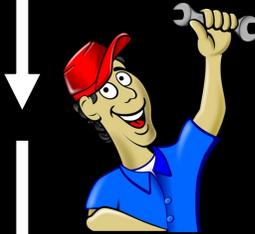
Basel

Auftrag



- Transport von Knoten zu Knoten
- Analogie: Lastwagen

Zerlegen/  
verpacken



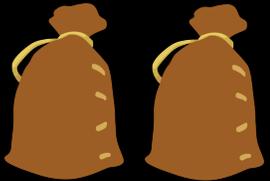
Logistik



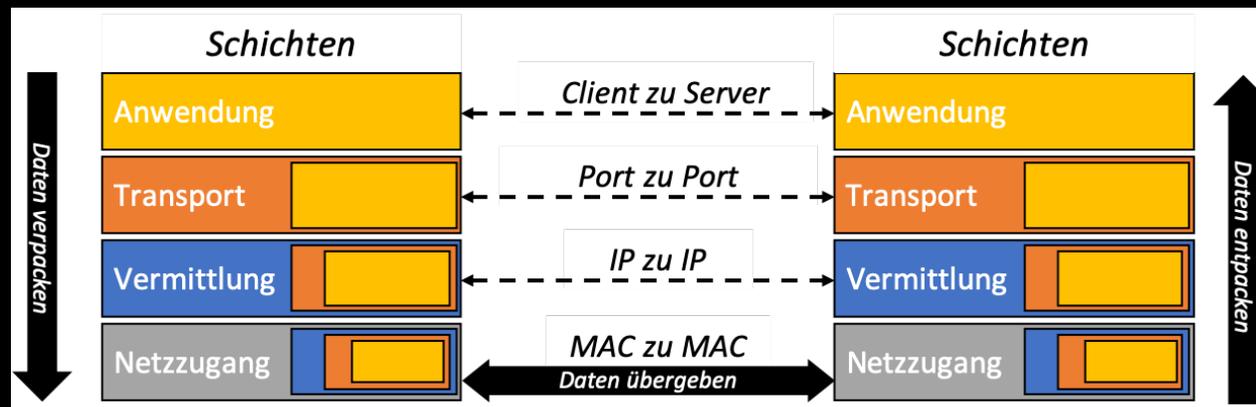
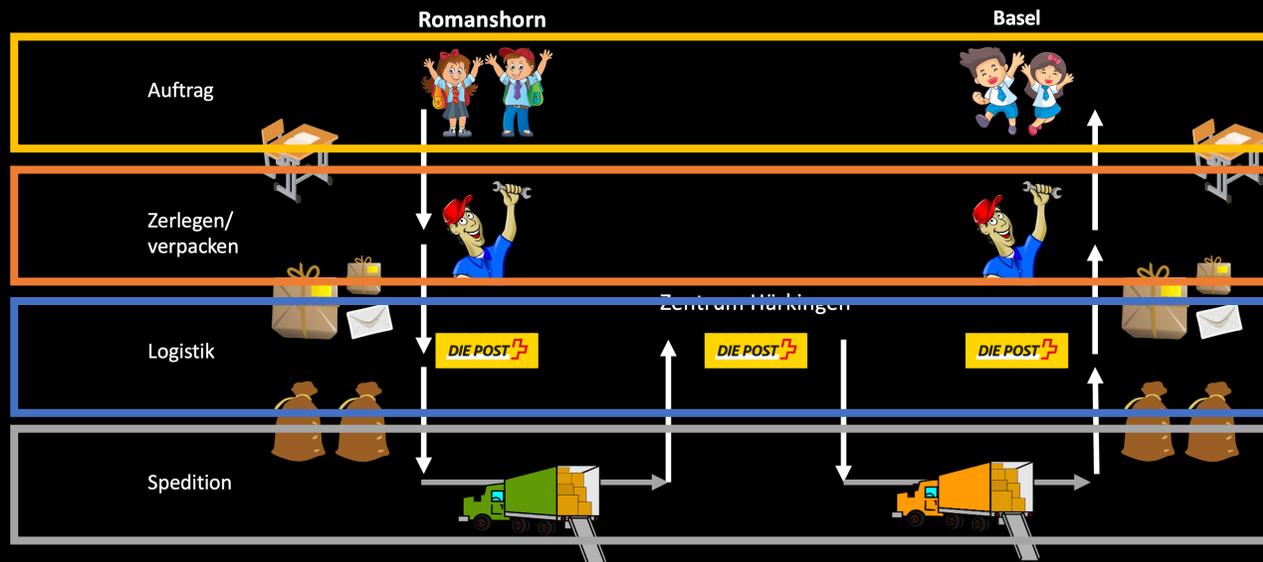
Zentrum Härkingen



Spedition



# Paket-Analogie: Schichtenmodell



- **Idee Schichtenmodell:** Aufteilung der Zuständigkeitsbereiche
- Eine Schicht (z.B. Hausdienst) interessiert nicht, was andere Schichten (z.B. Post) im Detail machen, solange sie ihren Job erledigen
- **Vorteil:** Änderungen in einer Schicht (z.B. Lastwagen -> Zug, Drohnen) beeinflussen andere Schichten nicht

# Schichtenmodell

- Schichtenmodell für Aufruf von Website
- Client (Browser) schickt HTTP GET-Anfrage an Server
- Was passiert dabei auf verschiedenen Ebene des Schichtenmodells?
- Es wird Schritt für Schritt ein **Datenpaket** zusammengestellt ...
- Mithilfe der **TCP/IP**-Protokollfamilie:
  - TCP: Transmission Control Protocol, also Übertragungssteuerungsprotokoll (2. Transportschicht)
  - IP: Internet Protocol (3. Vermittlungsschicht)
- Paket wird dann (über Umwege) dem Server übermittelt
- Stellen nun Datenpaket zusammen ...

# 1. Anwendungsschicht

Client ⚙️

Router ⚙️

Server ⚙️

Anwendungsschicht

GET /index.html  
HTTP/1.1 Host: www.nksa.ch

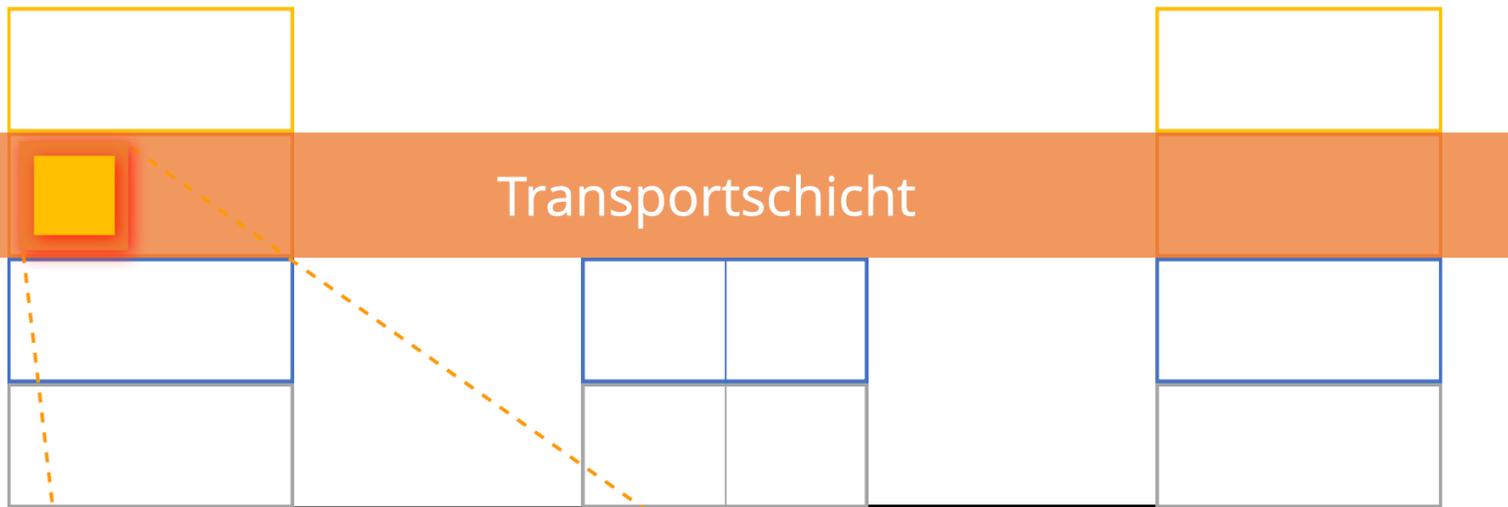
- Korrekt formulierter GET-Request für Website

# 2. Transportschicht

Client ⚙️

Router ⚙️

Server ⚙️



Quellport	99
Zielport	80
SYN   ACK   FIN	1   0   0
Sequenznummer	1 / 1

GET /index.html  
HTTP/1.1 Host: www.nksa.ch

- Analogie: Hausdienst
- «Gespräch» wird koordiniert und gewissermassen 'verpackt'
- Quell- und Zielport festgelegt
- Port: Adressen für versch. Anwendungen:
  - TCP 80: HTTP
  - TCP 25/587: Mail
- Pakete nummerieren

# 3. Vermittlungsschicht

Client ⚙️

Router ⚙️

Server ⚙️

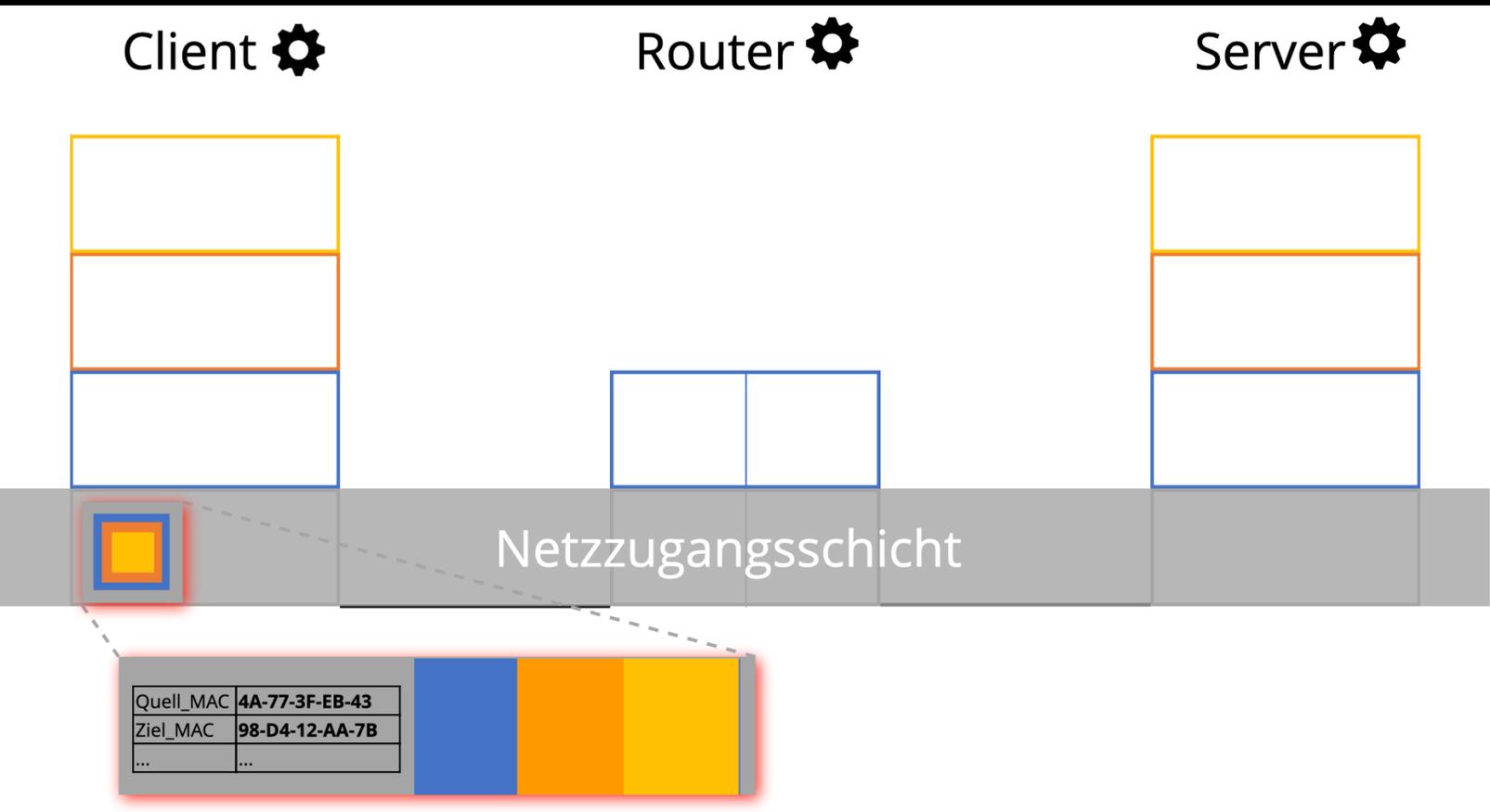


Vermittlungsschicht

Quell_IP	1.2.3.4
Ziel_IP	3.3.5.4
...	...

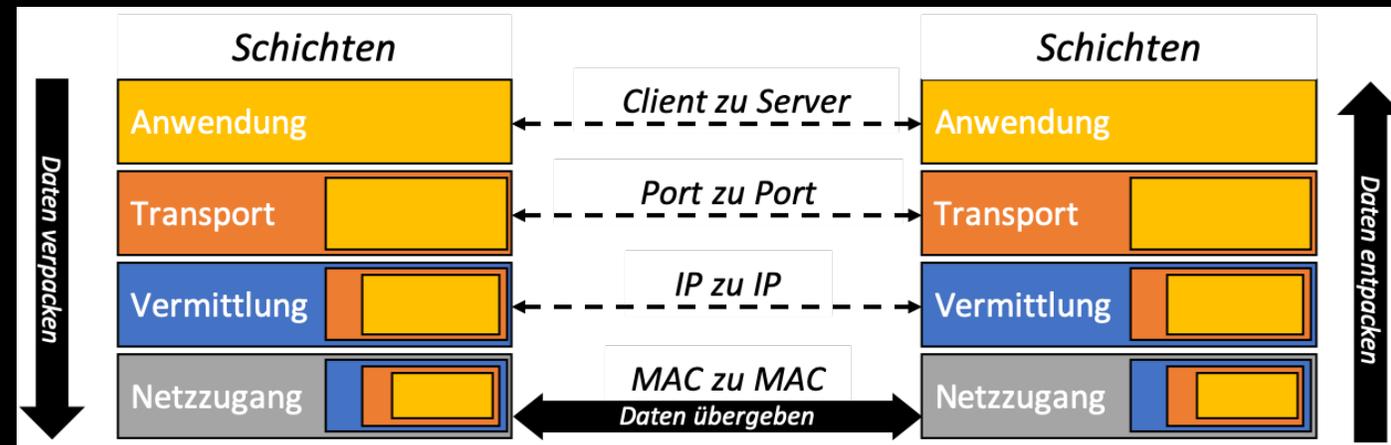
- Analogie: Post
- Sender und Empfänger aus verschiedenen Subnetzen verbinden
- Quell- & Ziel-IP Adresse
- **IP-Adresse:** Adresse von Gerät in Internet

# 4. Physikalische Schicht / Netzzugangsschicht



- Analogie: Lastwagen
- Übergabe von einer Netzwerkkarte an andere
- **MAC-Adresse:** *eindeutige* Hardware-Adresse von jedem Netzwerkadapter (hat nichts mit Apple-Computer zu tun)

# Schichtenmodell: Datenpaket

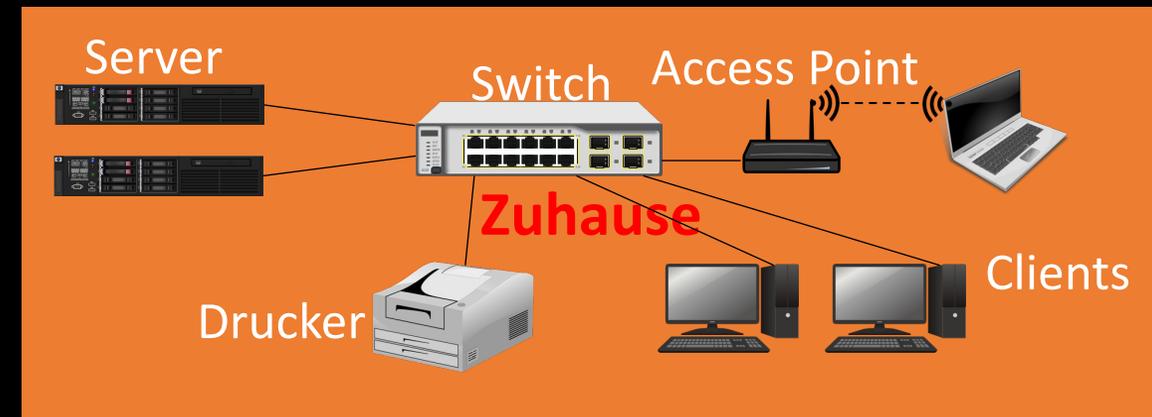


Ethernet frame		IP-Header		TCP-Header		HTTP-Request
Quell_MAC	4A-77-3F-EB-43	Quell_IP	1.2.3.4	Quellport	99	GET /index.html HTTP/1.1 Host: www.nksa.ch
Ziel_MAC	98-D4-12-AA-7B	Ziel-IP	3.3.5.4	Zielport	80	
...	...			SYN   ACK   FIN	1   0   0	
				Seqencnr	1 / 1	

- Bei Ankunft an Zielort wird Datenpaket entpackt: Zuerst 'Ethernet-Frame' der physikalischen Schicht, ...
- Essentiell: **Adressen** von Geräten im Internet: IP & Mac
- Um besser zu verstehen, müssen anschauen, wie **Netzwerke** aufgebaut sind

# Netzwerk

- **Subnetz:** Zusammenschluss mehrerer Geräte (Computer, Drucker, ...)
- Z.B. an KSR, Zuhause, in Firma, ...
- Geräte können direkt miteinander kommunizieren (ohne Internet)
- Jedes Gerät in Netzwerk hat eigene (lokale) **IP-Adresse**, z.B.:
  - Laptop: 192.168.1.106
  - Smartphone: 192.168.1.127
- Pro IP-Adresse (IPv4) 4 Bytes: von 0.0.0.0 bis 255.255.255.255

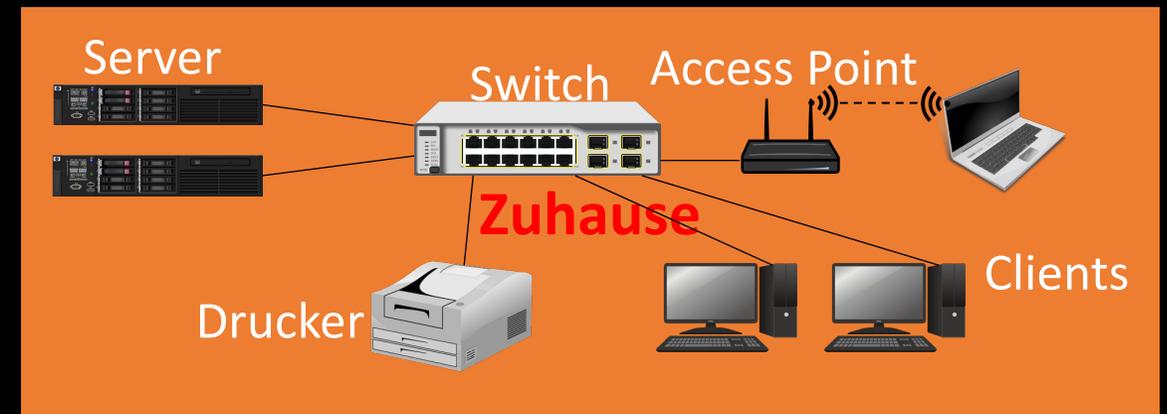


# Netzwerk

- IP auf Computer abfragen:  
(sca zuhause)

IPv4-Adresse: 192.168.1.106  
Teilnetzmaske: 255.255.255.0

- Was bedeutet (Teil)Netzmaske?
- **Netzmaske** gibt an, wie viele Stellen in IP von allen Geräten im Netzwerk übereinstimmen müssen



# Netzwerk

IPv4-Adresse: 192.168.1.106

Teilnetzmaske: 255.255.255.0

- IP & Netzmaske von Computer:

- IP: 192.168.1.106 = 11 00 00 00. 10 10 10 00. 00 00 00 01. 01 10 10 10
- Maske: 255.255.255.0 = 11 11 11 11. 11 11 11 11. 11 11 11 11. 00 00 00 00

Netzbereich

Hostbereich

- IP aller Geräte in diesem Subnetz stimmen in ersten 3 Bytes überein:
  - Laptop: 192.168.1.106
  - Smartphone: 192.168.1.127
- Achtung: zwei IP-Adressen im erlaubten Bereich werden nicht vergeben an Hosts, da für andere Zwecke reserviert, später mehr dazu

# Aufgaben B

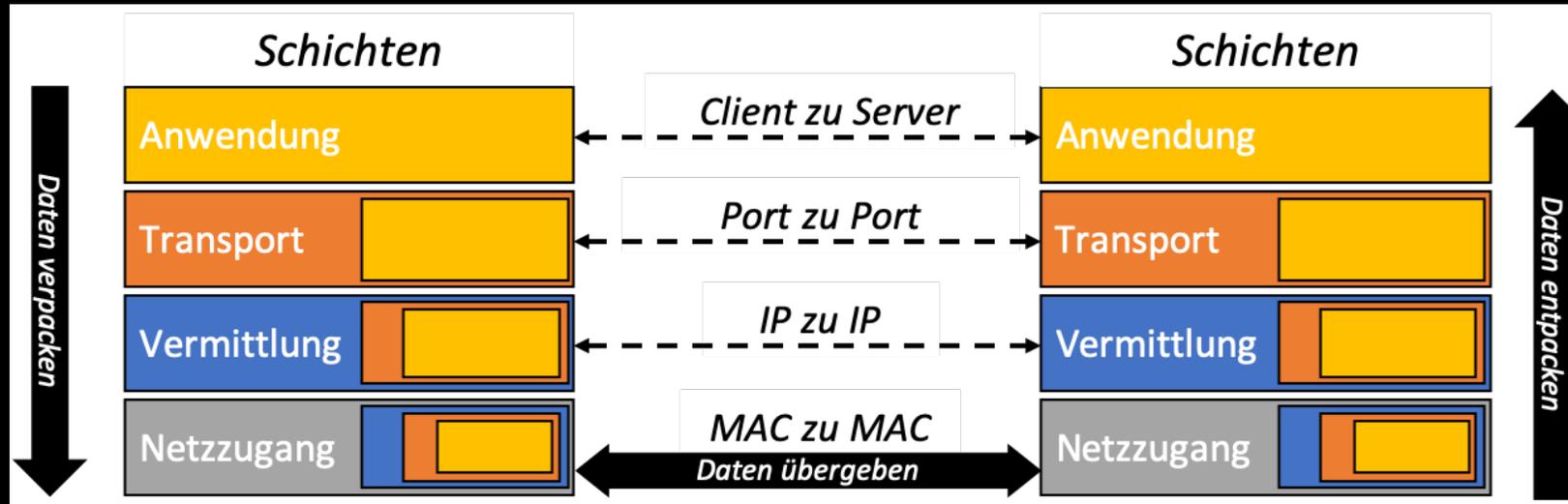
- Siehe Wiki
- HA: B1 & B2

# Vom Subnetz zum Internet

Lektion 7

# Warm-Up I

- Was besagt das Schichtenmodell und wozu wird es im Internet Schichtenmodell verwendet?



	Ethernet frame	IP-Header	TCP-Header	HTTP-Request		
Quell_MAC	4A-77-3F-EB-43	Quell_IP	1.2.3.4	Quellport	99	GET /index.html HTTP/1.1 Host: www.nksa.ch
Ziel_MAC	98-D4-12-AA-7B	Ziel-IP	3.3.5.4	Zielport	80	
...	...			SYN   ACK   FIN	1   0   0	
				Seqencnr	1 / 1	

# Warm-Up II

- MAC-Adresse vs. IP-Adresse:
  - Gemeinsamkeiten?
  - Unterschiede?
- Antwort:
  - Beides Adressen im Internet
  - MAC-Adresse:
    - Auf Netzzugangsschicht (unterste)
    - Weltweit *eindeutige* Hardware-Adresse von jedem Netzwerkadapter
  - IP-Adresse:
    - Auf Vermittlungsschicht
    - Nicht zwingend eindeutig (z.B. lokale IPs in Subnetzen)
    - Kann ändern für gleiches Gerät
    - Wenn z.B. defektes Gerät in Netzwerk ersetzt durch neues Gerät, IP bleibt gleich (MAC aber nicht)

# Warm-Up III

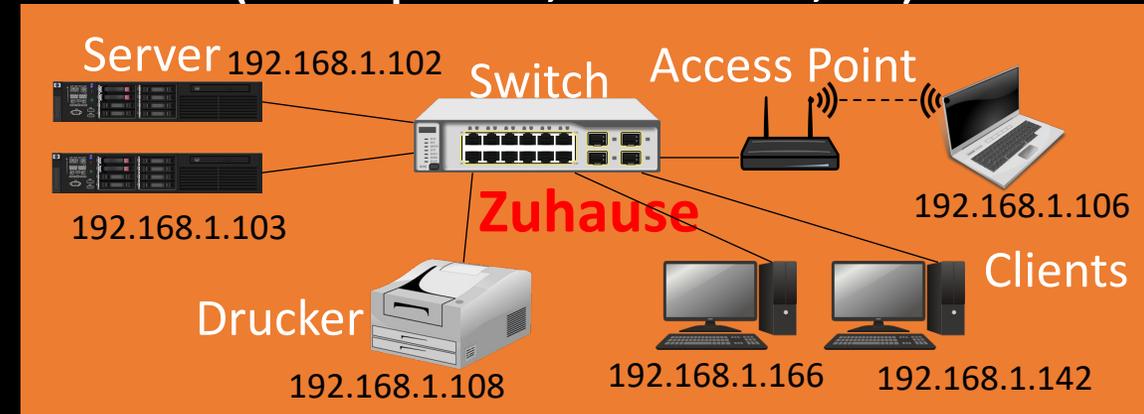
- Was ist die Subnetzmaske in einem Netzwerk?

IPv4-Adresse: 192.168.1.106

Teilnetzmaske: 255.255.255.0

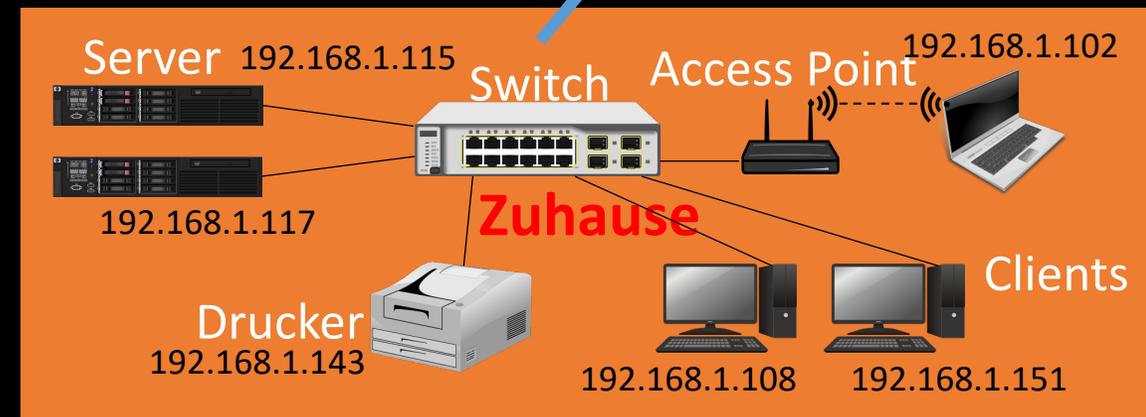
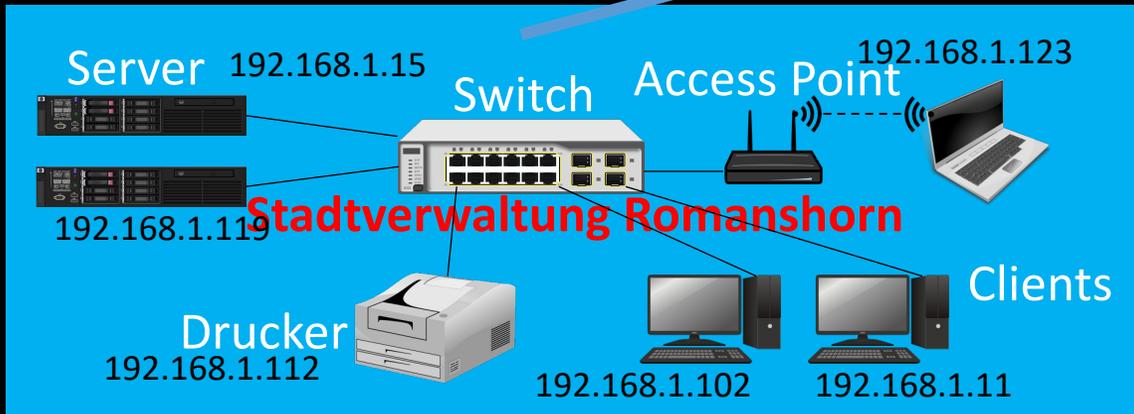
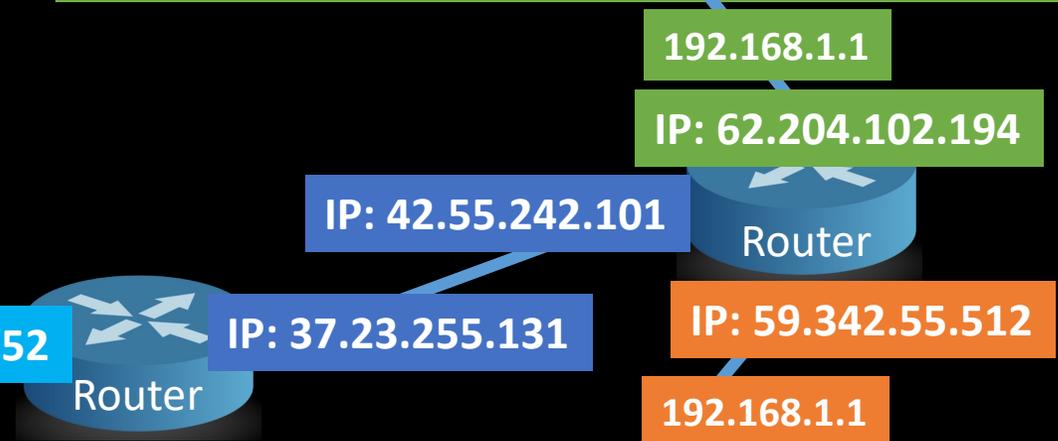
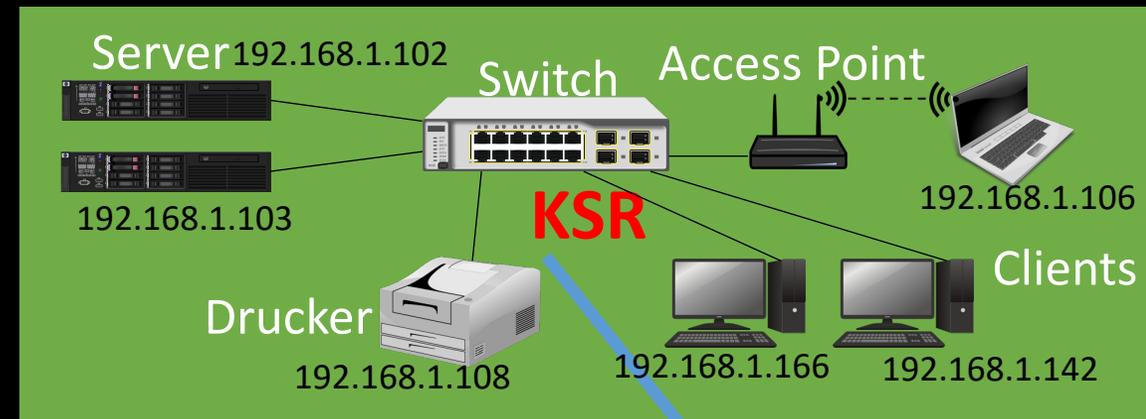
# Netzwerk

- **Subnetz:** Zusammenschluss mehrerer Geräte (Computer, Drucker, ...)
- Jedes Gerät in Netzwerk hat eigene (lokale) **IP-Adresse**, z.B.:
  - Laptop: 192.168.1.106
  - Smartphone: 192.168.1.127
- **Netzmaske** (z.B. 255.255.255.0) gibt an, welcher Teil der IP übereinstimmt für alle Geräte im Subnetz
- Kann mit Netzmaske einfach bestimmen, ob zwei IP-Adressen zum gleichen Subnetz gehören oder nicht. Falls ja, direkt schicken (ohne Internet).
- Problem:
  - IPv4-Adresse: 4 Bytes
  - gut 4 Milliarden IPv4-Adressen ...
  - ... bei 30 Milliarden Geräten



# Internet: Netz der Netze

- **Internet** ist Netzwerk aus Subnetzen
- **Router:**
  - Verbindet mehrere Subnetze
  - Hat mehrere IP-Adressen: 1 pro Subnetz
- Lösung für Mangel an IP-Adressen:
  - Lokale IP-Adressen
  - globale IP-Adressen
- Geräte an KSR:
  - Eigene lokale IP: 192.268.1.106
  - IP der KSR: 62.204.102.194 (gleich für alle)



# IP @KSR

- Verbinde Gerät mit Eduroam
- Frage IP-Adresse ab:
- [www.whatsmyip.org](https://www.whatsmyip.org)



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying <https://www.whatsmyip.org>. The main content area displays "Your IP Address is 178.197.233.171" in large white text on a dark background. Below this, there is a yellow "Home" button with "Like 647" and "Tweet" options. A section titled "Science to the Rescue - You Can Help" contains text about donating CPU time to fight the virus and lists projects like Folding@home, Rosetta@home, World Community Grid, and TN-Grid. Another section titled "Hostname & User Agent" shows the user's hostname as "171.233.197.178.dynamic.wless.lssmb00p-cgdnat.res.cust.swisscom.ch" and their user agent as "Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64; rv:77.0) Gecko/20100101 Firefox/77.0". On the left side, there is a sidebar with "Networking Tools" including "More Info About You", "Port Scanners", "Traceroute", "HTTP Compression", "Ping", "WHOIS & DNS", "Website Rankings", "IP Location", and "HTTP Headers". Below these are "Text Related Tools".

# Aufgaben B

- Weiter an Aufgaben
- HA: bis und mit B4

# NAT & DNS

Lektion 8

Kahoot

# Zwei spezielle IP-Adressen

IPv4-Adresse: 192.168.1.106

Teilnetzmaske: 255.255.255.0

- IP & Netzmaske von Computer:

- IP: 192.168.1.106 = 11 00 00 00. 10 10 10 00. 00 00 00 01. 01 10 10 10
- Maske: 255.255.255.0 = 11 11 11 11. 11 11 11 11. 11 11 11 11. 00 00 00 00

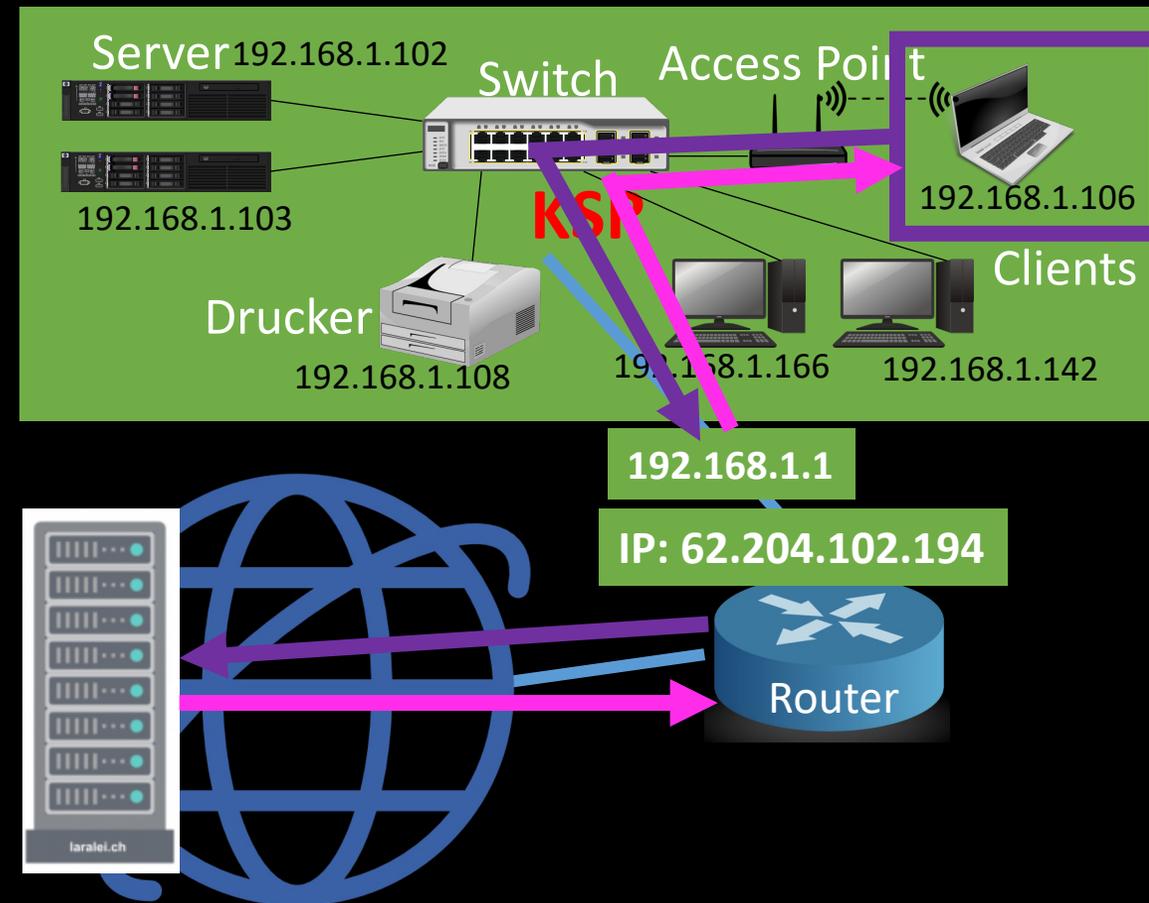
Netzbereich

Hostbereich

- Hier hat 256 IP-Adressen im Hostbereich ...
- zwei werden aber nicht vergeben an Hosts, da reserviert:
- **192.168.1.0** (unterste): **Netz(werk)adresse:**
  - Adresse des gesamten Subnetzes
  - Könnte Subnetz hier das **192.168.1.0/24**-Netzwerk nennen
  - /24 weil Maske 24 Einsen beinhaltet (siehe Aufgabe zu CIDR-Suffix)
- **192.168.1.255** (oberste): **Broadcastadresse**
  - **Alle** Geräte in Subnetz direkt adressieren

# NAT

- Gerät in Subnetz hat ...
  - Lokale IP: 192.168.1.106
  - Globale IP: 62.204.102.194 (IP der KSR!)
- Sendet Datenpaket mit GET-Request für [www.laralei.ch](http://www.laralei.ch)
- Geht zuerst an Gateway/Router ...
- ... dieser schreibt Quell-IP um:
  - Von 192.168.1.106 zu 62.204.102.194
- Router schickt Anfrage an Server ...
- ... Antwort zurück an Router
  - Hat sich IP 192.168.1.106 gemerkt
- Router leitet weiter an 192.168.1.106
- Von aussen sieht also so aus, als ob Anfrage von KSR-IP 62.204.102.194 kommen würde
- **Network Address Translation (NAT)**



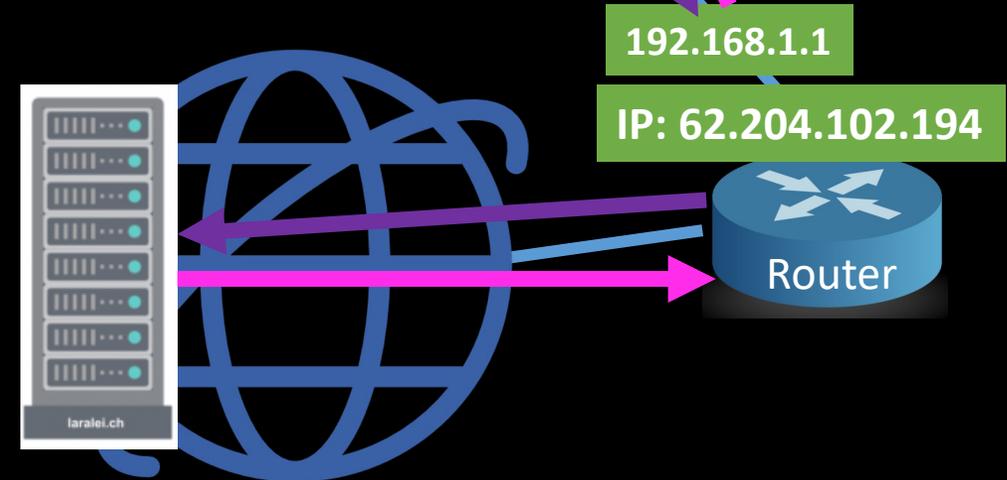
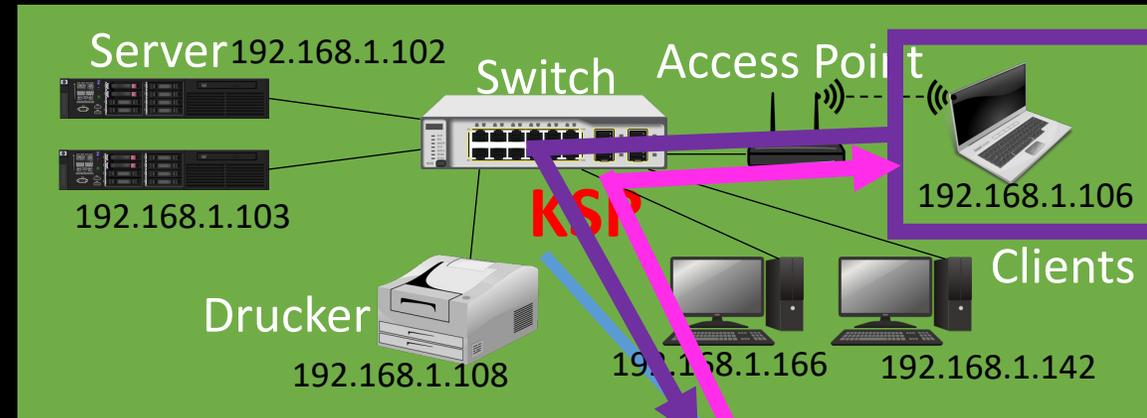
Ethernet frame		IP-Header		TCP Header		HTTP-Request
Quell MAC	...	Quell IP	<del>192.168.1.106</del> 62.204.102.194	...	...	GET /index.html
Ziel MAC	...	Ziel IP	94.130.229.77	...	...	www.laralei.ch

# DNS

- Woher weiss Computer, an **welche IP** er GET-Request senden muss, um Inhalt von [www.laralei.ch](http://www.laralei.ch) zu erhalten?
- Mithilfe von **DNS** (Domain Name System)
- Ist eine Art 'Telefonbuch für Internet-Domains':
  - Liste mit Zuweisungen Domain <-> IP

Domain	IP-Adresse
<a href="http://www.laralei.ch">www.laralei.ch</a>	94.130.229.77
...	...

- Bekannte DNS-Server:
  - 1.1.1.1 (Cloudflare)
  - 8.8.8.8 (Google)



Ethernet frame		IP-Header		TCP Header		HTTP-Request
Quell MAC	...	Quell IP	192.168.1.106	...	...	GET /index.html
Ziel MAC	...	Ziel IP	94.130.229.77	...	...	www.laralei.ch

???

# DNS

- IP für Domain bestimmen
- <https://www.whatsmyip.org/whois-dns-lookup/>
- Oder im Terminal:  
`nslookup www.laralei.ch`
- Auftrag: Bestimme die IP-Adresse von [www.ksr.ch](http://www.ksr.ch)

The screenshot shows a web application interface for WHOIS & DNS Lookup. On the left is a sidebar with a logo of a globe and arrows, and a list of tools under two categories: 'Networking Tools' and 'Text Related Tools'. The 'Networking Tools' list includes: More Info About You, Port Scanners, Traceroute, HTTP Compression, Ping, WHOIS & DNS (highlighted), Website Rankings, IP Location, and HTTP Headers. The 'Text Related Tools' list includes: HTML Characters, String & Timestamps, Hash Generator, Hash Lookup, and Text Case Changer. The main content area has a header 'WHOIS & DNS Lookup' and a banner for 'NU3ON' with a 'DÉCOUVRIR MAINTENANT' button. Below the banner is a breadcrumb 'Home / WHOIS & DNS Lookup'. The 'WHOIS Lookup' section has an input field 'Enter a Hostname or IP Address' and a 'WHOIS Lookup' button. The 'DNS Record Lookup' section has a dropdown menu set to '(A) IPv4', an input field containing 'www.laralei.ch', a 'DNS Lookup' button, and the result 'A | 94.130.229.77'.

# Aufgaben B

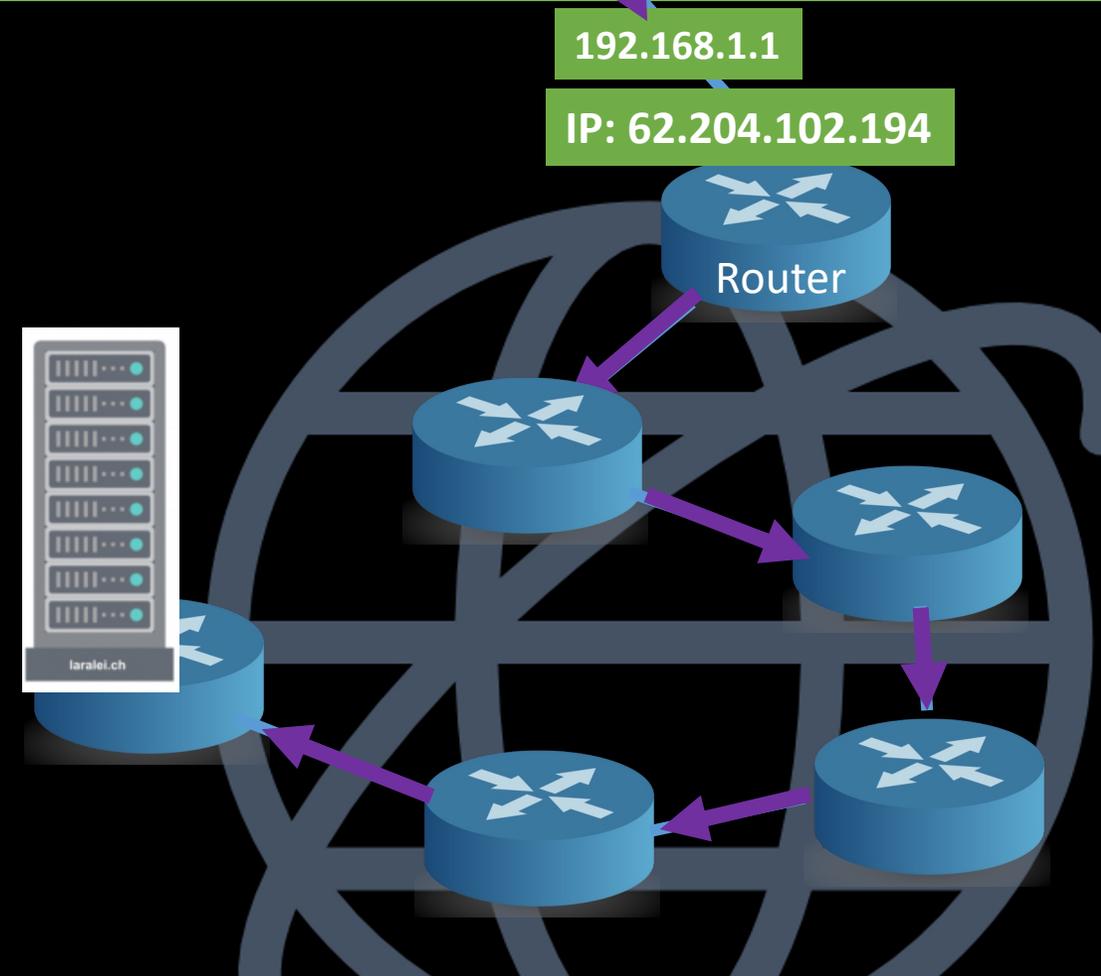
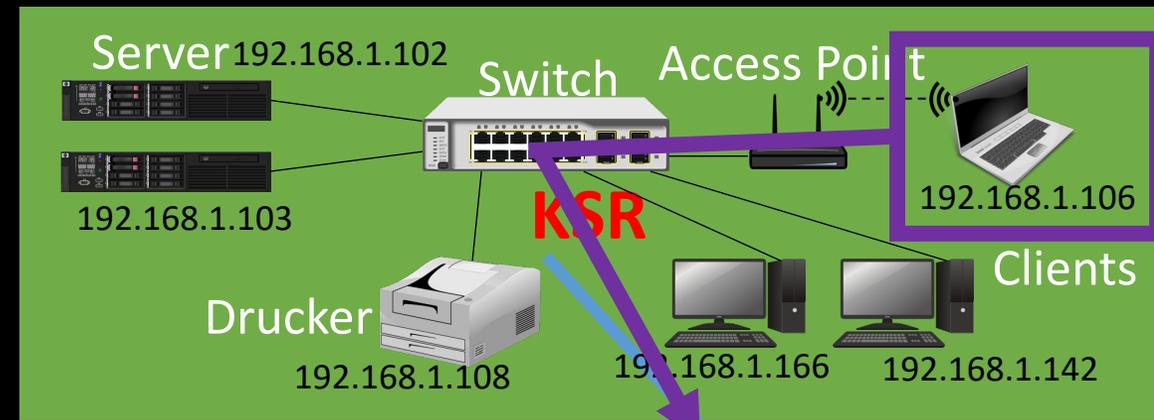
- Aufgaben B fertig machen
- Rest: HA

# Routing

Lektion 9

# Routing

- Am KSR Website [www.laralei.ch](http://www.laralei.ch) aufrufen
- Anfrage an Server, der Website hostet, geht über mehrere Stationen
- Frage: **Wie findet Datenpaket Weg zum richtigen Ziel?**
- Antwort: **Routing!**
- Aussprache: beides ok
  - «ruuting» (BE)
  - «rauting» (AE)



- Wollen von KSR auf Seite zugreifen, die auf Server in Fairbanks Alaska gehostet wird.
- Mögliches Routing



# Routing

- Idee: Paket geht 'hop' für 'hop' von Router zu Router
- Router schickt Packet an nächsten Router, von dem er glaubt, dass er etwas näher am Ziel liegt
- Dazu verwendet **Routing-Tabelle**
  - Gibt Router vor, was er mit welchen Ziel-IPs machen soll
  - Jedes Gerät hat solche Tabelle, Beispiel für Laptop

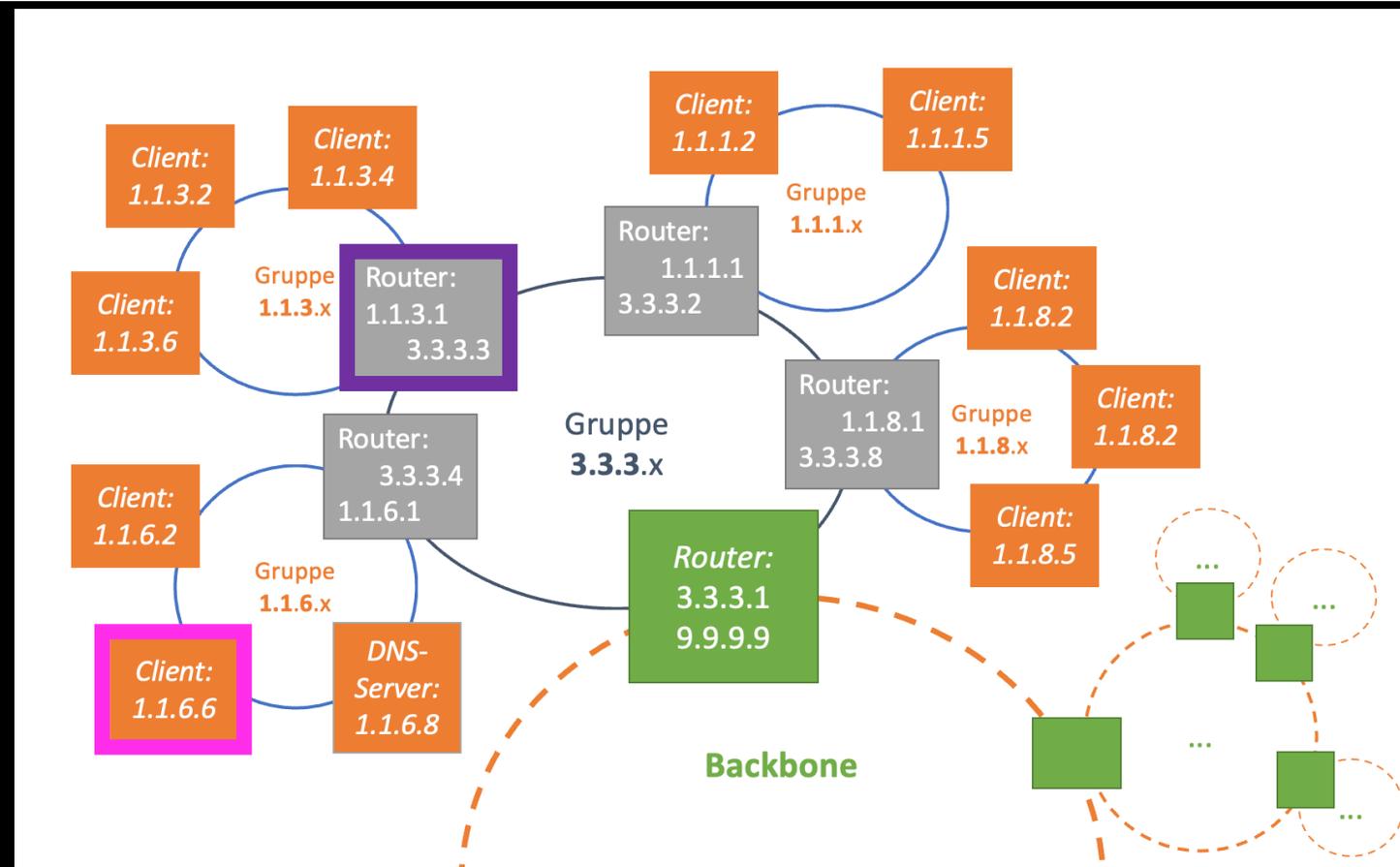
Ziel-IP	Handlung
Gehört dem Gerät selbst	Paket empfangen
Im gleichen Subnetz wie das Gerät	Paket direkt an das Zielgerät senden
Alles andere	An den Router (auch <i>Gateway</i> ) senden zur Weiterleitung

- Abfragen: *netstat -rn* (Mac, Linux) oder *route print* (Windows)

# Routing

IP-Präfix	Router	Handlung
1.1.3.1	localhost (ich selbst, Netzwerkkarte 1)	Paket empfangen (eigene Adresse)
3.3.3.3	localhost (auch ich selbst, Netzwerkkarte 2)	Paket empfangen (eigene Adresse)
1.1.3.*	–	Direkt versenden über Netzwerkkarte 1, Ziel im gleichen Subnetz 1.1.3
3.3.3.*	–	Direkt versenden über Netzwerkkarte 2, Ziel im gleichen Subnetz 3.3.3
1.1.1.*	3.3.3.2	Weiterleiten über 3.3.3.2
1.1.8.*	3.3.3.8	Weiterleiten über 3.3.3.8
1.1.6.*	3.3.3.4	Weiterleiten über 3.3.3.4
*	3.3.3.1	Alles andere: An den Router (auch Gateway) 3.3.3.1 senden zur Weiterleitung

- Beispiel: Router oben links erhält Paket für 1.1.6.6
- **Auftrag: Wende Routing-Tabelle an, um zu entscheiden was zu tun ist**
- Lösung:
  - Z7: -> 3.3.3.4
  - Z4: -> direkt versenden über NW-Karte 2 (Ziel im Subnetz 3.3.3)
- Warum zwei Einträge?
  - Z7: bestimmt, wohin nächster **Hop** geht
  - Z4: ... in welchem Netzwerk
- Nachdem Router oben links Paket an Router 3.3.3.4 versendet hat, geht weiteren Verlauf nichts mehr an



# Auftrag

- Aufgabe C1 (**HA**)
- Fragen?
- Zusatzaufgaben B

# Routing-Game I

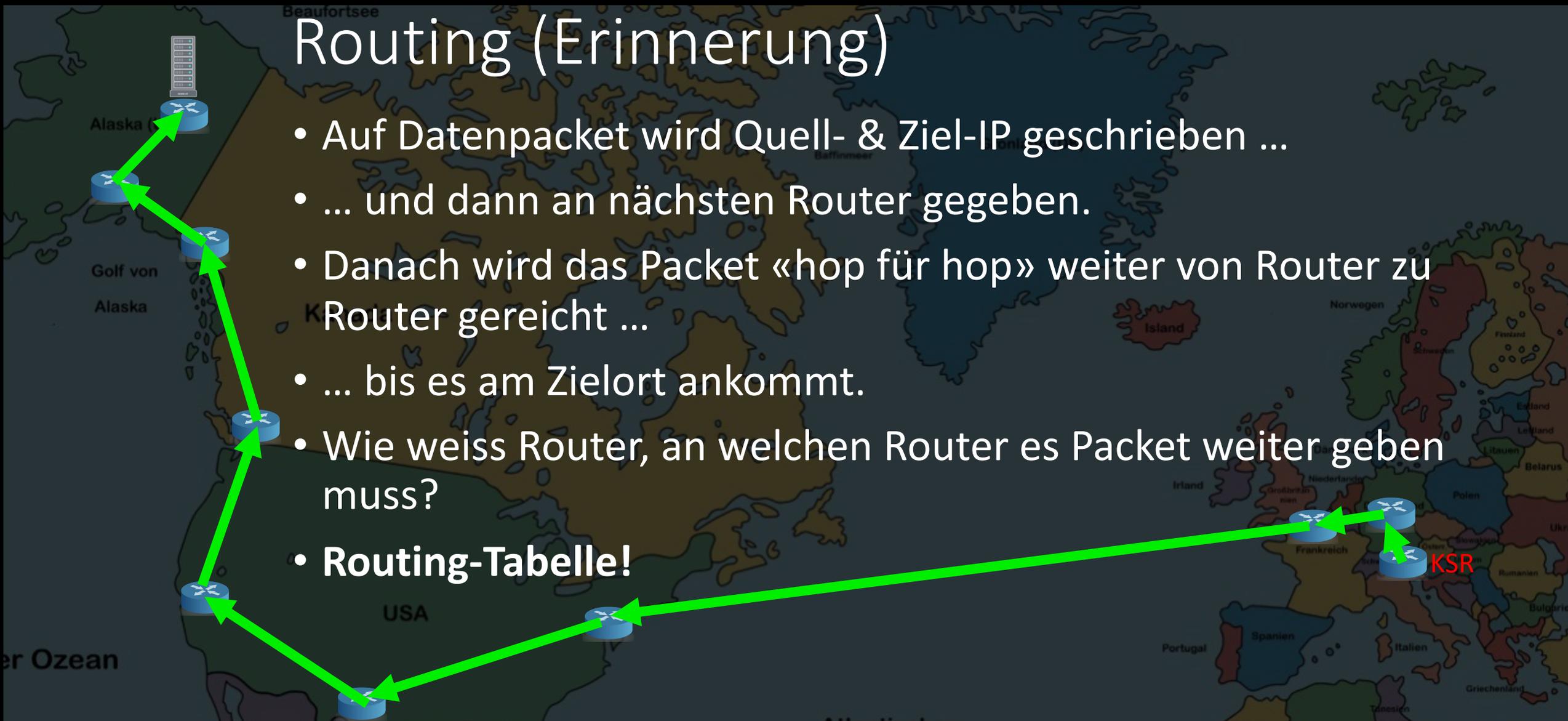
Lektion 10

# Routing (Erinnerung)

- Auf Datenpaket wird Quell- & Ziel-IP geschrieben ...
- ... und dann an nächsten Router gegeben.
- Danach wird das Packet «hop für hop» weiter von Router zu Router gereicht ...
- ... bis es am Zielort ankommt.
- Wie weiss Router, an welchen Router es Packet weiter geben muss?
- **Routing-Tabelle!**

# Routing (Erinnerung)

- Auf Datenpaket wird Quell- & Ziel-IP geschrieben ...
- ... und dann an nächsten Router gegeben.
- Danach wird das Packet «hop für hop» weiter von Router zu Router gereicht ...
- ... bis es am Zielort ankommt.
- Wie weiss Router, an welchen Router es Packet weiter geben muss?
- **Routing-Tabelle!**



# I Netzwerk: Routing Game

- Ihr werdet zum Netzwerk!
- Alle Schüler:innen sind entweder Client oder Router
- **Phase I:**
  - Heute
  - Nachrichten zwischen Clients hin und her schicken
- **Phase II:**
  - Nächste Lektion
  - Nehmen dazu:
    - Webserver, die Webseiten hosten
    - DNS-Server

# I Netzwerk: Vorgehen

- Hände agieren als Netzwerkkarten
- Router:
  - Schreibt IP von 1.1.x.x-Subnetz auf rechte Hand (Netzwerkkarte 1) ...
  - ... und IP von 3.3.x.x-Subnetz auf linke Hand (Netzwerkkarte 2)
- Client:
  - Schreibt IP-Adresse auf linke rechte ((Netzwerkkarte)
- Nachricht verschicken
  - Couvert mit Source- und Destination IP beschriften
  - Schreibt Nachricht auf Zetteli und packt in Couvert
  - Nach Routing

## Router 4 (Vermittlungsschicht)

Destination	Aktion
<b>1.1.4.1</b>	Bin ich selbst (R)
1.1.4.*	Rechte Hand
<b>3.3.3.4</b>	Bin ich selbst (L)
3.3.4.*	Linke Hand
1.1.3.*	Via 3.3.3.3
1.1.5.*	Via 3.3.3.5
1.1.6.*	Via 3.3.3.6
Alles Andere	Via 3.3.3.8

## Client (Vermittlungsschicht)

Destination	Aktion
<b>1.1.3.5</b>	Bin ich selbst (meine IP)
1.1.3.*	Rechte Hand
Alles Andere	Via 1.1.3.1

By air mail  
Par avion

Source (Abs.)

-----

1.1.3.3

Destination

-----

1.1.4.2

**Meine Nachricht an  
Empfänger:in im Couvert.  
Bedingung: Bleibt korrekt!**

By air mail  
Par avion

Source (Abs.)  
-----

~~1.1.3.3~~  
1.1.4.2

Destination  
-----

~~1.1.4.2~~  
1.1.3.3

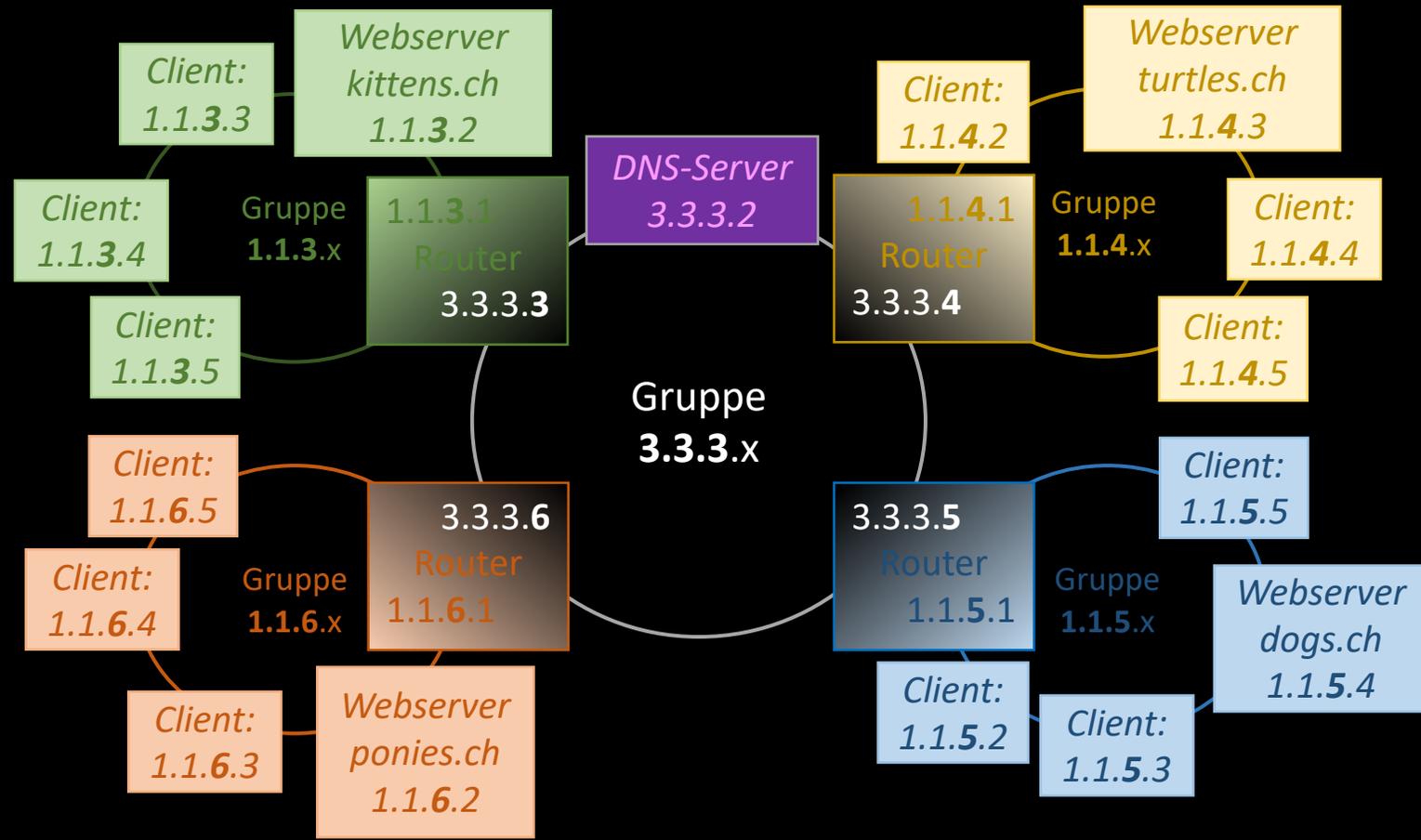
**Antwort im Couvert.  
Bedingung: Bleibt korrekt!**

Beispiel

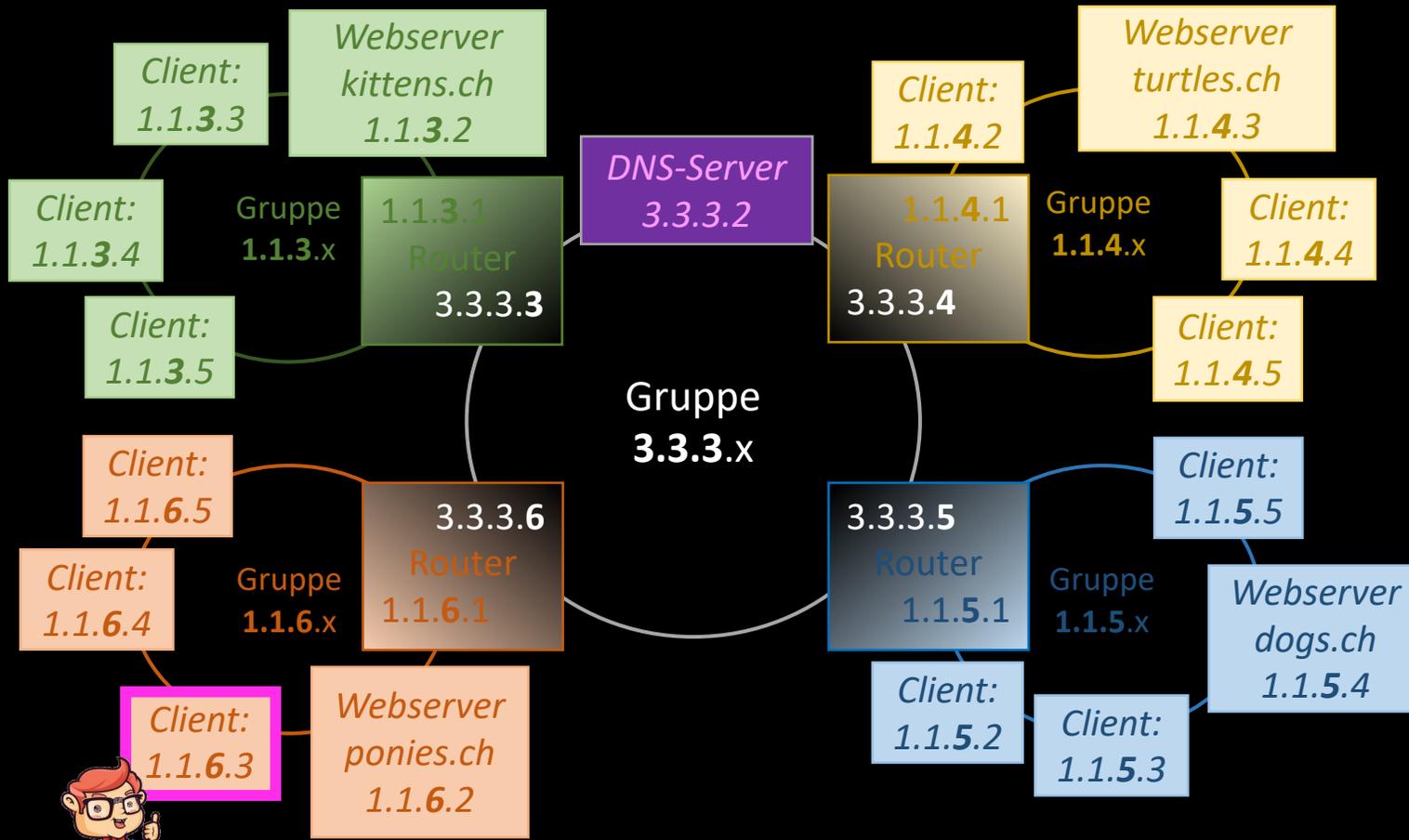
# Routing-Game II

Lektion 11

# I Netzwerk



# I Netzwerk

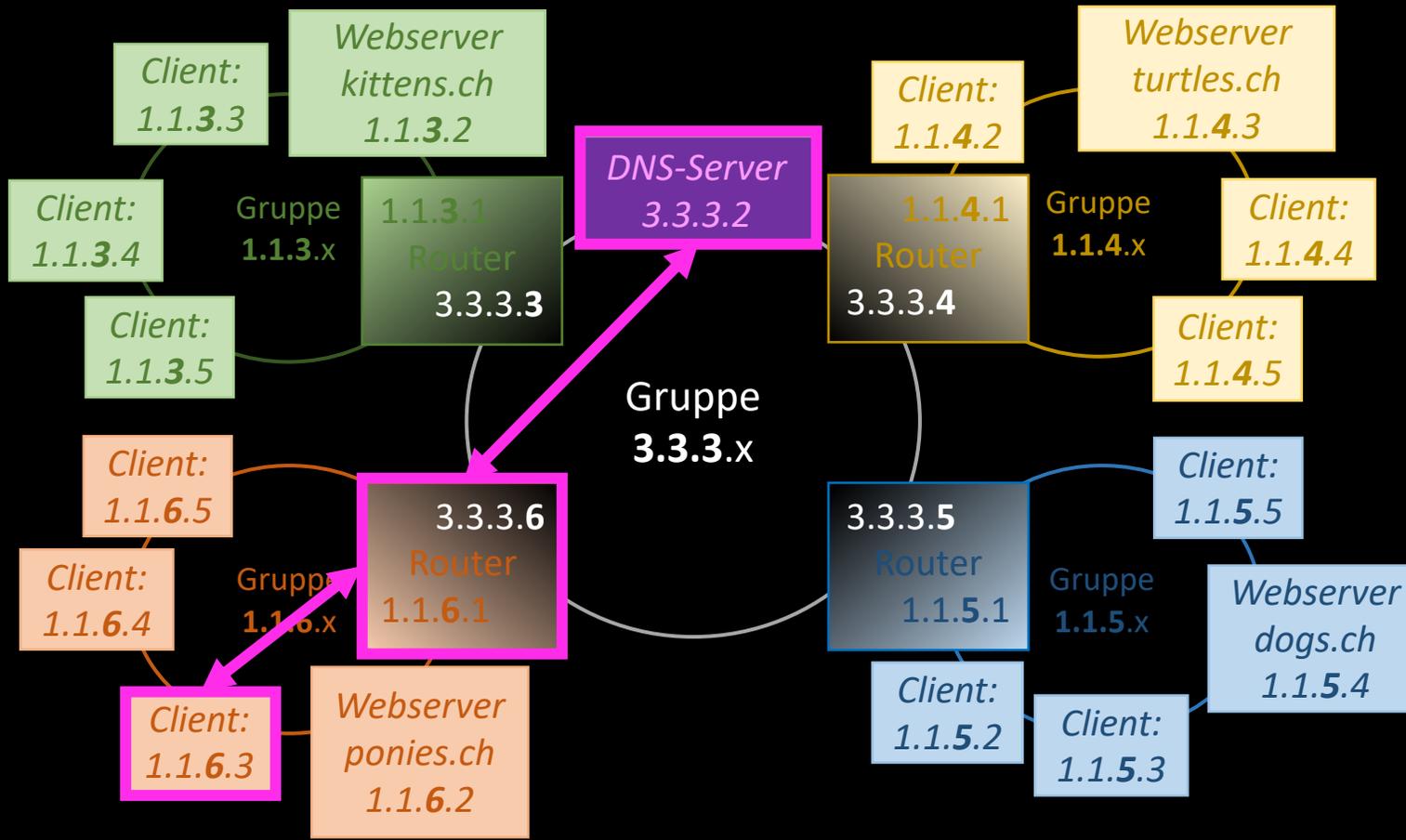


- **Beispiel:** Fritzli (Laptop mit IP 1.1.6.3) möchte [www.turtles.ch](http://www.turtles.ch) besuchen

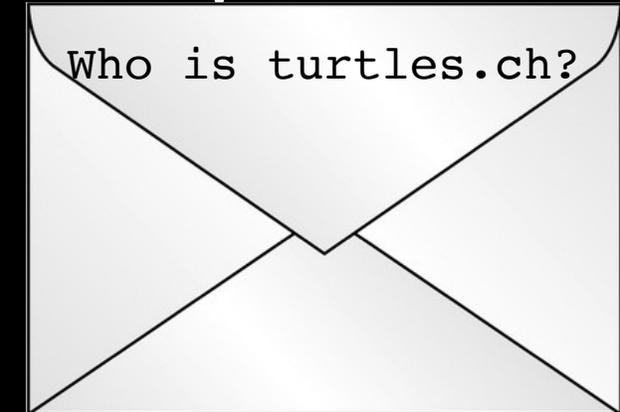


I love turtles!

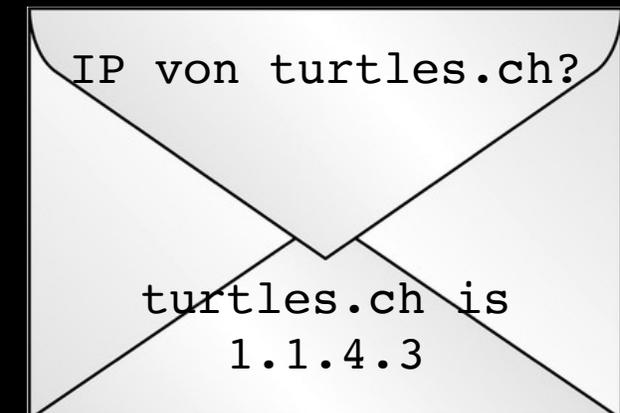
# I Netzwerk



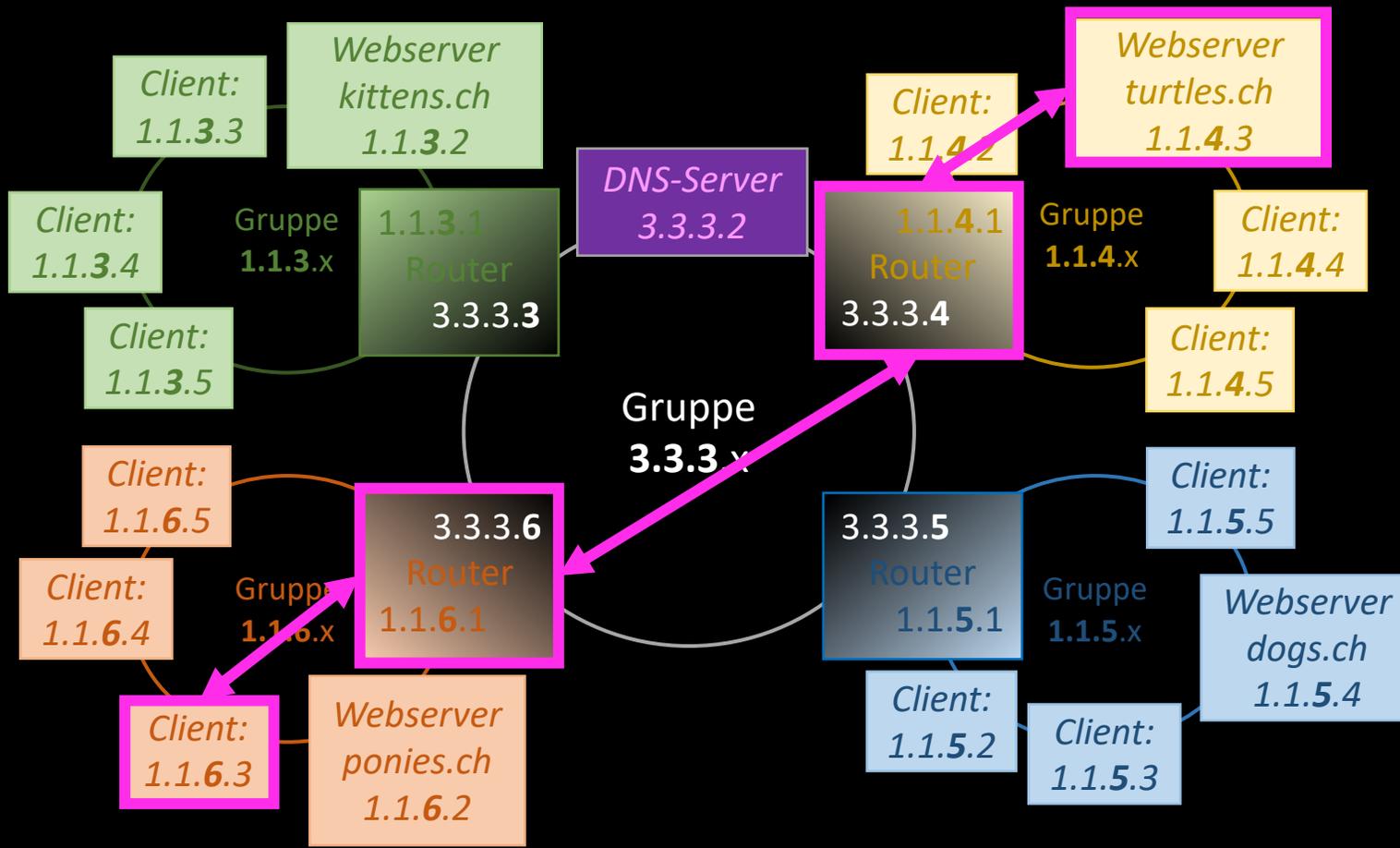
- IP-Adresse von [turtles.ch](http://turtles.ch) bestimmen
- **DNS-Request** an 3.3.3.2



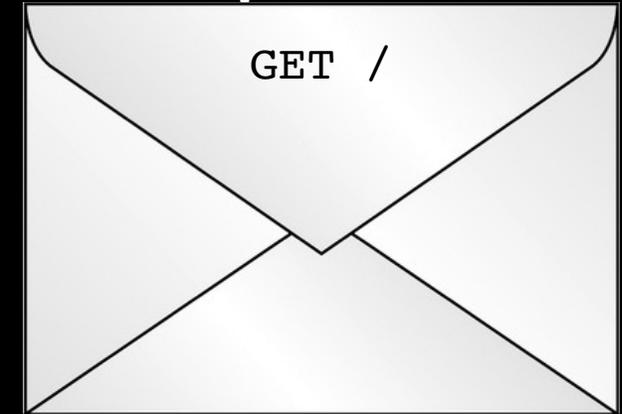
- **Erhalte DNS-Response:**



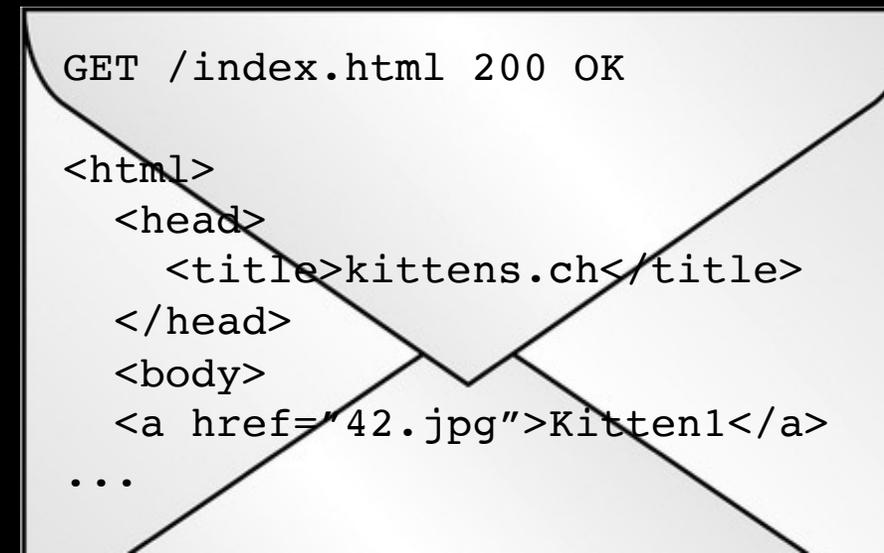
# I Netzwerk



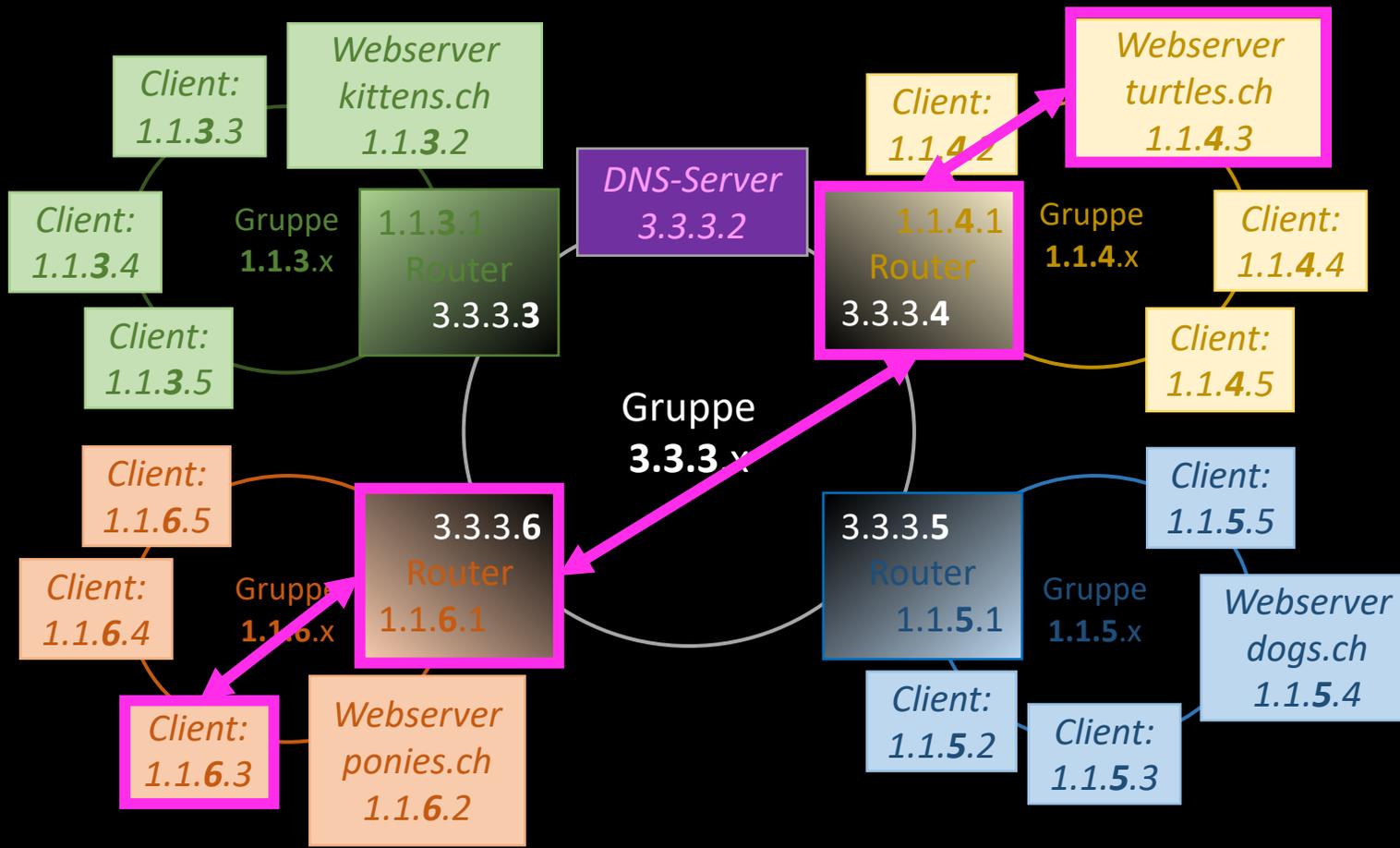
- **Root-Resource** (index.html) anfragen
- **HTTP-Request** an 1.1.4.3



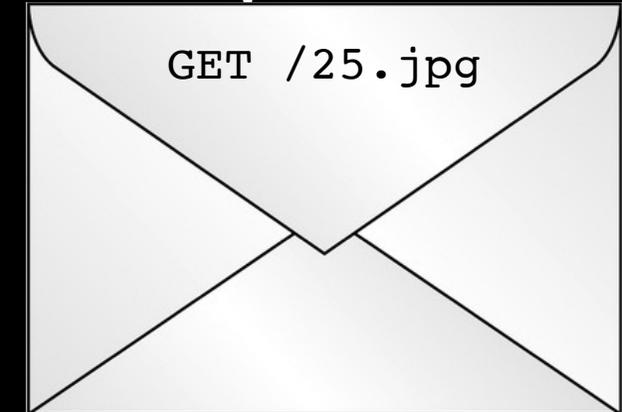
- **Erhalte HTTP-Response:**



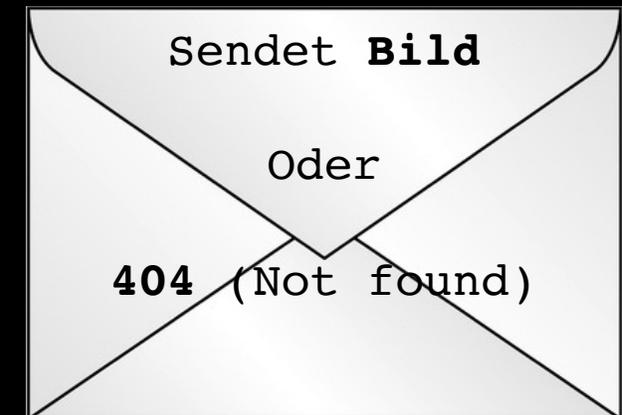
# I Netzwerk



- **Bilder** von index.html abfragen
- **HTTP-Request** an 1.1.4.3



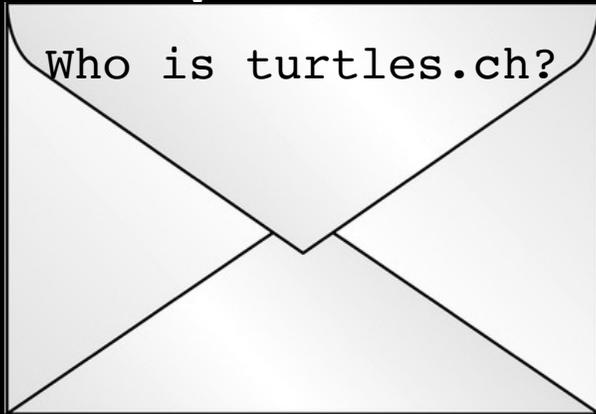
- **Erhalte HTTP-Response:**



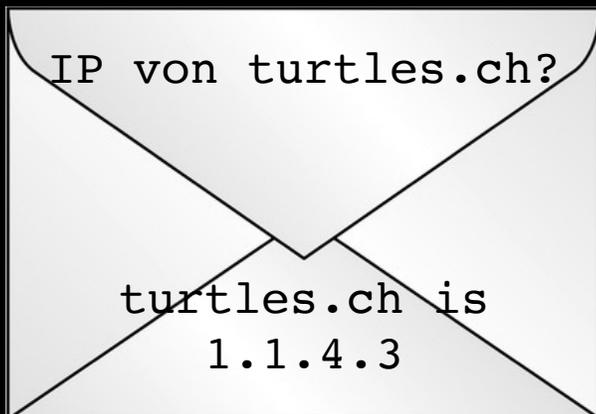
# I Netzwerk: ToDo

- Clients:
  - Mind. 2 Webseiten komplett laden
  - Nachrichten an andere Clients schicken
- Router & DNS: do your job!
- Wichtig: Seid konsequent!
  - Kleiner Fehler im HTTP-Request ...
  - -> **404!**

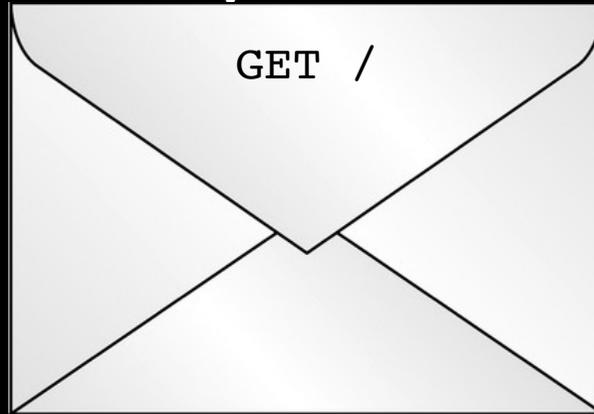
- **IP-Adresse** von [turtles.ch](http://turtles.ch) bestimmen
- **DNS-Request** an 3.3.3.2



- **Erhalte DNS-Response:**



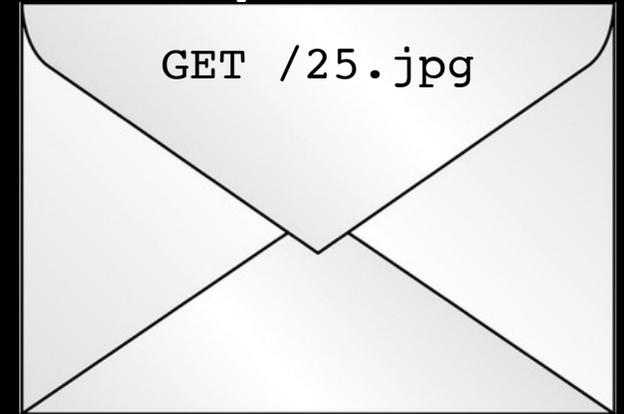
- **Root-Resource** (index.html) anfragen
- **HTTP-Request** an 1.1.4.3



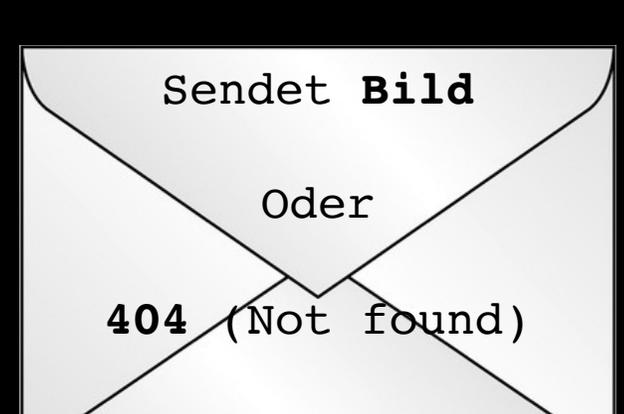
- **Erhalte HTTP-Response:**



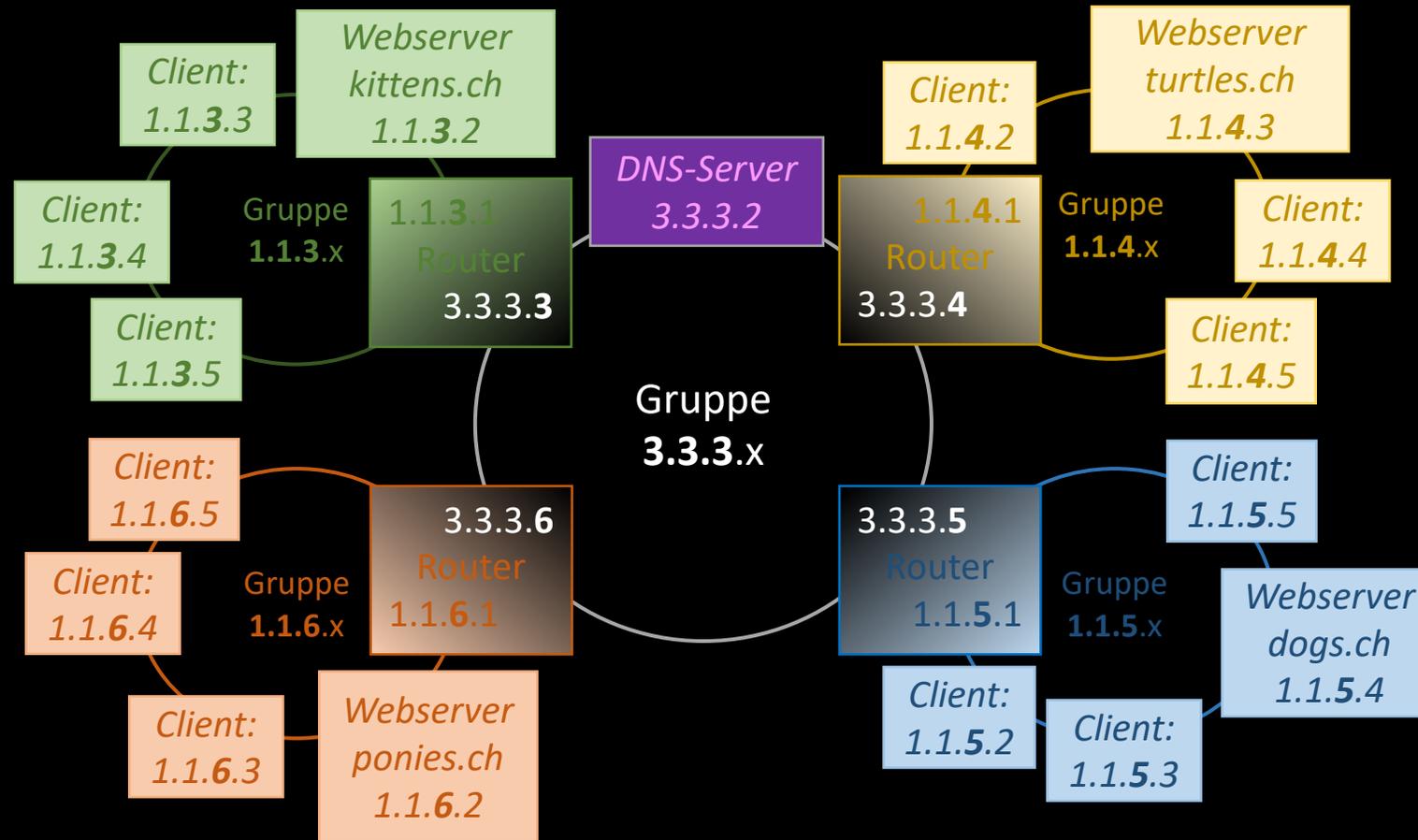
- **Bilder** von index.html abfragen
- **HTTP-Request** an 1.1.4.3



- **Erhalte HTTP-Response:**



# I Netzwerk

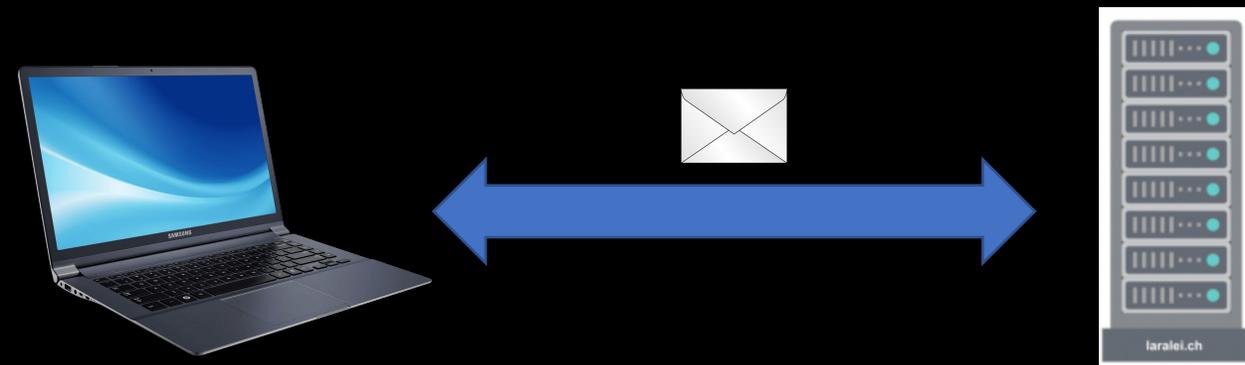
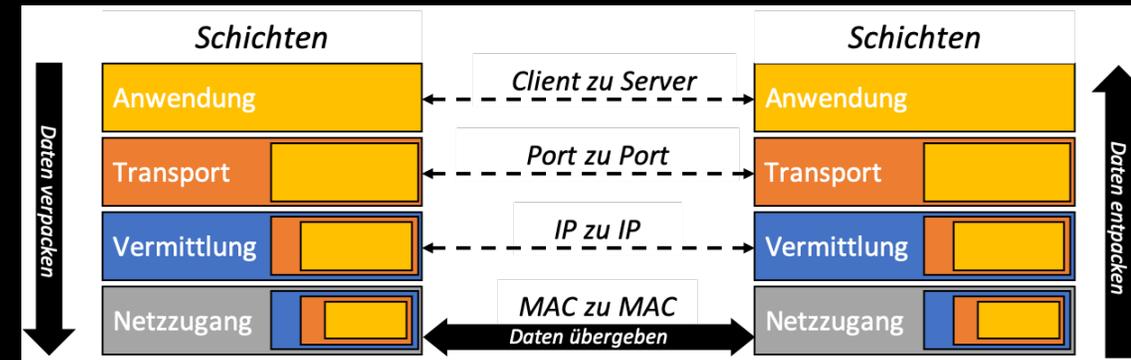


# TCP & UDP

Lektionen 12 & 13

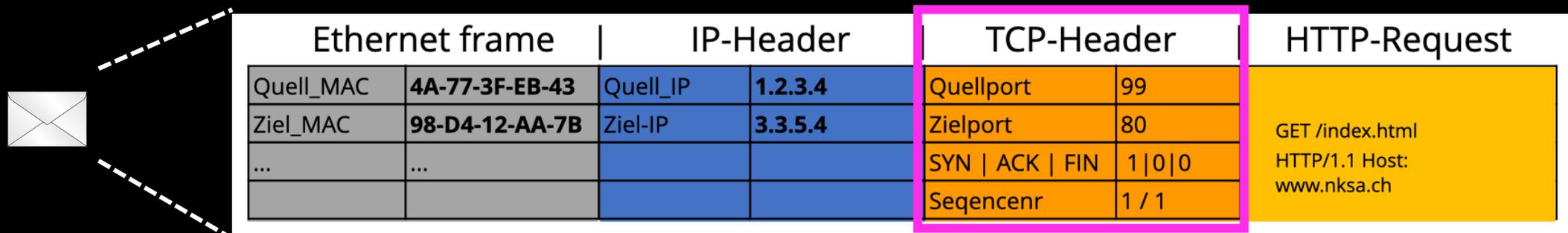
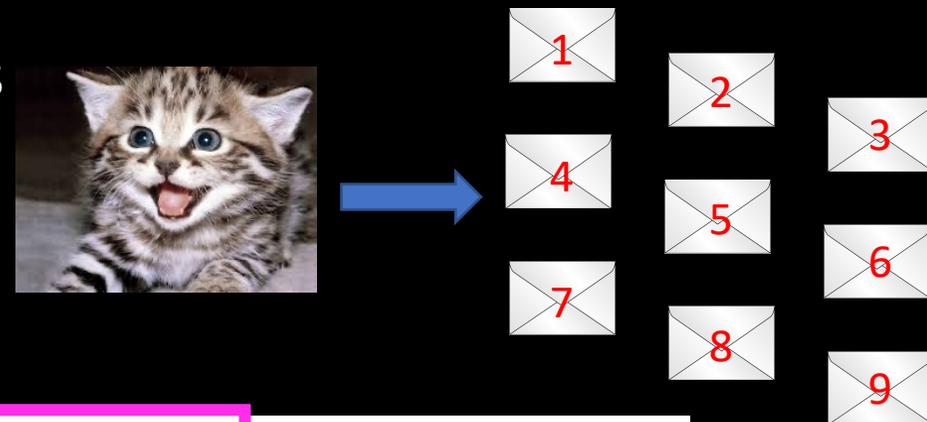
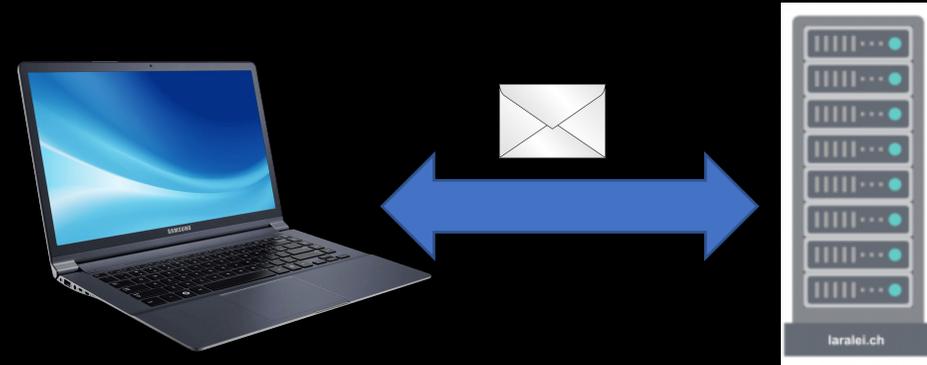
# TCP & UDP?

- Verstehen jetzt einigermaßen, wie im Internet Kommunikation zwischen zwei Geräten (z.B. bei Webseitenaufruf) vor sich geht.
- Zwei Protokolle, die dabei wichtige Rolle spielen noch ignoriert...
- TCP & UDP
- Agieren auf der Transportschicht des Schichtenmodells
- Koordinieren Austausch von Datenpaketen zwischen Client und Server



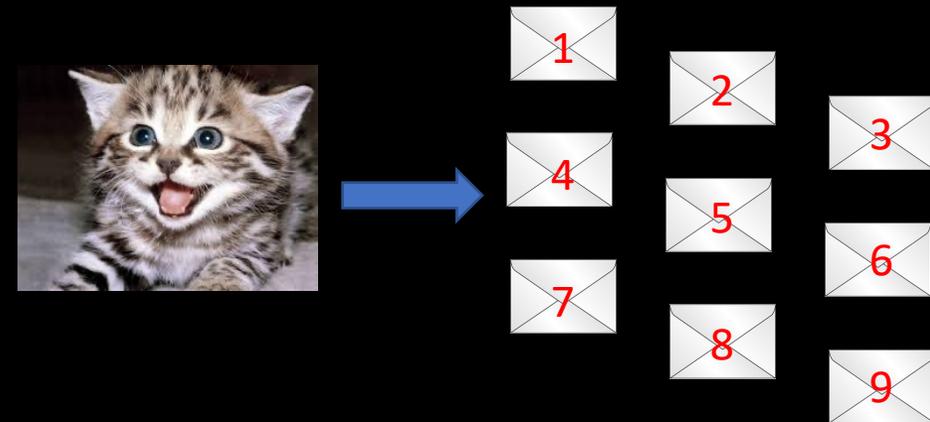
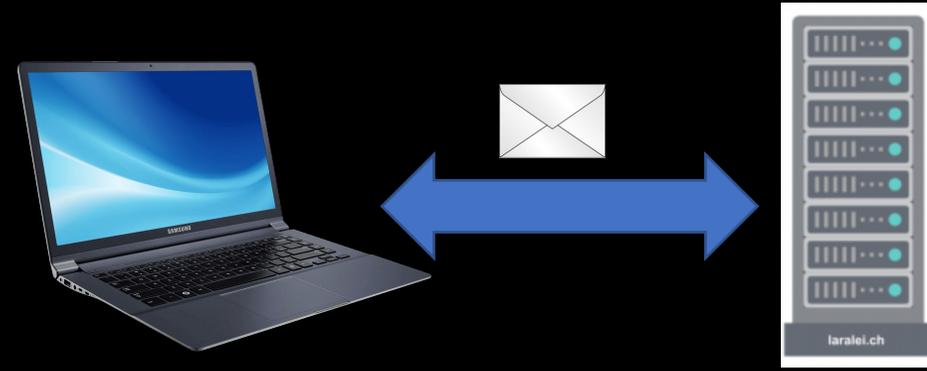
# TCP

- **TCP: Transmission Control Protocol**
- TCP stellt **Verbindung** zwischen Client und Server her für gegenseitigen Datenaustausch
- TCP **zerlegt** zu vermittelnde Nachricht oder Datei (z.B. index.html oder Bild) in kleine Pakete
- **Grösse** pro TCP-Paket typischerweise 1500 Bytes
- Jedes Paket erhält **TCP-Header** ...
- ... und wird nummeriert
- Ports werden festgelegt



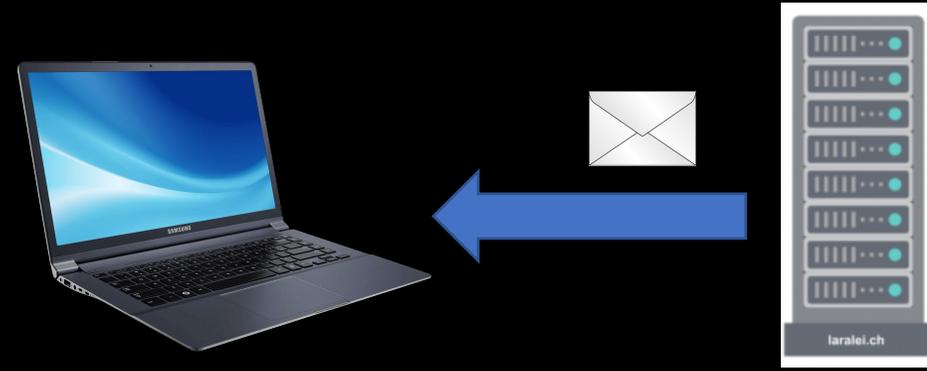
# TCP

- Datenpaket wird übertragen
- Empfänger stellt sicher, dass **alle Pakete angekommen** sind.
- Geht Paket verloren, wird es **nochmals angefordert**, ...
- ... bis alle komplett



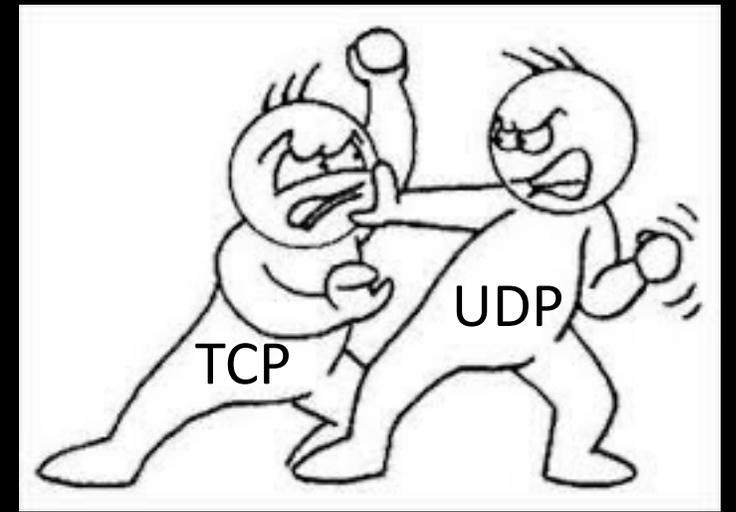
# UDP

- **UDP: User Datagram Protocol**
- Alternatives Protokoll zu TCP
- Aber ohne sichere Verbindung ...
- ... und ohne Nummerierung der Datenpakete
- Absender weiss nie, ob Paket bei Empfänger angekommen ist



# TCP vs. UDP

- Wer arbeitet zuverlässiger?
  - TCP
- Wer arbeitet schneller?
  - UDP
- Übermitteln von Webseitendaten?
  - TCP
- Netflixen?
  - UDP
- Videocall?
  - UDP



# Auftrag für 2 Lektionen

- Lektion 1:
  - Aufgabe D (zu TCP & UDP)
  - Falls fertig: mit Lektion 2 beginnen
- Lektion 2:
  - Aufgaben E: Repetition
  - Q&A (Prüfungsvorbereitung)