Web II: Netzwerke

Andreas Schärer

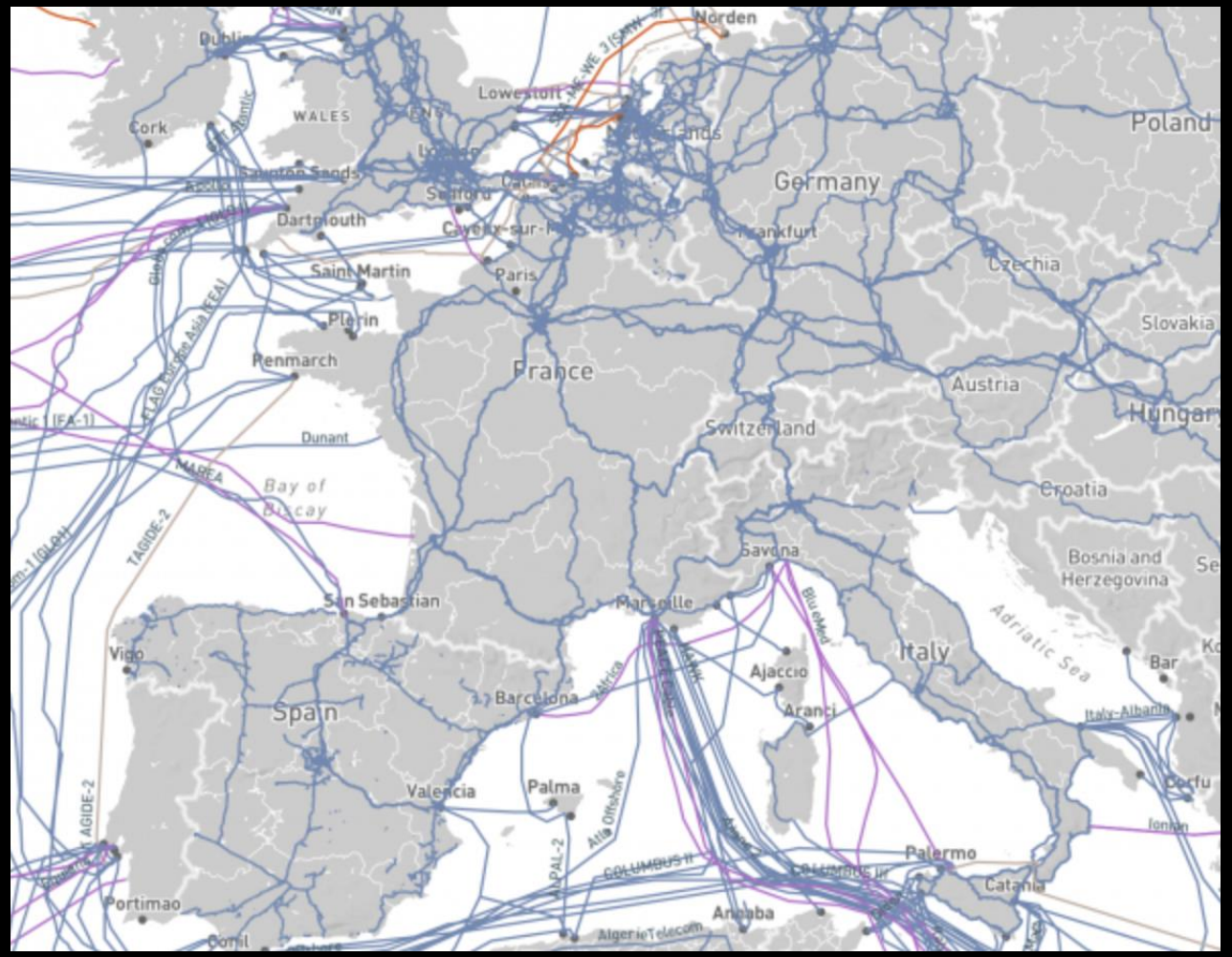
Teil 1: Das Internet

Was ist das Internet? Topologie. Client & Server. Protokolle

1 Lektion

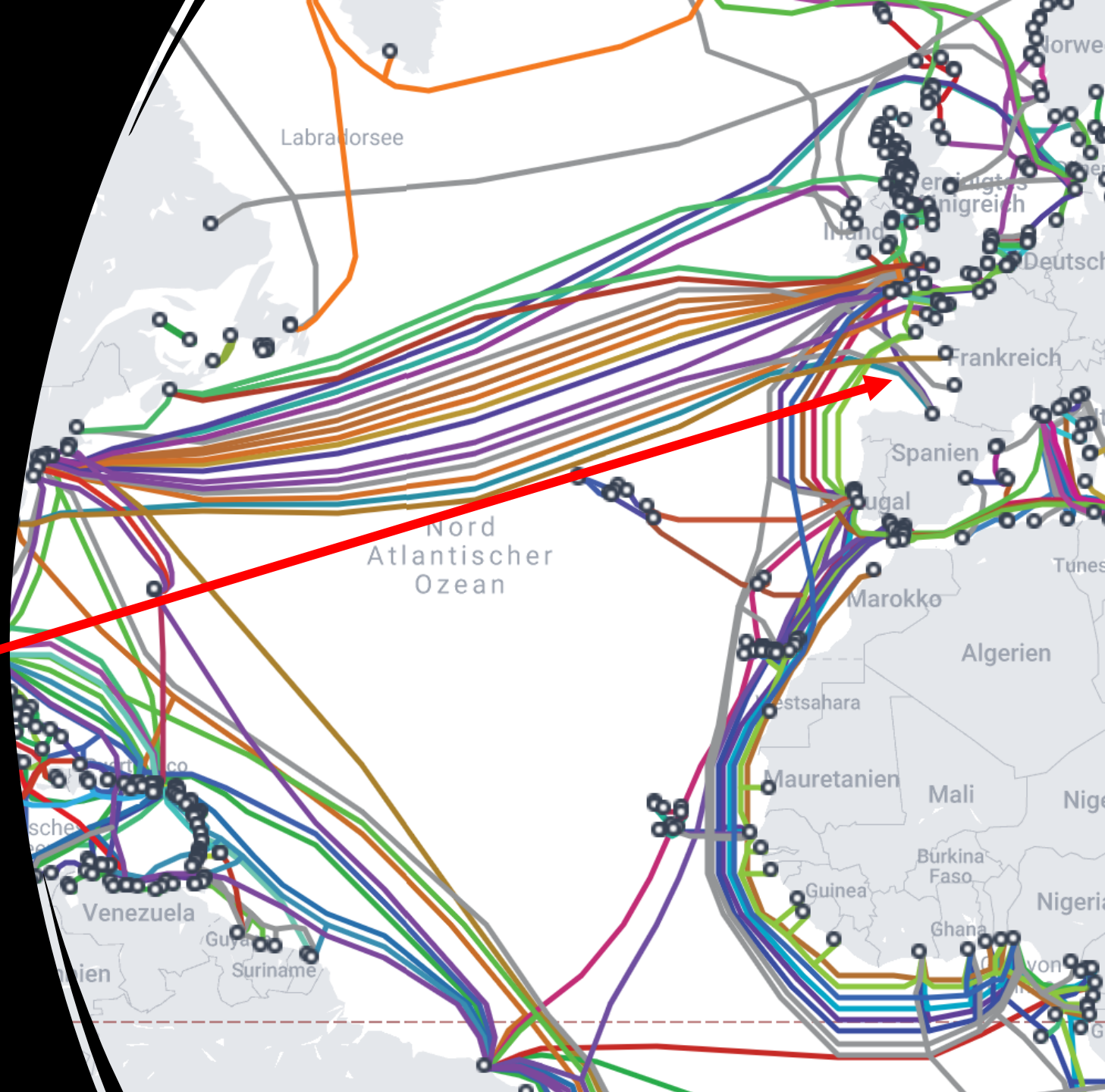
Internet

- 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)



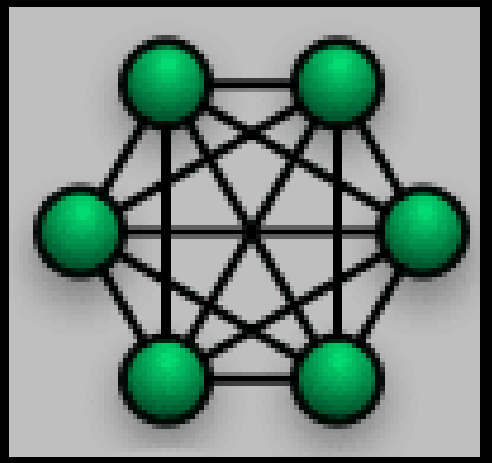
Unterseekabel

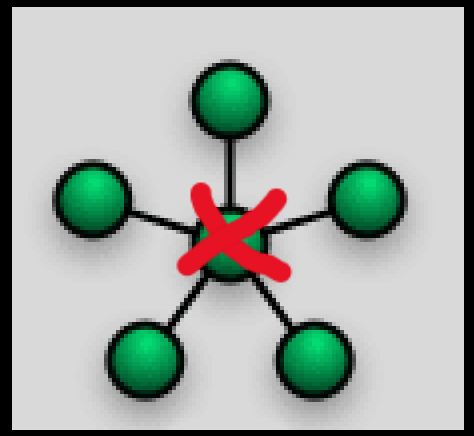
- Durchmesser: 4-5cm
- MAREA
  - Leistungsfähigstes Unterseekabel
  - USA <-> Spanien
  - Gehört Microsoft & Meta
  - Kapazität: 160 Terabit/s
  - Entspricht über 70 Millionen HD-Filmen *gleichzeitig*
- www.submarinecablemap.com



Topologie des Internets

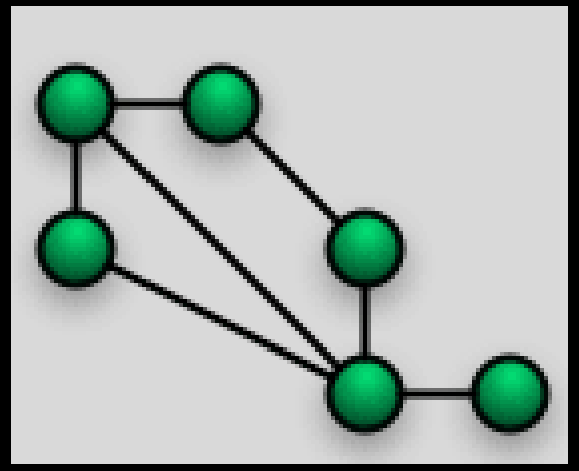
- Wie verbindet man Geräte im Internet miteinander?
- **Variante 1: Direkte Verbindung**
  - Alle Geräte im Internet direkt miteinander verbunden
  - Ist beliebte Fehlvorstellung
  - Problem?
    - Ca. 30 Milliarden Geräte
    - -> viel zu viele Verbindungen / Kabel
- **Variante 2: Stern-Topologie**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





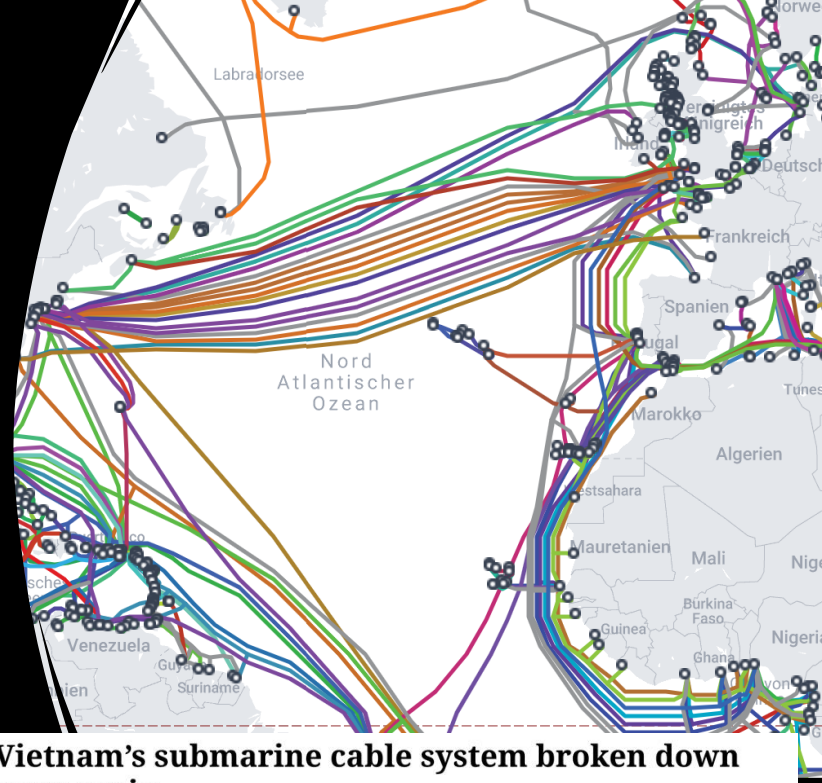
Topologie des Internets

- **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

News folgen

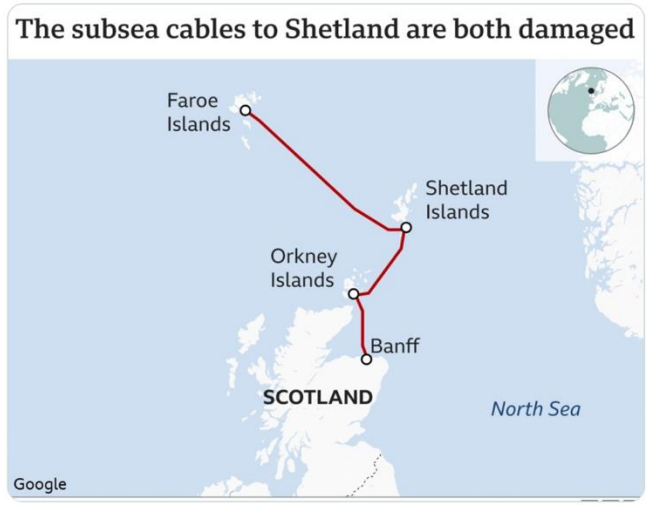
20.10.2022, 14:40

Alex Tiffin
@RespectIsVital · **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.



12:47 nachm. · 20. Okt. 2022

Vietnam's submarine cable system broken down once again

ChandraGarran04



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
  - 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 v**erschiedene 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**

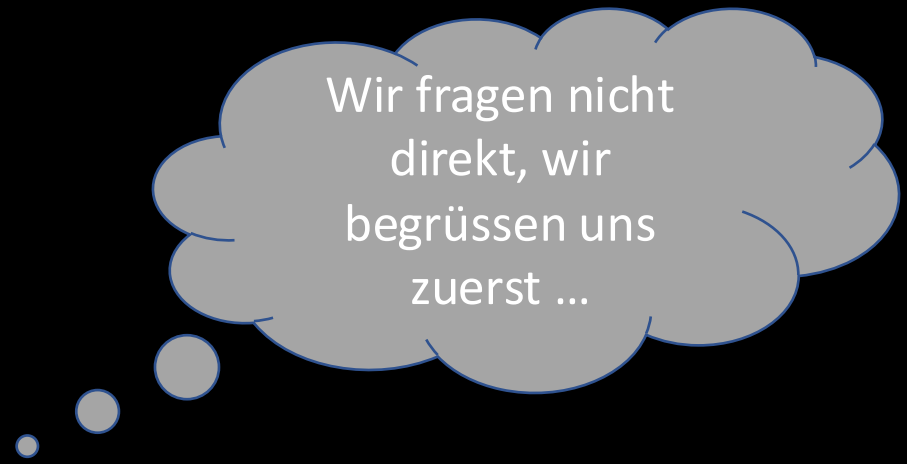


- **Beispiel 2: Begrüssunge**n
  - Hand geben, drei Küsschen, …



Protokolle

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



«Guten Tag, darf ich Sie etwas fragen?»

«Hallo, klar, schiessen Sie los!»

«Wie spät ist es?»

«Es ist 14:15 Uhr.»

«Entschuldigung, ich habe Sie nicht verstanden.»

«Es ist 14:15 Uhr.»

«Danke und einen schönen Tag, tschüss.»

«Kein Problem, Ihnen auch, wiedersehen!»

Protokolle

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.

- **Beispiel 4: Tod der Queen**



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.

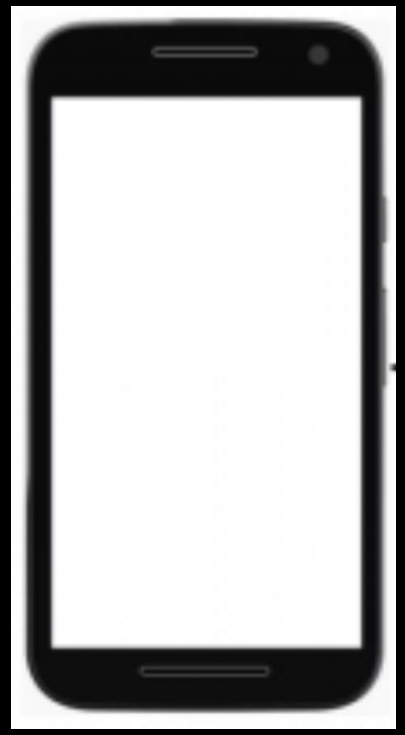
Noch am **Donnerstag** (Tag 0) informierte der Privatsekretär der Queen als erstes die Premierministerin. Es fiel das Codewort "London Bridge is down" (= London Bridge ist eingestürzt). Danach lief eine "Anrufkaskade" an.

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

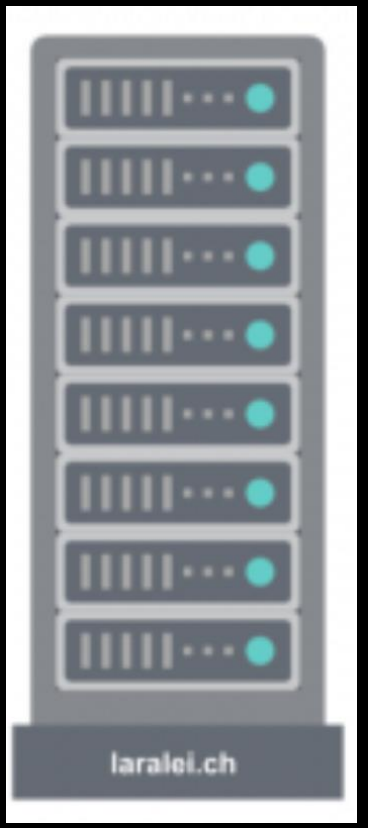


```
GET / HTTP/1.1
Host: laralei.ch
```

```
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
```



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:

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

Protokoll (Metadaten)

- Server:

```
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.c
```

Aufgaben A

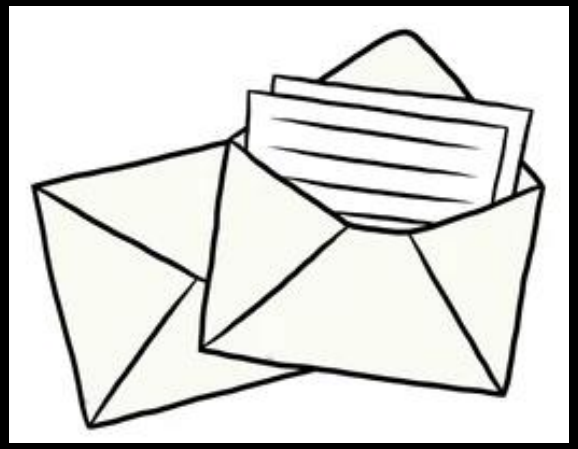
Siehe Wiki

Teil 2: Adressen im Internet

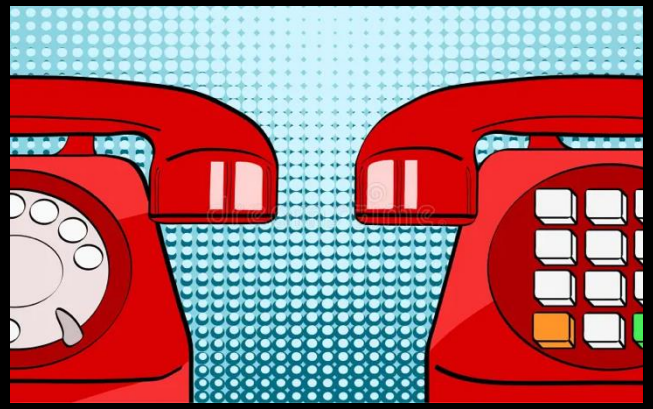
Subnetze, IP & Netzmaske

1 Lektion

Kommunikation in Internet

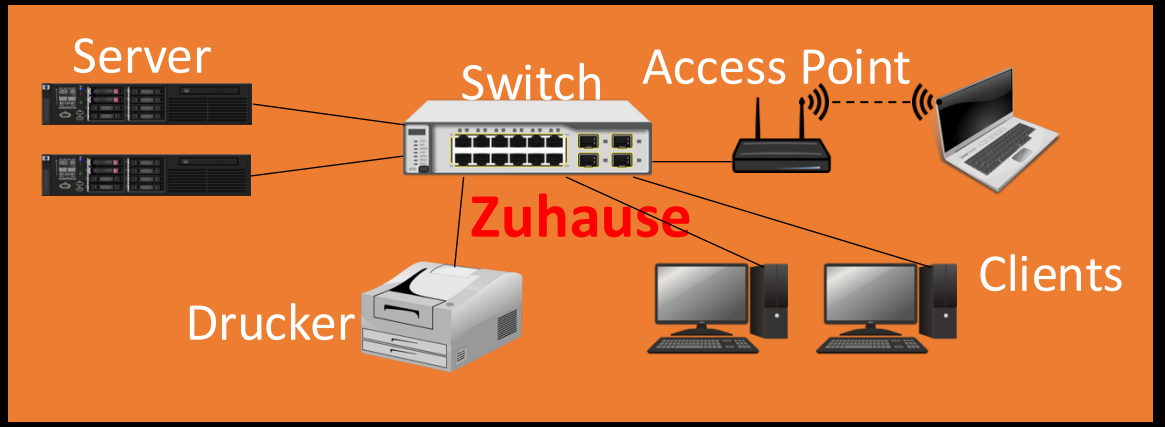


- Im Internet kommunizieren Geräte miteinander …
- … z.B. Browser (Client) und Server
- Dazu benötigen Geräte Adressen
- Analogien:
  - Kommunikation per Post – Adresse: Name, Strasse, PLZ, Ort
  - Kommunikation per Telefon – Adresse: Telefonnummer



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
- **IP** für **I**nternet **P**rotocol
- Pro IP-Adresse (IPv4) 4 Bytes: von 0.0.0.0 bis 255.255.255.255

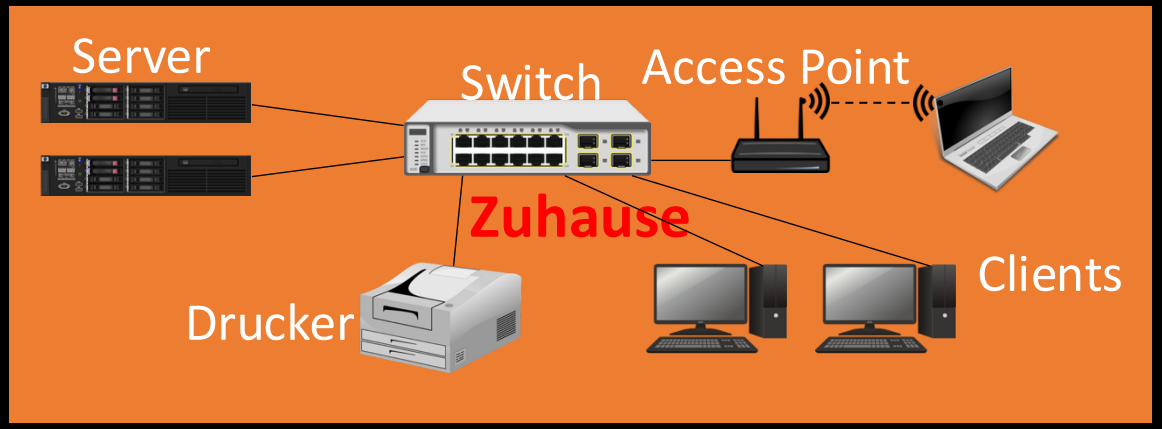


Netzwerk

- IP auf Computer abfragen: (Beispiel 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



- 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

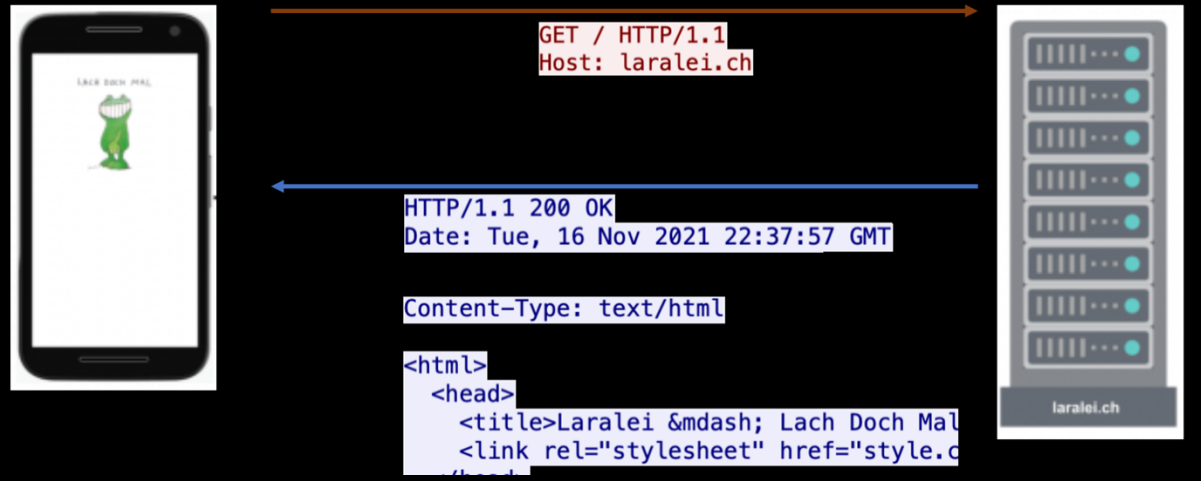
Aufgaben B

- Siehe Wiki

Teil 3: Schichtenmodell

Schichtenmodell

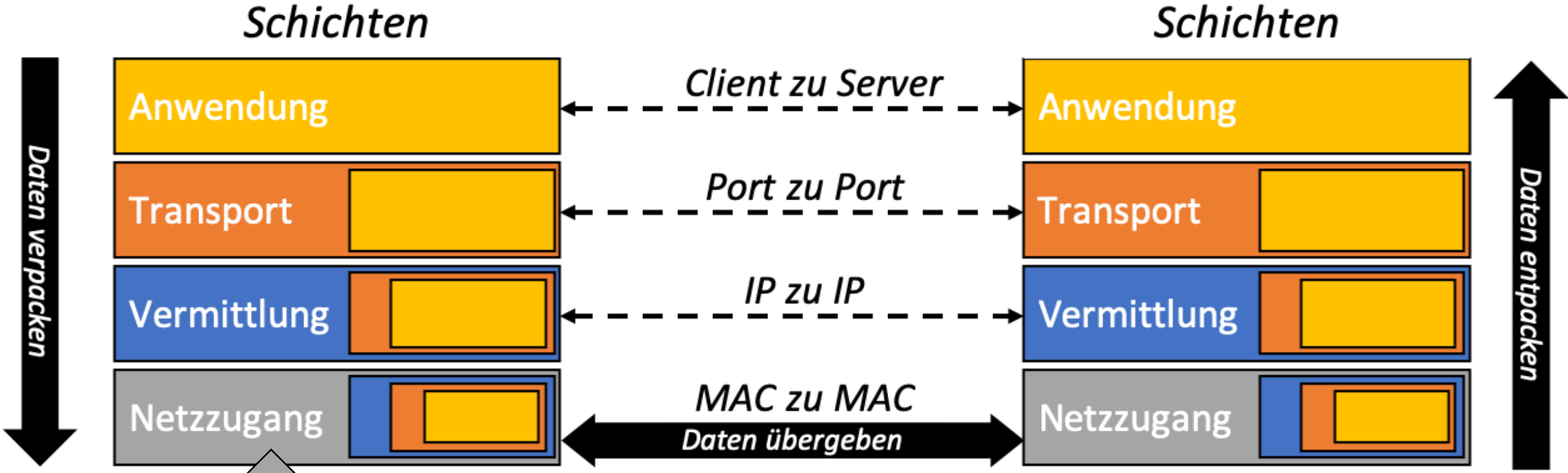
Schichtenmodell



- Website aufrufen:
  - Browser (Client) sendet HTTP GET-Request an Server
  - … dieser schickt HTTP-Response + Inhalt der Website zurück
- Doch es passiert noch viel mehr! U.a. muss geregelt sein:
  - Adresse vom Server der Website muss gefunden werden (irgendwo auf Erde!)
  - Muss Verbindung zwischen Client und Server aufgebaut werden über viele Geräte, die dazwischen liegen
  - Muss sichergestellt werden, dass Seite komplett von Server zu Client übertragen wird
- Unterteilte Zuständigkeiten in vier verschiedene **Schichten**
- Jede hat ihren Zuständigkeitsbereich (‘Arbeitsteilung’)
- **-> Schichtenmodell**



Schichtenmodell



Auch '**physikalische Schicht**'

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 …

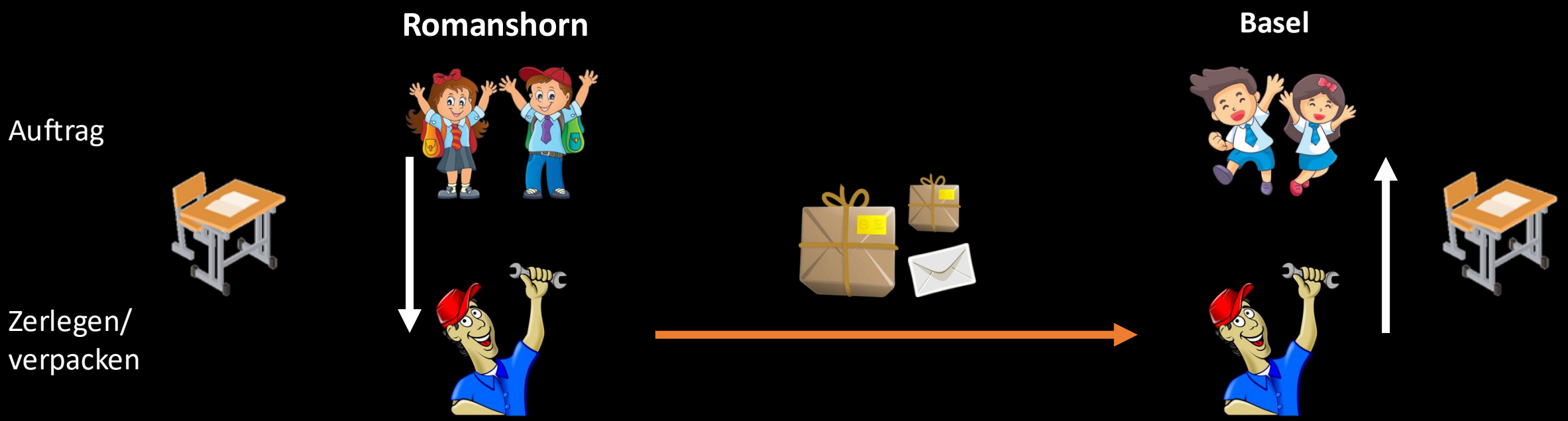
Paket-Analogie: 1. Anwendungsschicht

- 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



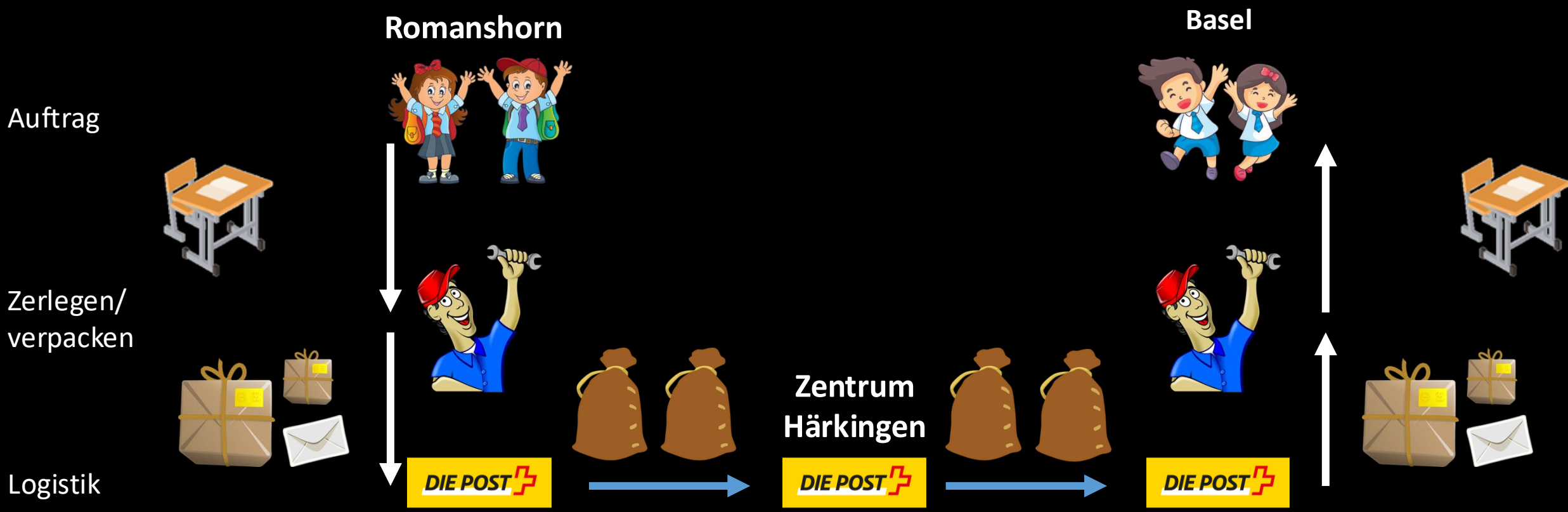
Paket-Analogie: 2. Transportschicht

- **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

- **Transport von Knoten zu Knoten**
- Analogie: Lastwagen

Auftrag

Zerlegen/ verpacken

Logistik

Spedition

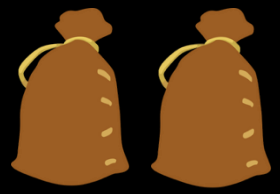
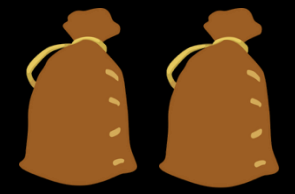
Zentrum Härkingen

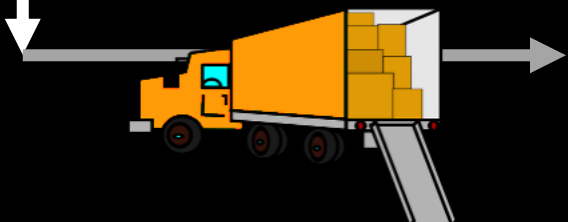




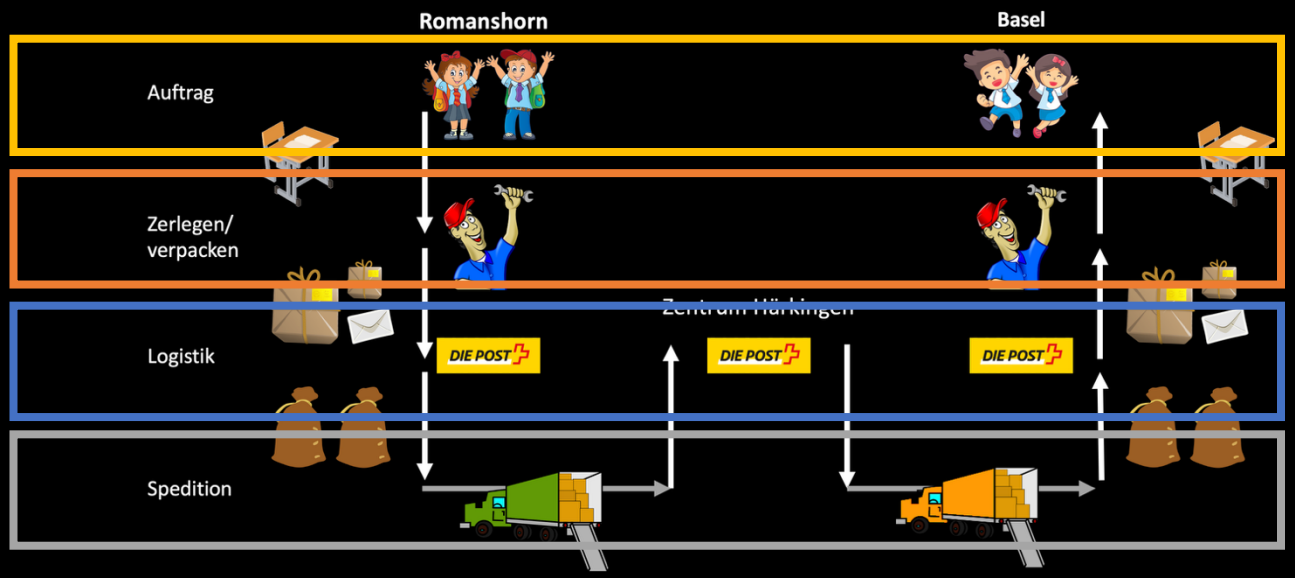


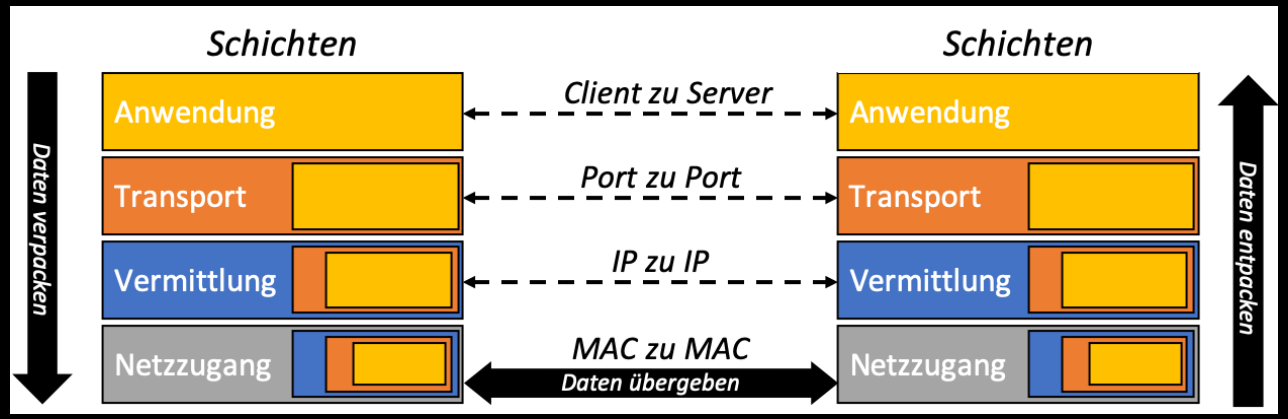




Paket-Analogie: Schichtenmodell



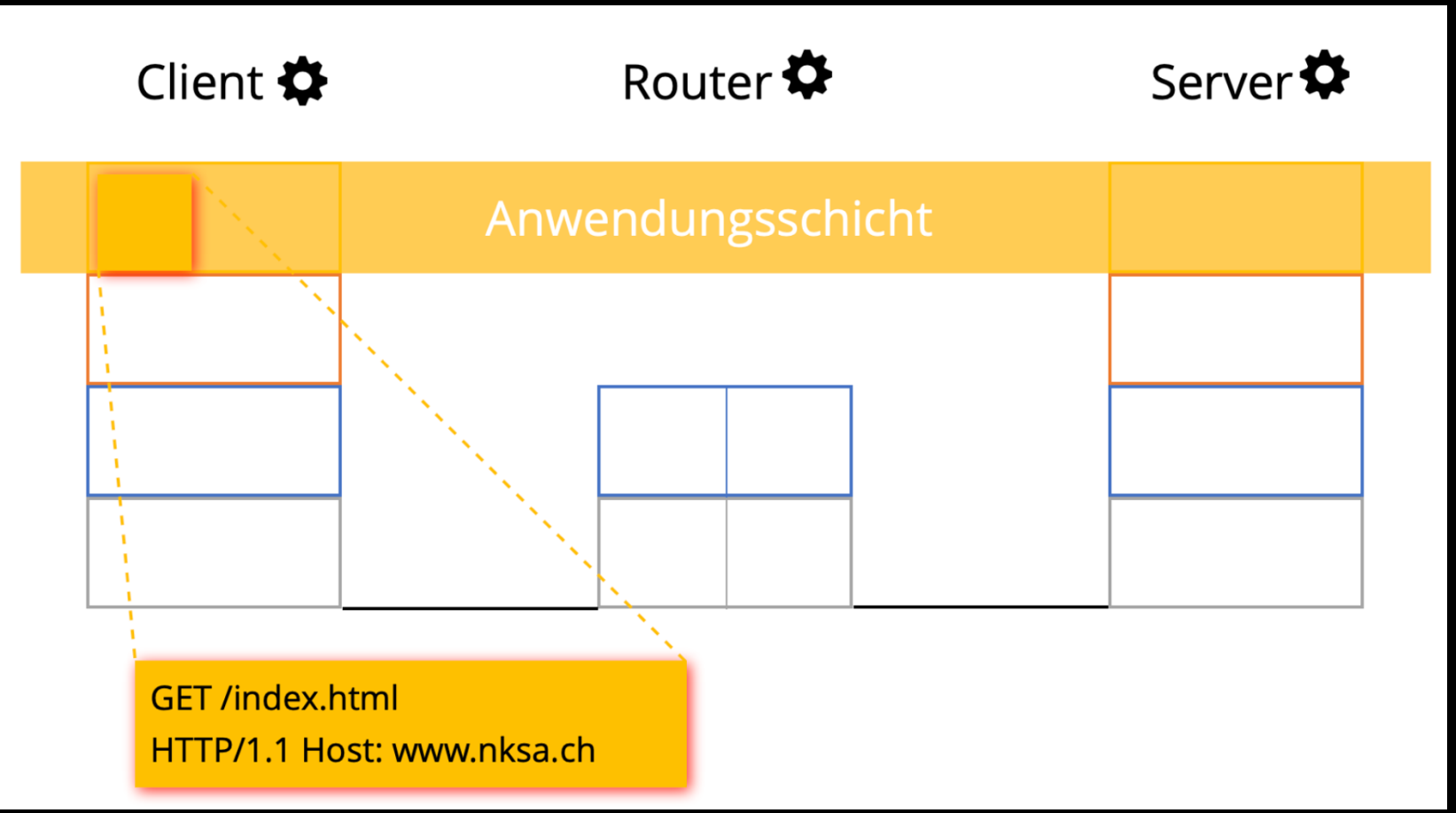


- **Idee Schichtenmodell:** Aufteilung der Zuständigkeitsbereiche
- Eine Schicht (z.B. Hausdienst) interessiert nicht, was andere Schichten (z.B. Post) im Detail machen, solange sie ihren Job erledigen
- **Vorteil:** Änderungen in einer Schicht (z.B. Lastwagen -> Zug, Drohnen) beeinflussen andere Schichten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

Schichtenmodell

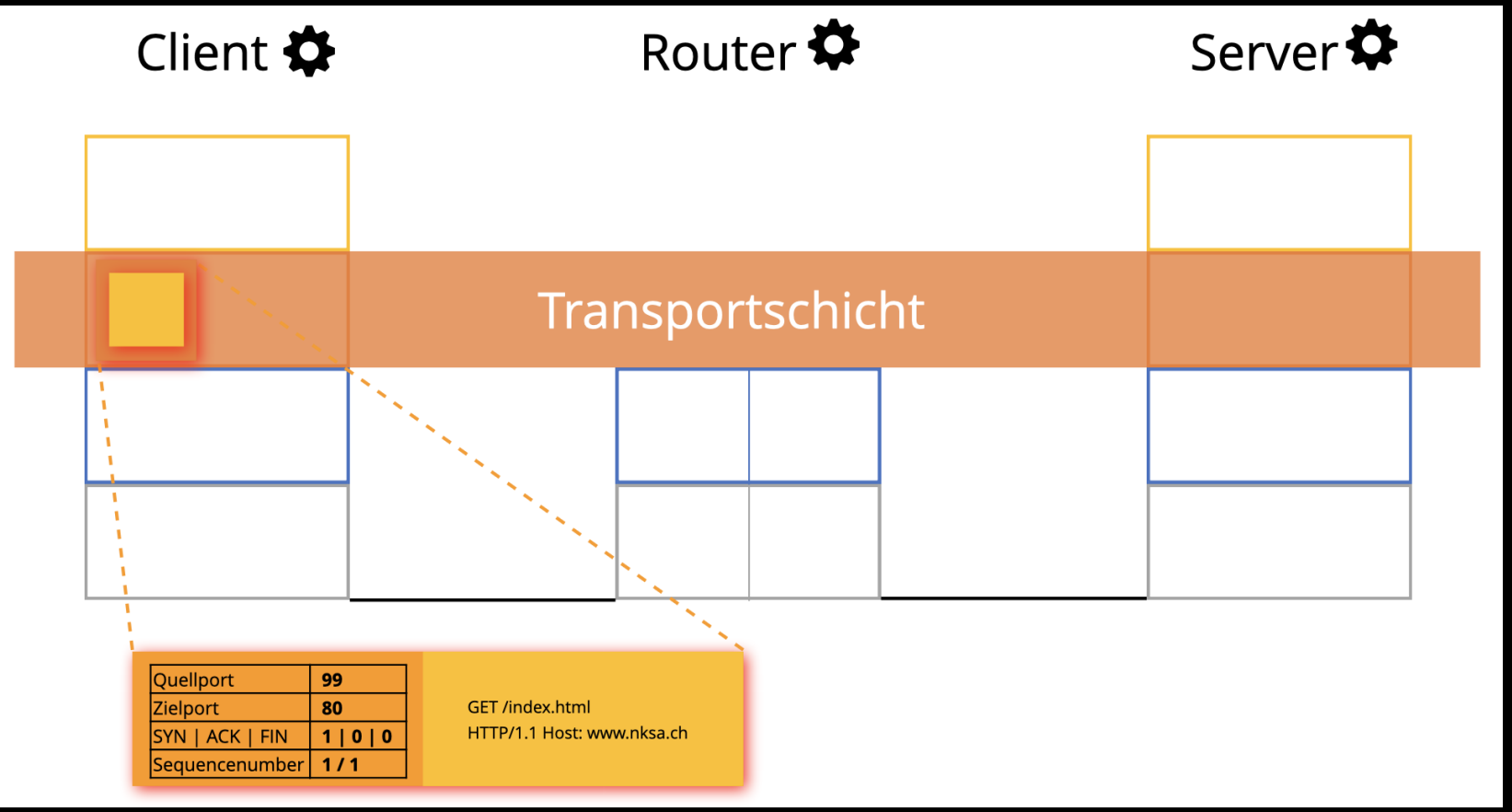
- Schichtenmodell für Aufruf von Website
- Client (Browser) schickt HTTP GET-Anfrage an Server
- Was passiert dabei auf verschiedenen Ebene des Schichtenmodells?
- Es wird Schritt für Schritt ein **Datenpaket** zusammengestellt …
- Mithilfe der **TCP/IP**-Protokollfamilie:
  - TCP: Transmission Control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

1. Anwendungsschicht



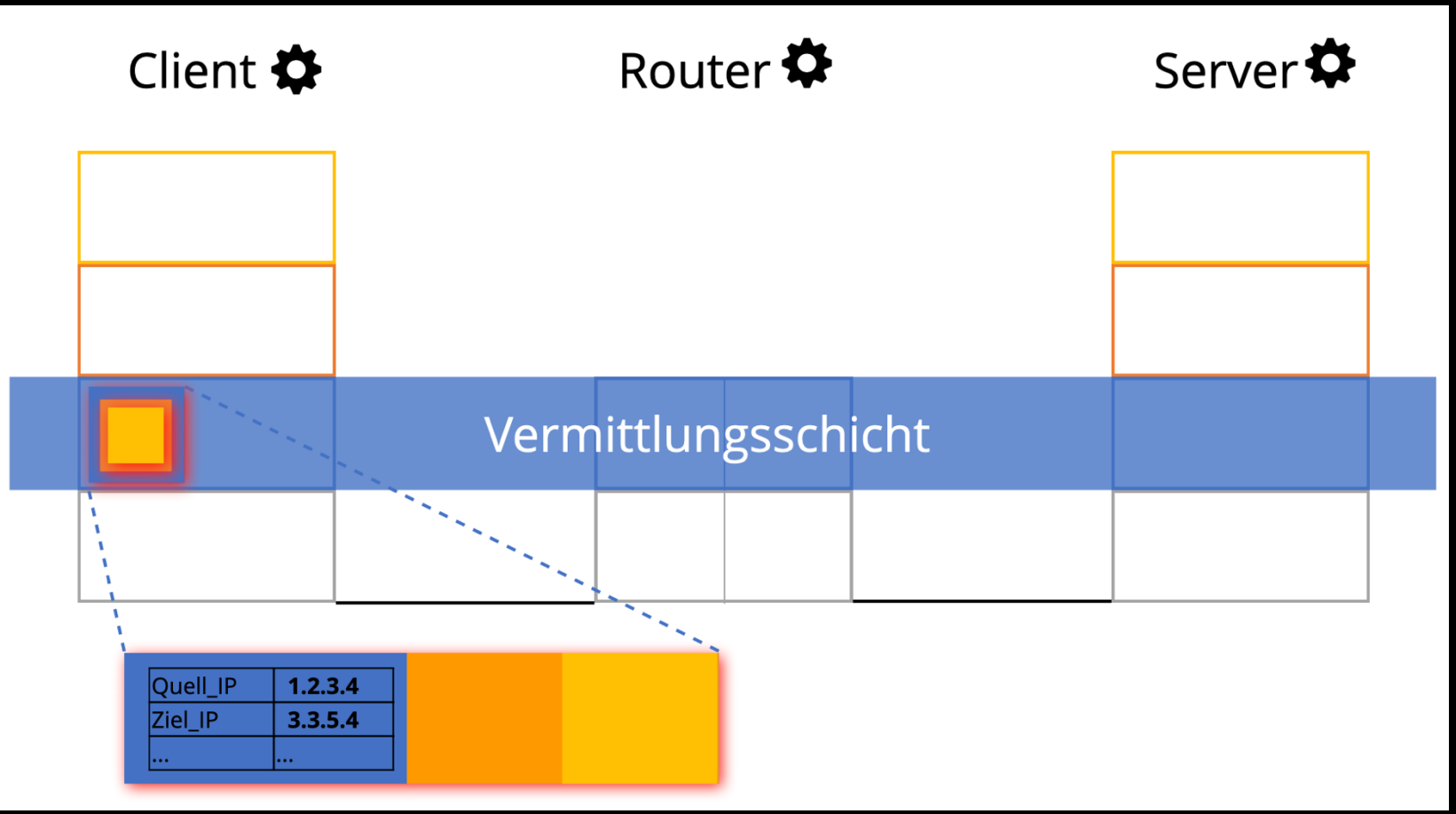
- Korrekt formulierter GET-Request für Website

2. Transportschicht



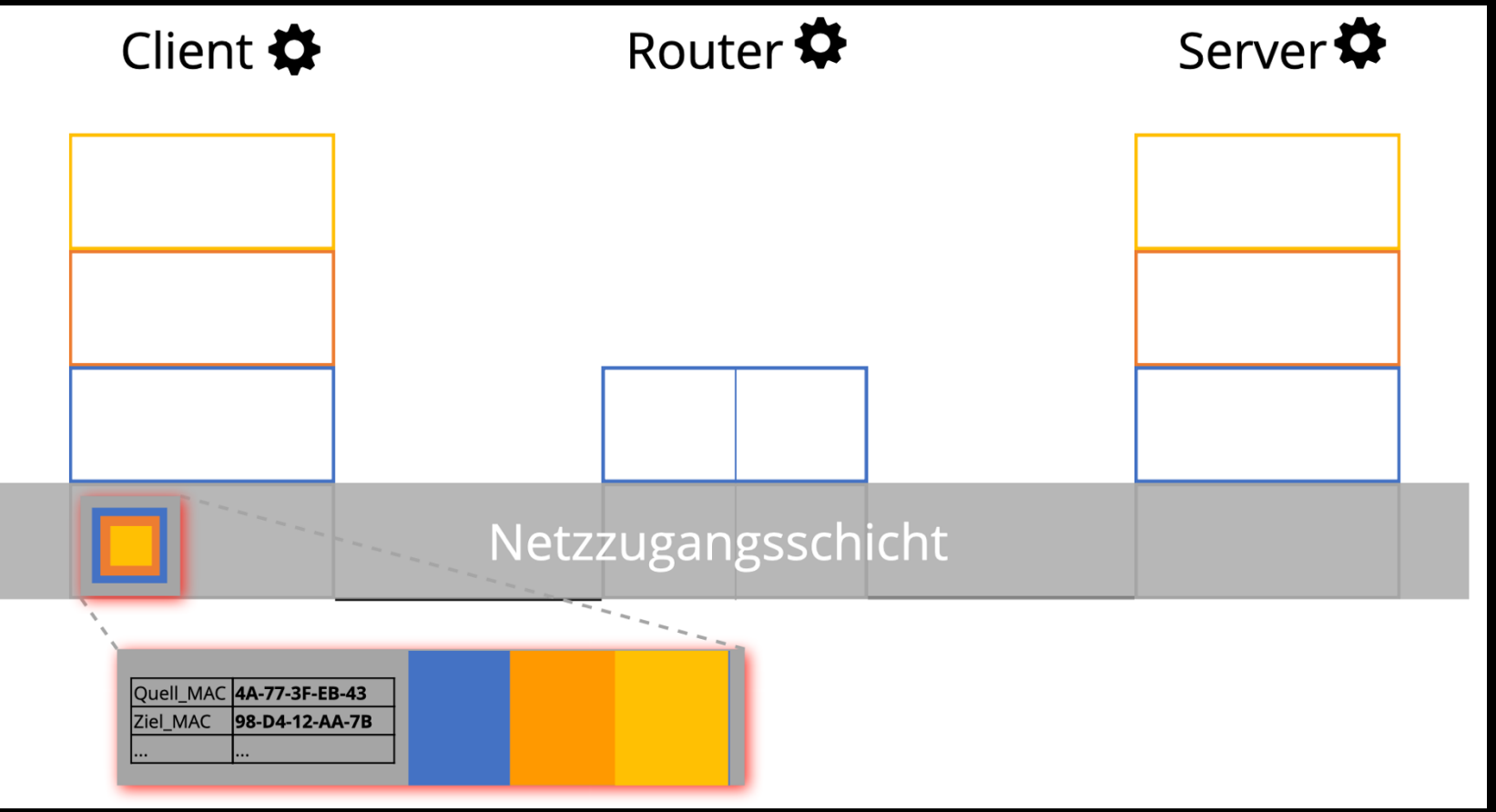
- Analogie: Hausdienst
- «Gespräch» wird koordiniert und gewissermassen ’verpackt’
- Quell- und Zielport festgelegt
- Port: Adressen für versch. Anwendungen:
  - TCP 80: HTTP
  - TCP 25/587: Mail
- Pakete nummerieren

3. Vermittlungsschicht



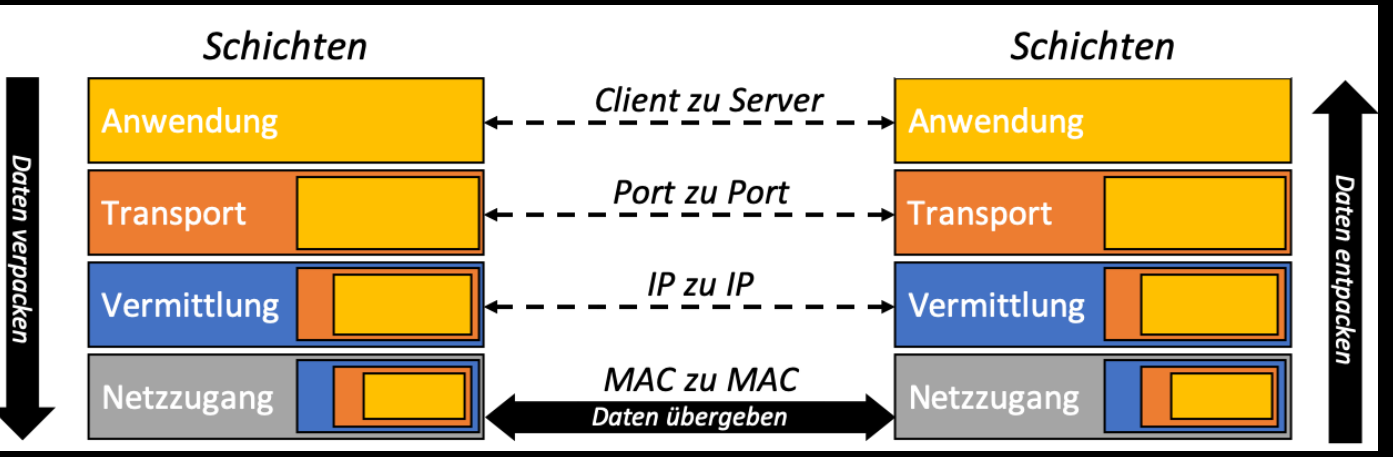
- Analogie: Post
- Sender und Empfänger aus verschiedenen Subnetzen verbinden
- Quell- & Ziel-IP Adresse
- **IP-Adresse**: Adresse von Gerät in Internet

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)
- **MAC**: **M**edia **A**ccess **C**ontrol

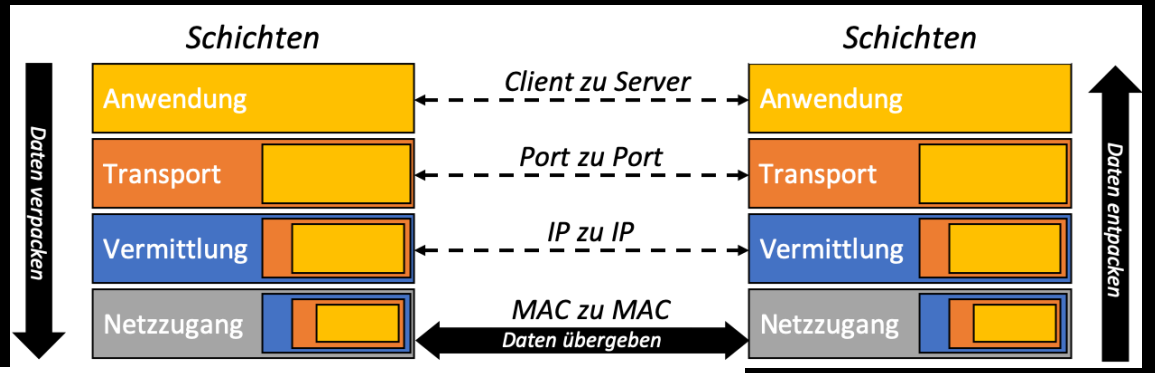
Schichtenmodell: Datenpaket

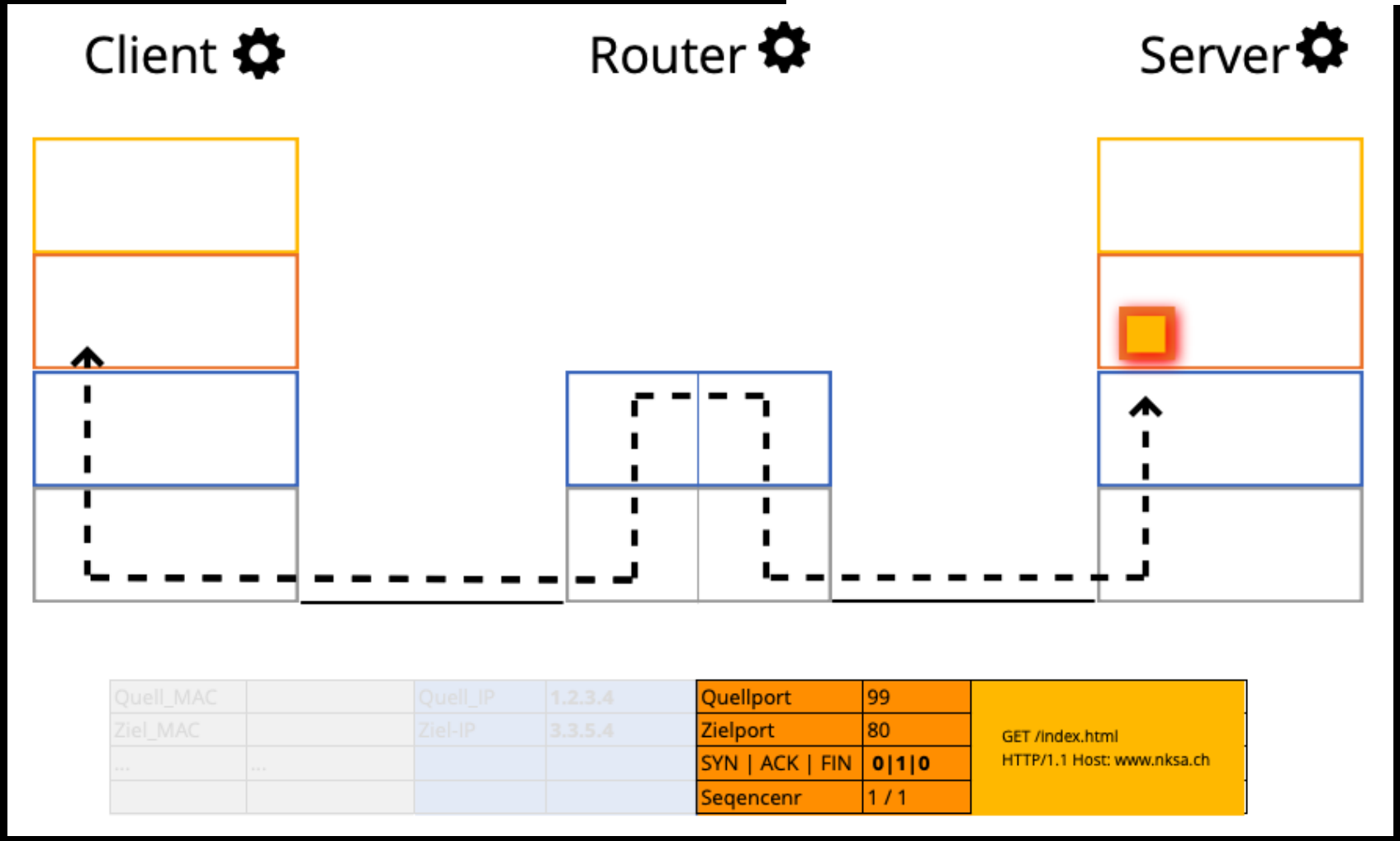


Ethernet frame		IP-Header		TCP-Header		HTTP-Request
Quell_MAC	**4A-77-3F-EB-43**	Quell_IP	**1.2.3.4**	Quellport	99	GET /index.html HTTP/1.1 Host: www.nksa.ch
Ziel_MAC	**98-D4-12-AA-7B**	Ziel-IP	**3.3.5.4**	Zielport	80	
...	...			SYN | ACK | FIN	1|0|0	
				Seqencenr	1 / 1	

- 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 (-> nächstes Kapitel)

Schichtenmodell: Datenpaket





Aufgaben C

- Siehe Wiki

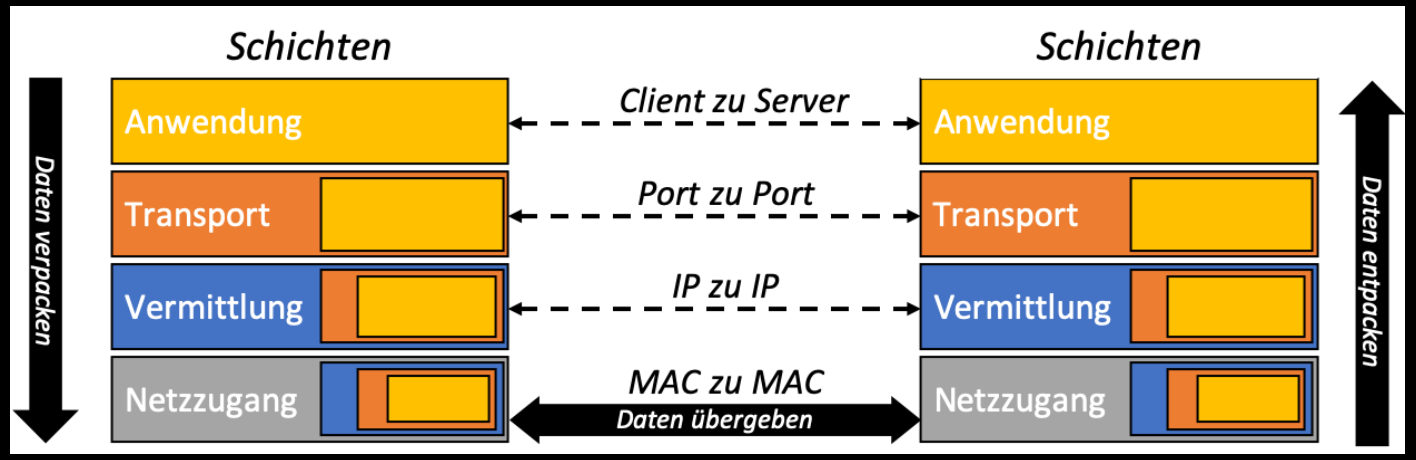
Teil 4: Vom Subnetz zum Internet

Subnetze, Internet, Router, globale & lokale IP

2 Lektion

Warm-Up I

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



- Was hat es mit Datenpaketen wie dem folgenden auf sich?

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	
				Seqencenr	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)

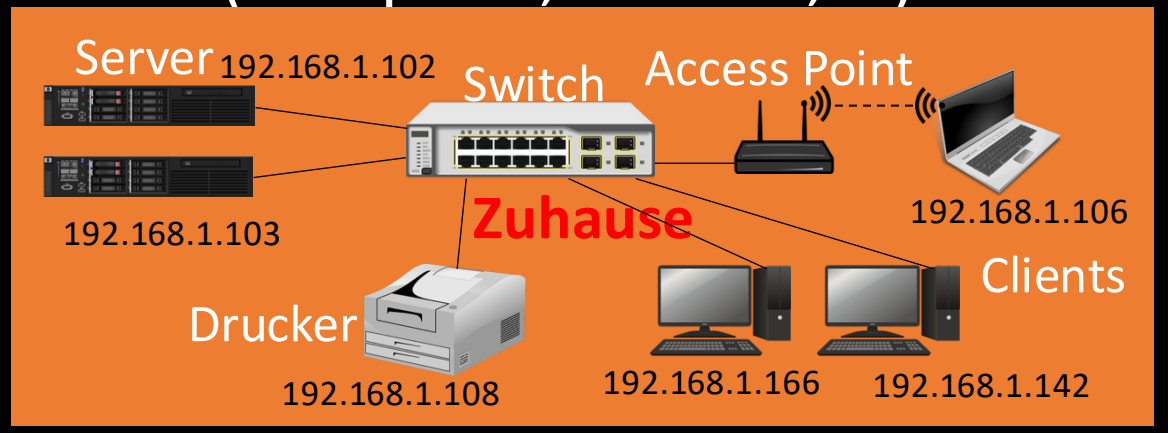
Warm-Up III

- Was ist die Subnetzmaske in einem Netzwerk?

IPv4-Adresse:	192.168.1.106
Teilnetzmaske:	255.255.255.0

Netzwerk

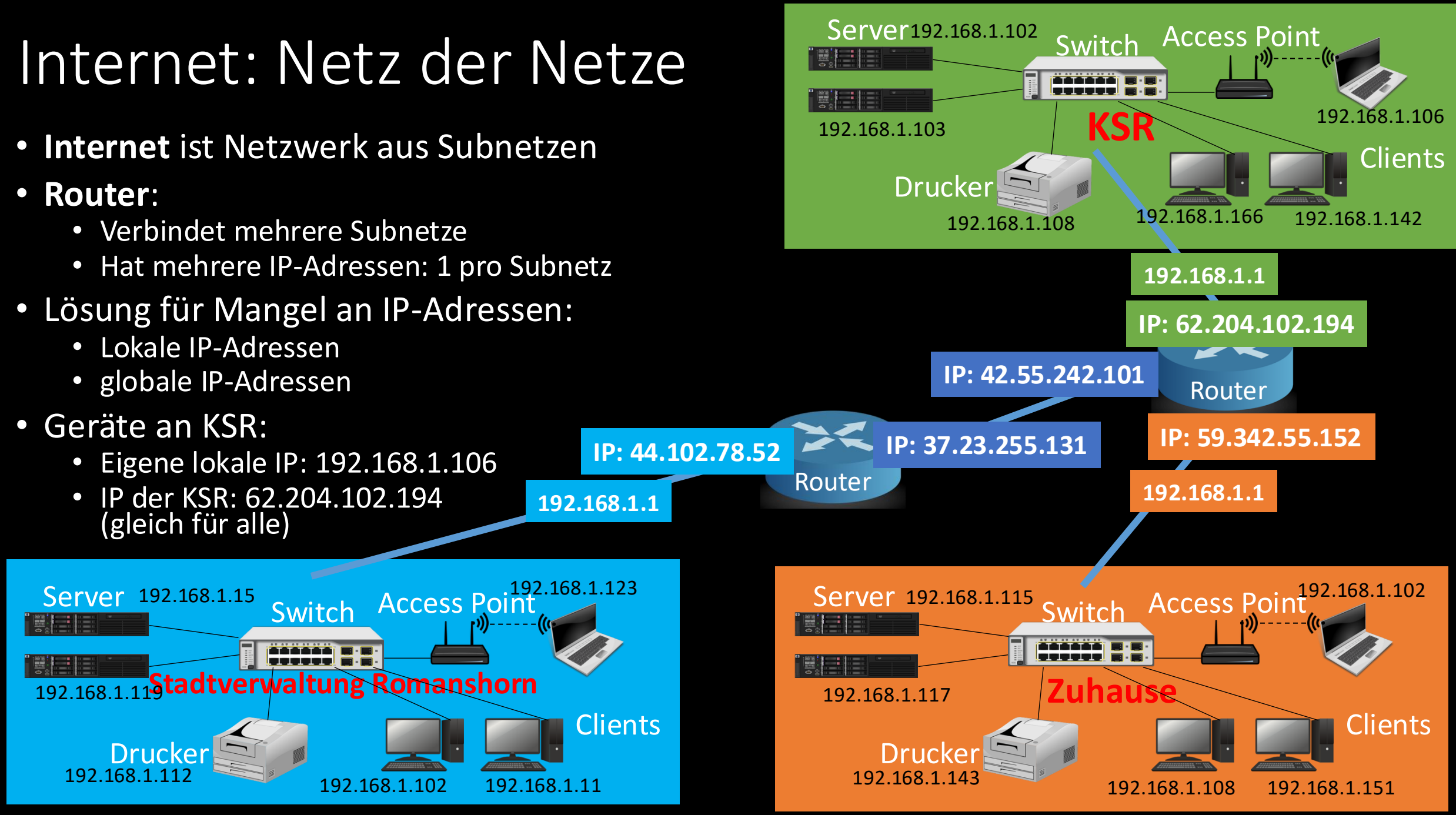
- **Subnetz**: Zusammenschluss mehrerer Geräte (Computer, Drucker, …)
- Jedes Gerät in Netzwerk hat eigene (lokale) **IP-Adresse**, z.B.:
  - Laptop: 192.168.1.106
  - Smartphone: 192.168.1.127



- **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: 192.168.1.106
  - IP der KSR: 62.204.102.194 (gleich für alle)



IP @KSR

- Verbinde Gerät mit Eduroam
- Frage IP-Adresse ab:
- www.whatsmyip.org



Aufgaben D

- Siehe Wiki

Teil 5: NAT & DNS

Spezielle IP, NAT & DNS

1 Lektion

Kahoot

Zwei spezielle IP-Adressen



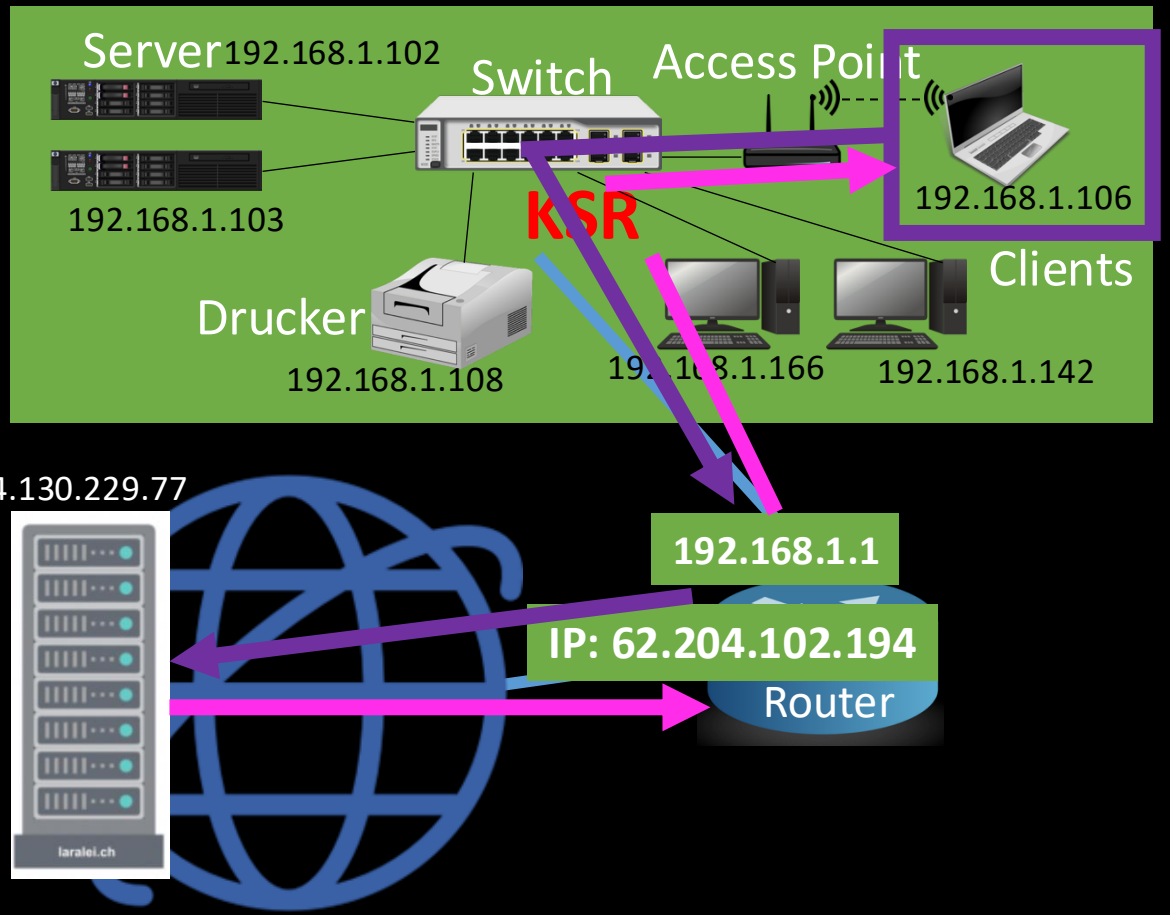
- IP & Netzmaske von Computer:
  - IP: 192.168.1.106 = 11 00 00 00. 10 10 10 00. 00 00 00 01. 01 10 10 10
  - Maske: 255.255.255.0 = 11 11 11 11. 11 11 11 11. 11 11 11 11. 00 00 00 00

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
- 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)**



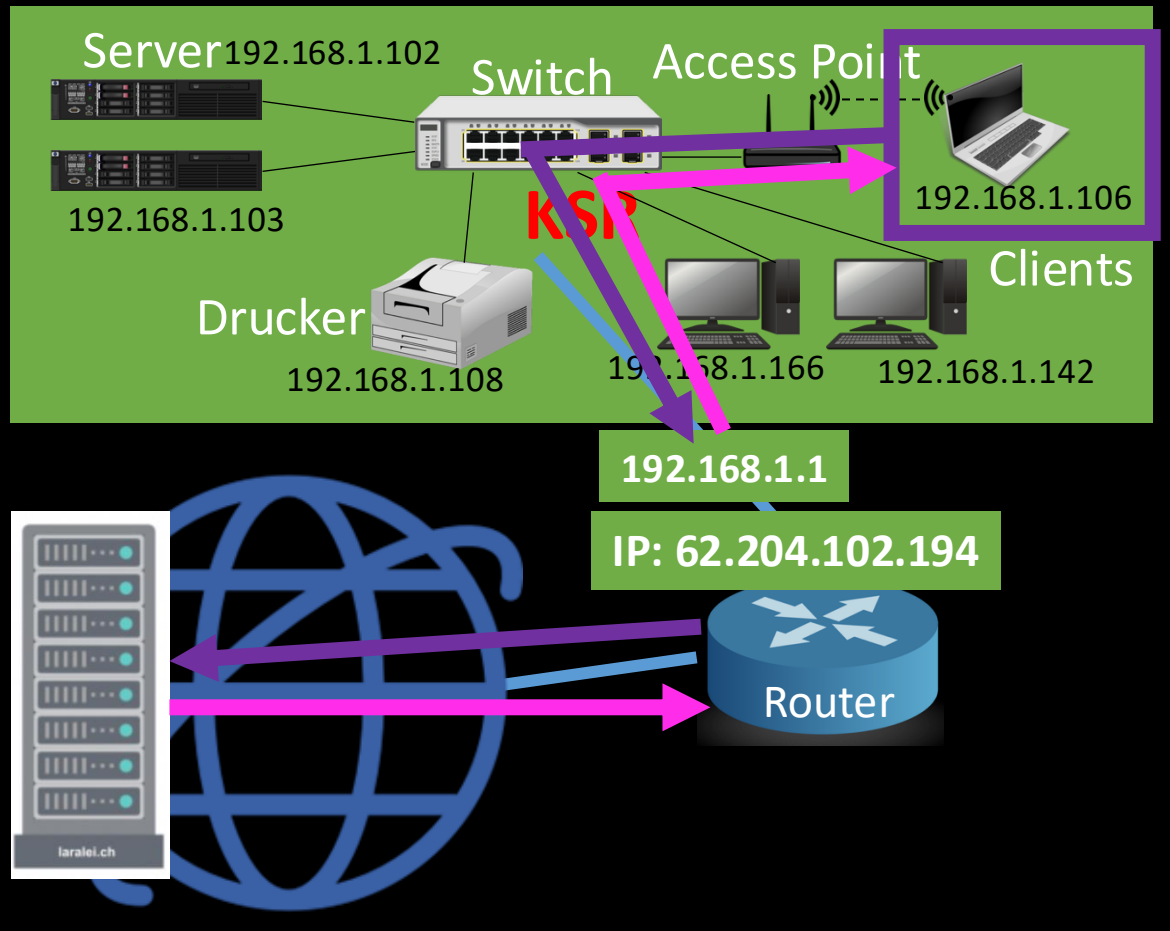
Ethernet frame		IP-Header		TCP Header		HTTP-Request
Quell MAC	…	Quell IP	~~192.168.1.106~~ 62.204.102.194	…	…	GET /index.html
Ziel MAC	…	Ziel IP	94.130.229.77	…	…	www.laralei.ch

DNS

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

Domain	IP-Adresse
www.laralei.ch	94.130.229.77
…	…

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

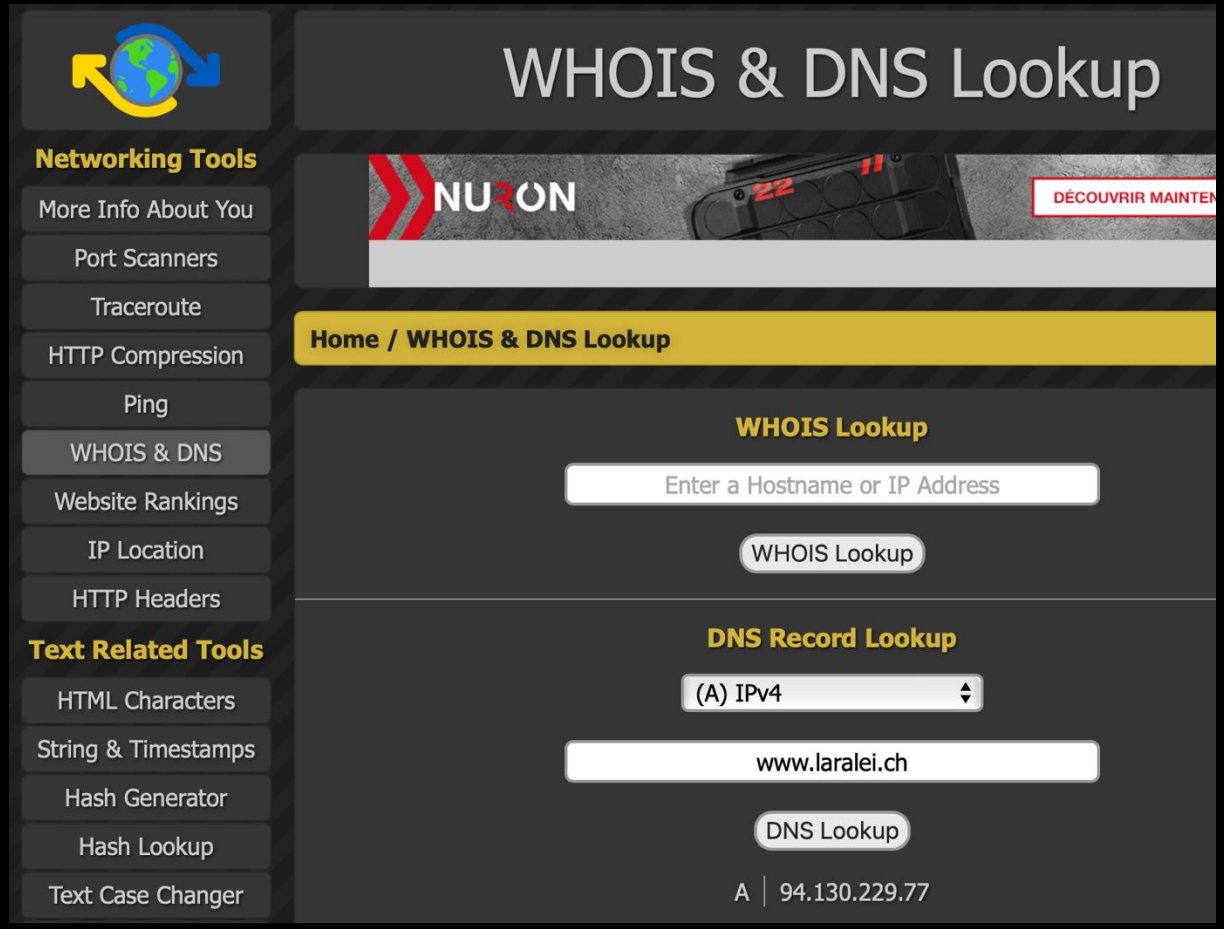


Ethernet frame		IP-Header		TCP Header		HTTP-Request
Quell MAC	…	Quell IP	192.168.1.106	…	…	GET /index.html
Ziel MAC	…	Ziel IP	94.130.229.77	…	…	www.laralei.ch

???

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



Aufgaben

- Siehe Wiki

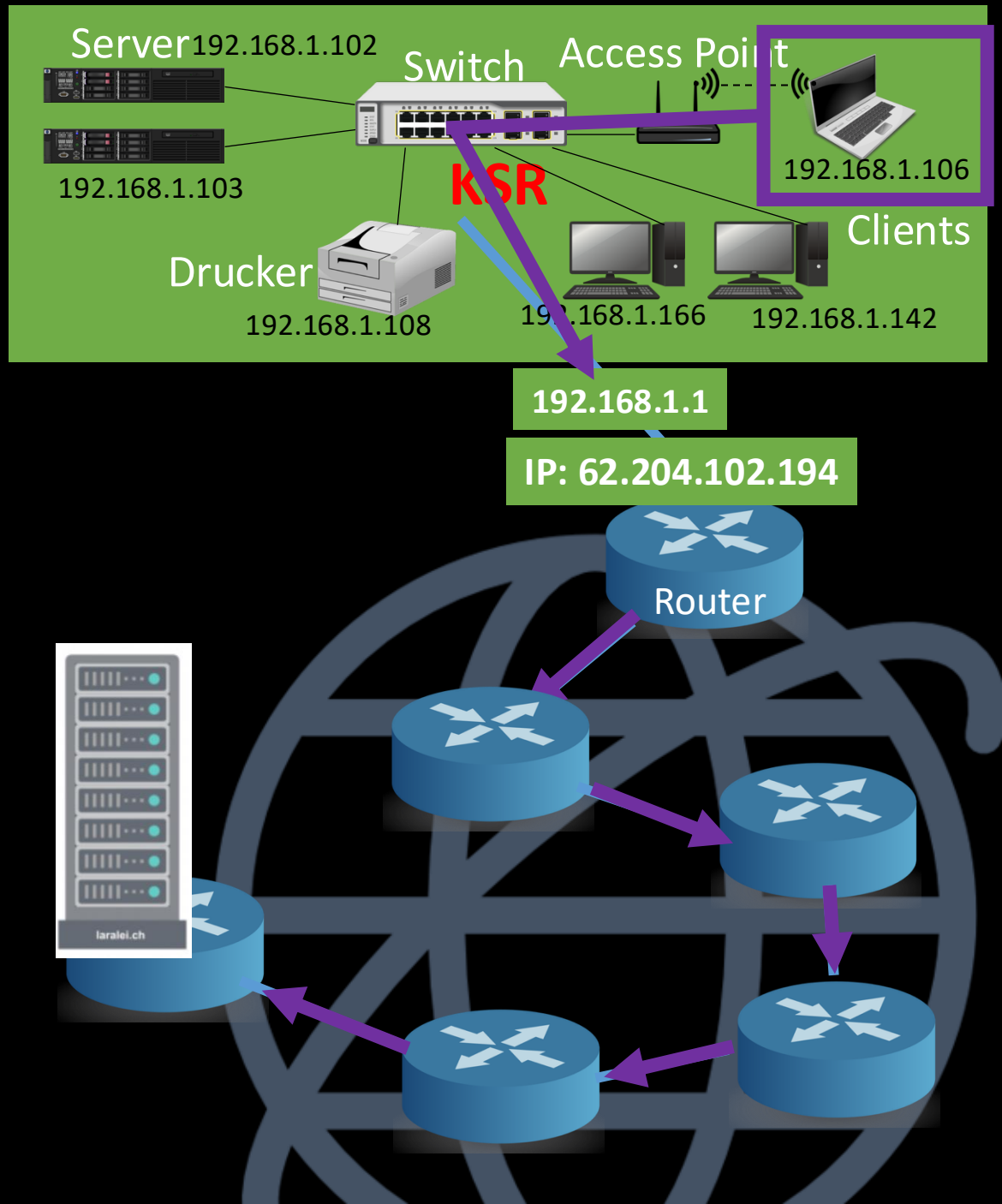
Teil 5: Routing

Weg von Datenpaketen, Routing-Tabelle

1 Lektion

Routing

- Am KSR Website www.laralei.ch aufrufen
- Anfrage an Server, der Website hostet, geht über mehrere Stationen
- Frage: **Wie findet Datenpacket 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

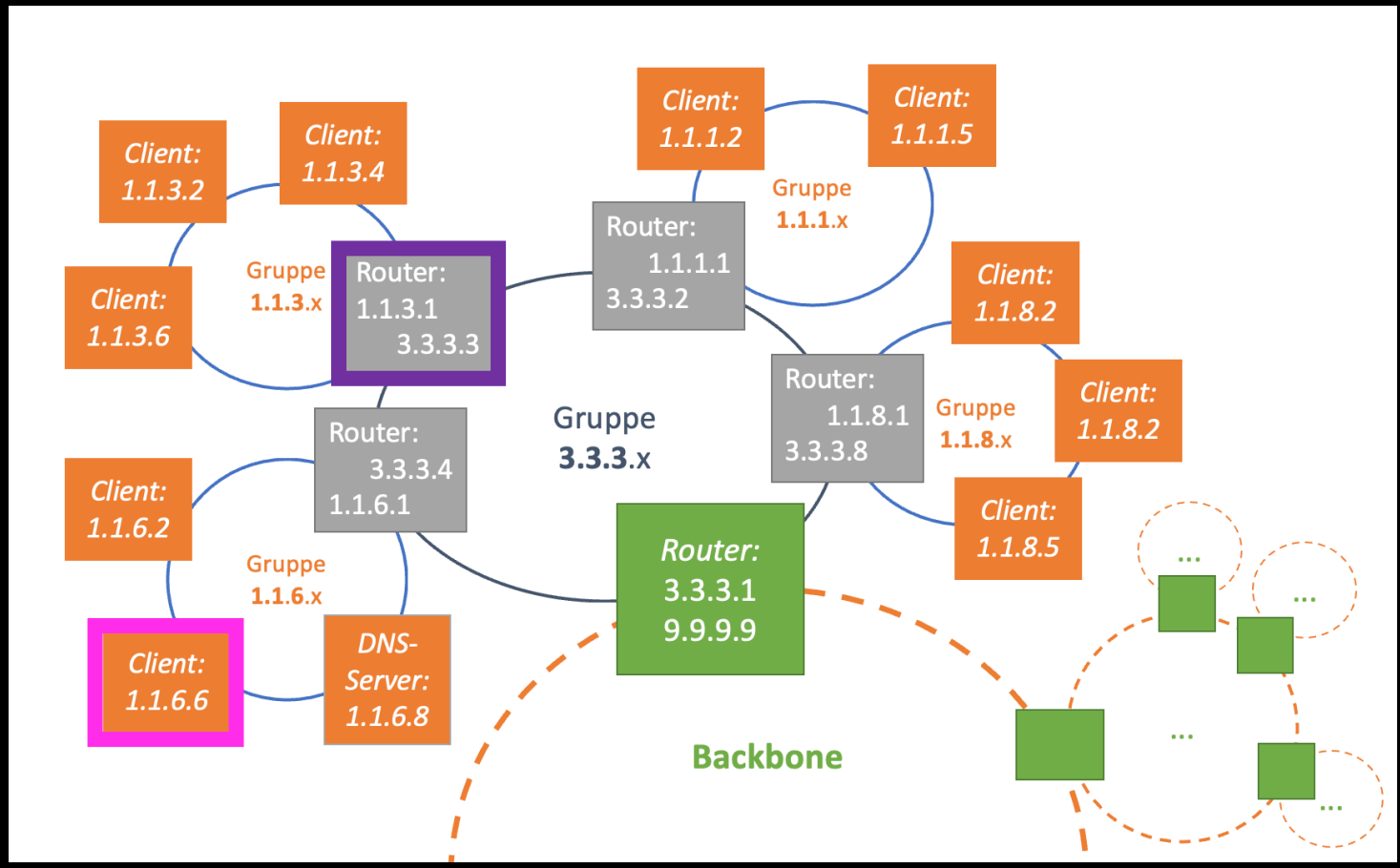
Ziel-IP	Handlung
Gehört dem Gerät selbst	Paket empfangen
Im gleichen Subnetz wie das Gerät	Paket direkt an das Zielgerät senden
Alles andere	An den Router (auch *Gateway*) senden zur Weiterleitung

  - 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

- siehe Wiki

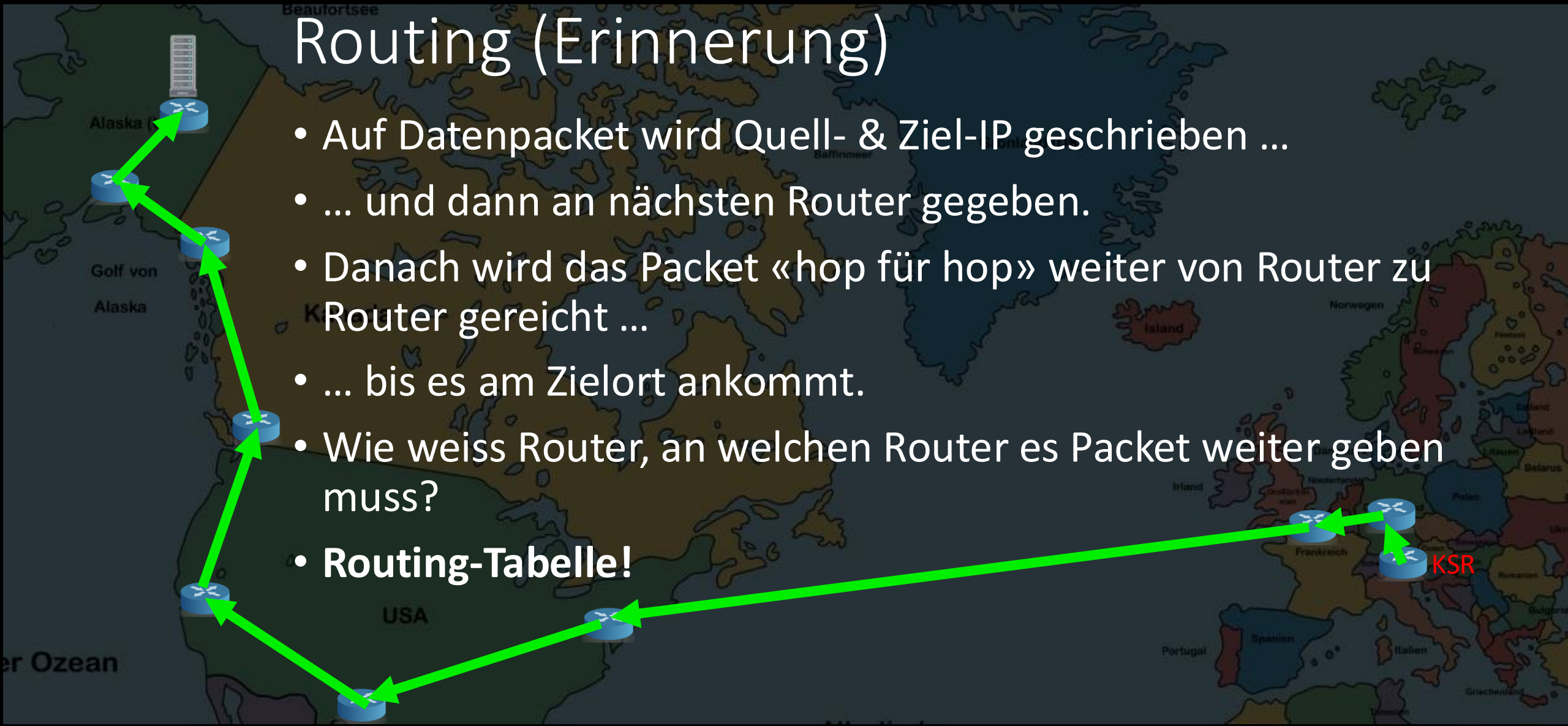
Teil 6: Routing-Game I

Routing Game ohne DNS-Server

1 Lektion

Routing (Erinnerung)

- Auf Datenpacket 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 rechte Hand (Netzwerkkarte)
- Nachricht verschicken
  - Nachricht von Zielperson erfragen (unrealistisch, wird in Routing-Game II verbessert)
  - Couvert mit Source- und Destination IP beschriften
  - Nachricht auf Zetteli schreiben und in Couvert
  - Strikt nach **Routing-Tabelle** weitergeben

Router 4 (Vermittlungsschicht)

Destination	Aktion
1.1.4.1	Bin ich selbst (R)
1.1.4.*	Rechte Hand
3.3.3.4	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
1.1.3.5	Bin ich selbst (meine IP)
1.1.3.*	Rechte Hand
Alles Andere	Via 1.1.3.1

By air mail
Par avion

Absender	Empfänger
1.1.3.3	1.1.4.2

Meine Nachricht an Empfänger:in im Couvert.

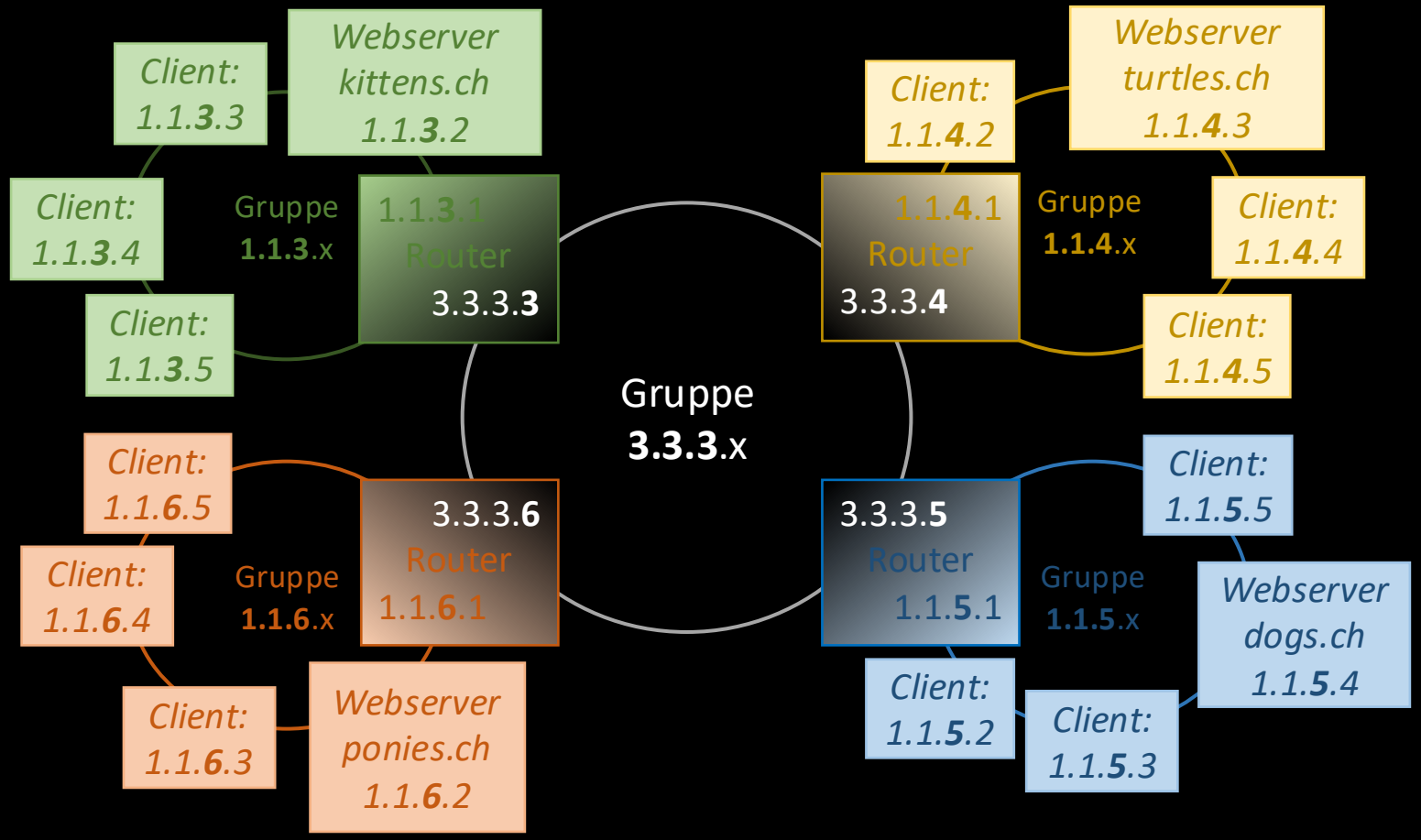
By air mail
Par avion

Alte Adressen durchstreichen!

Absender	Empfänger
~~1.1.3.3~~	~~1.1.4.2~~
1.1.4.2	1.1.3.3

Antwort im Couvert.

Routing-Game I



Beispiel

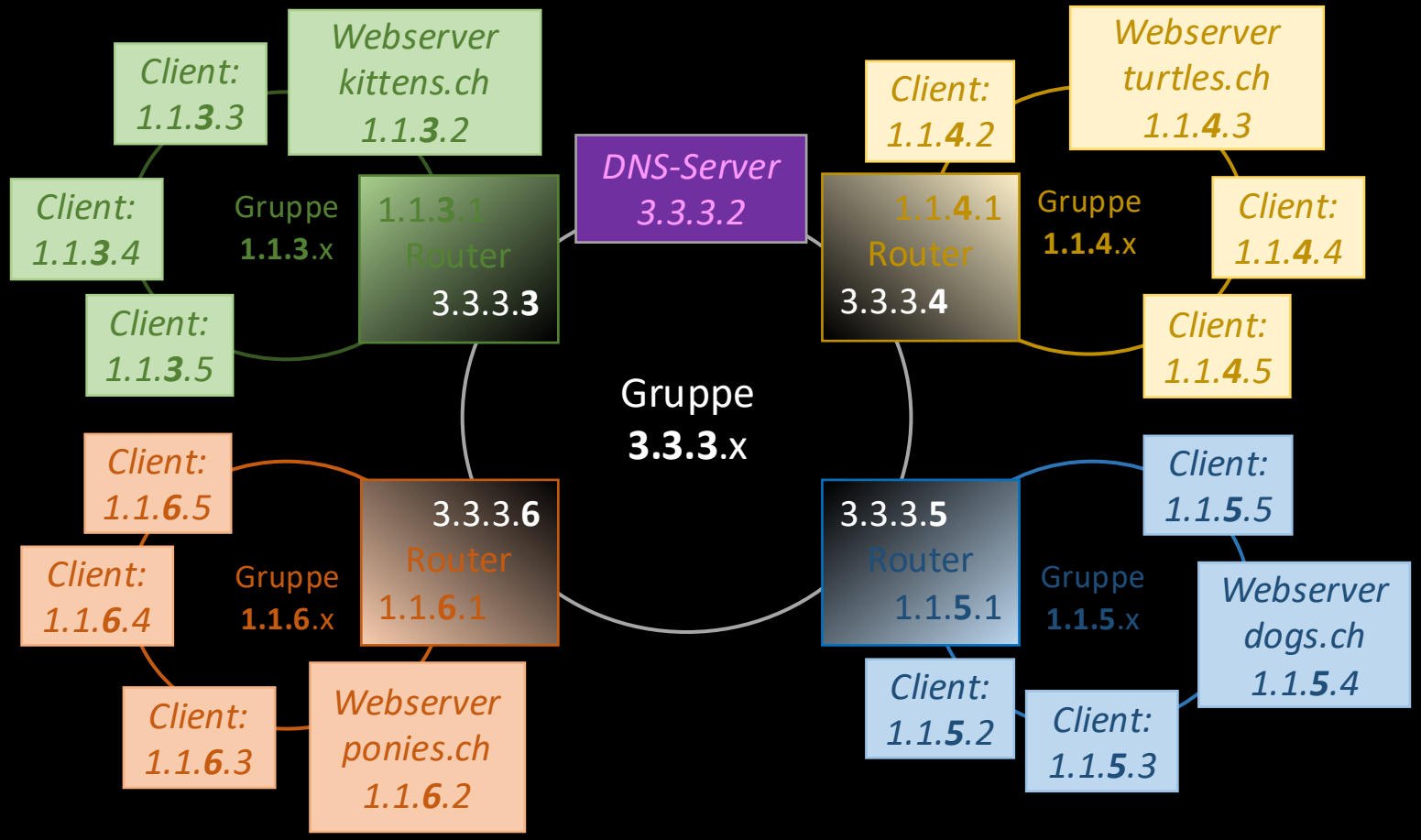
Teil 7: Routing-Game II

Routing Game mit DNS-Server

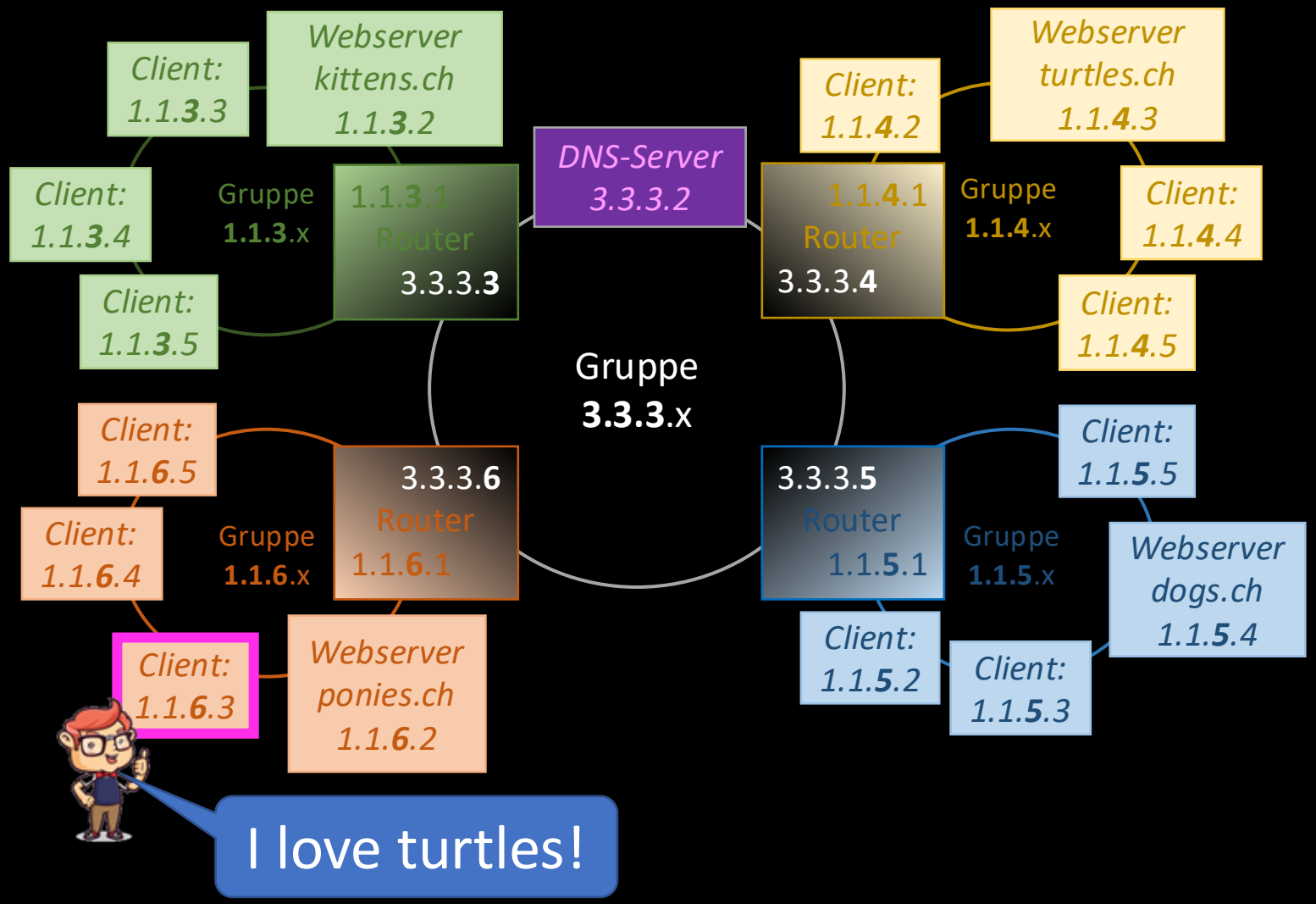
1 Lektion

I Netzwerk

2 Personen für DNS, da viel zu tun!

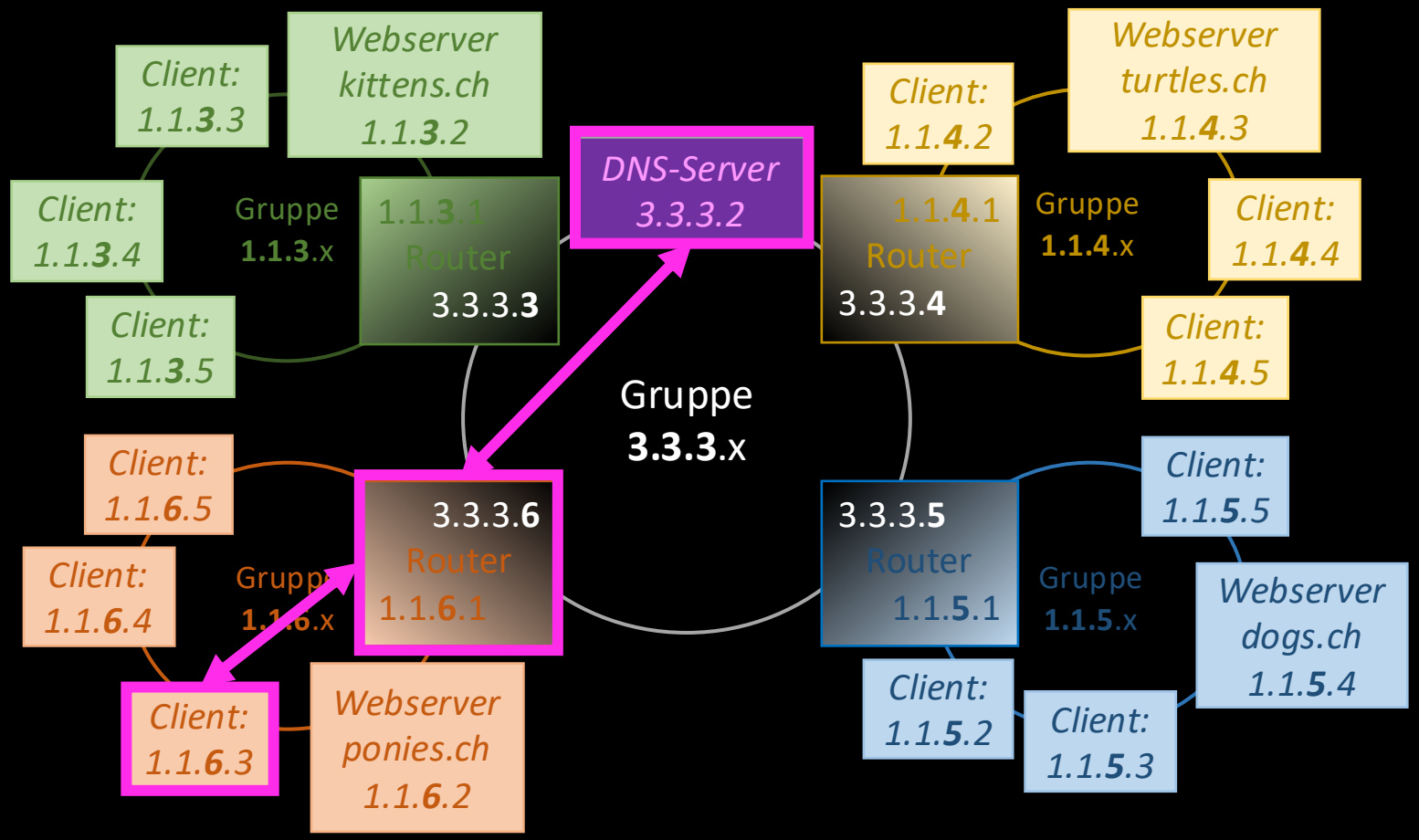


I Netzwerk

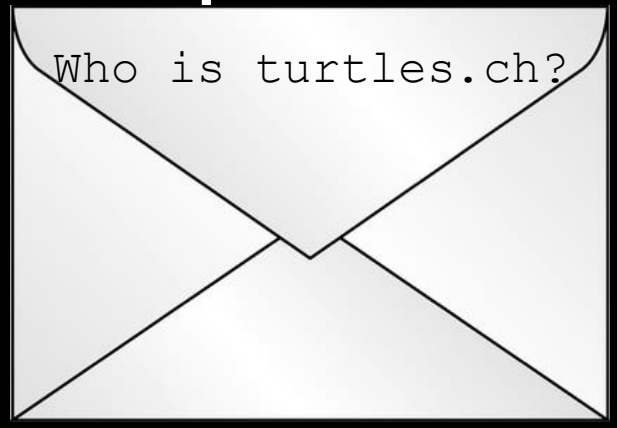


- **Beispiel:**
  Fritzli (Laptop mit IP 1.1.6.3) möchte www.turtles.ch besuchen

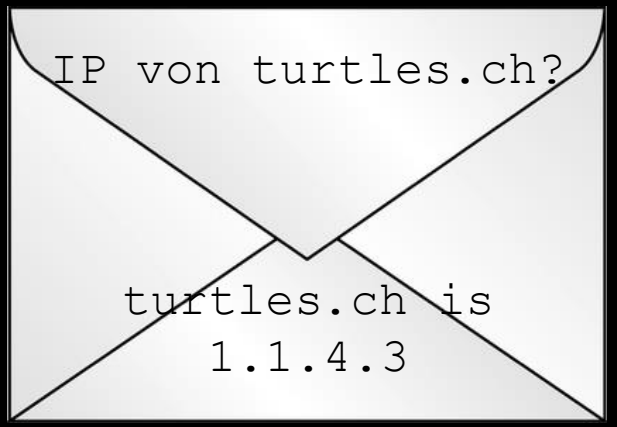
I Netzwerk



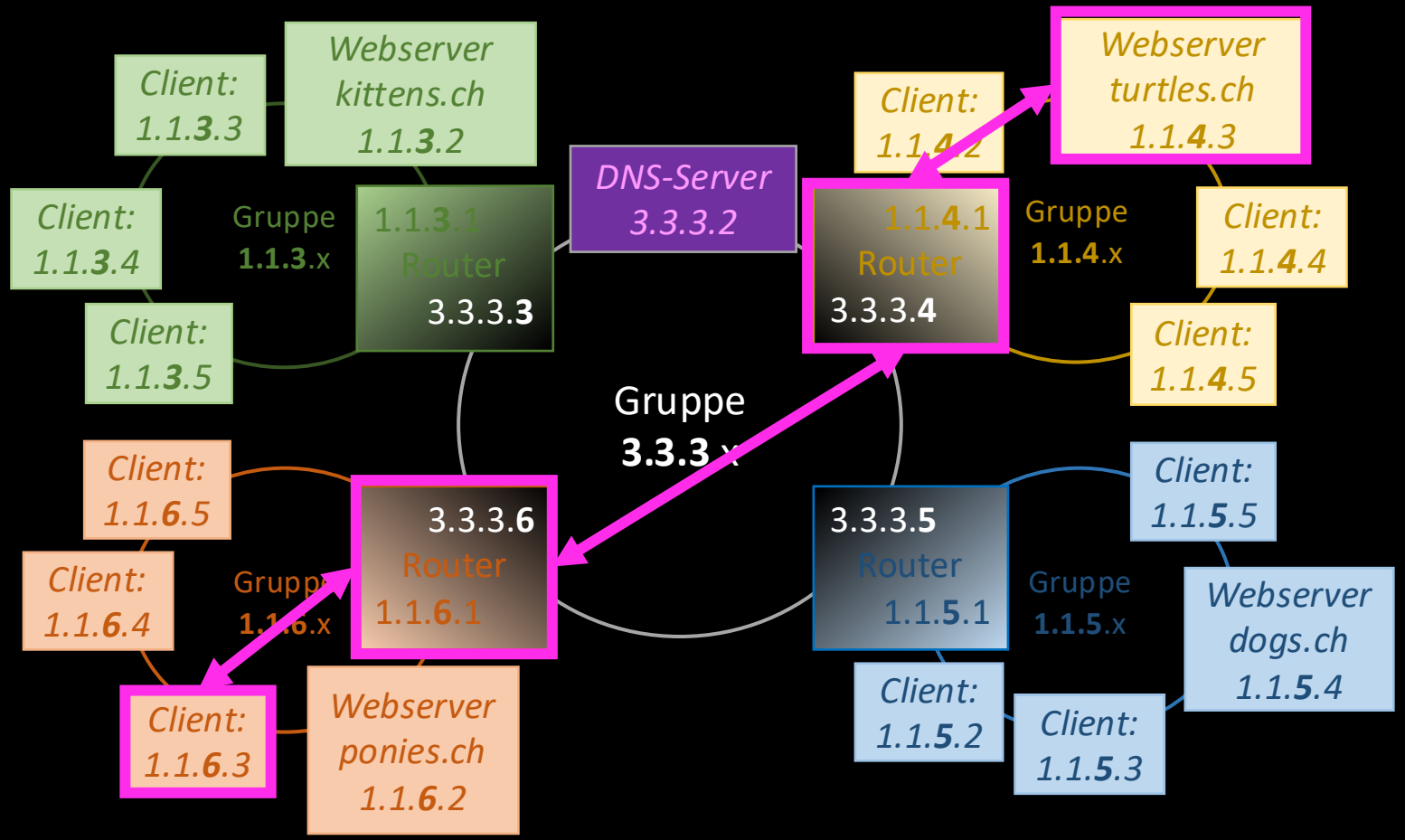
- **IP-Adresse** von turtles.ch bestimmen
- **DNS-Request** an 3.3.3.2



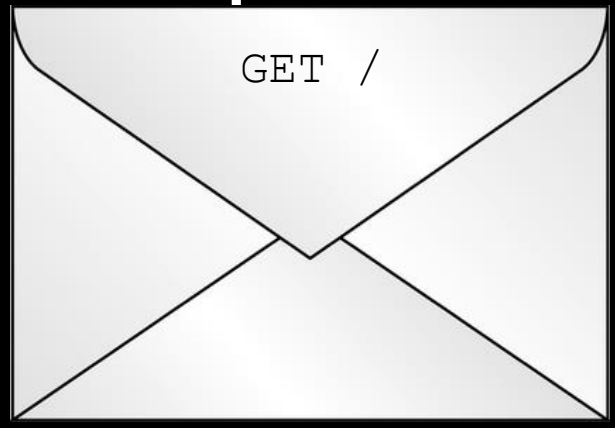
- Erhalte **DNS-Response**:



I Netzwerk



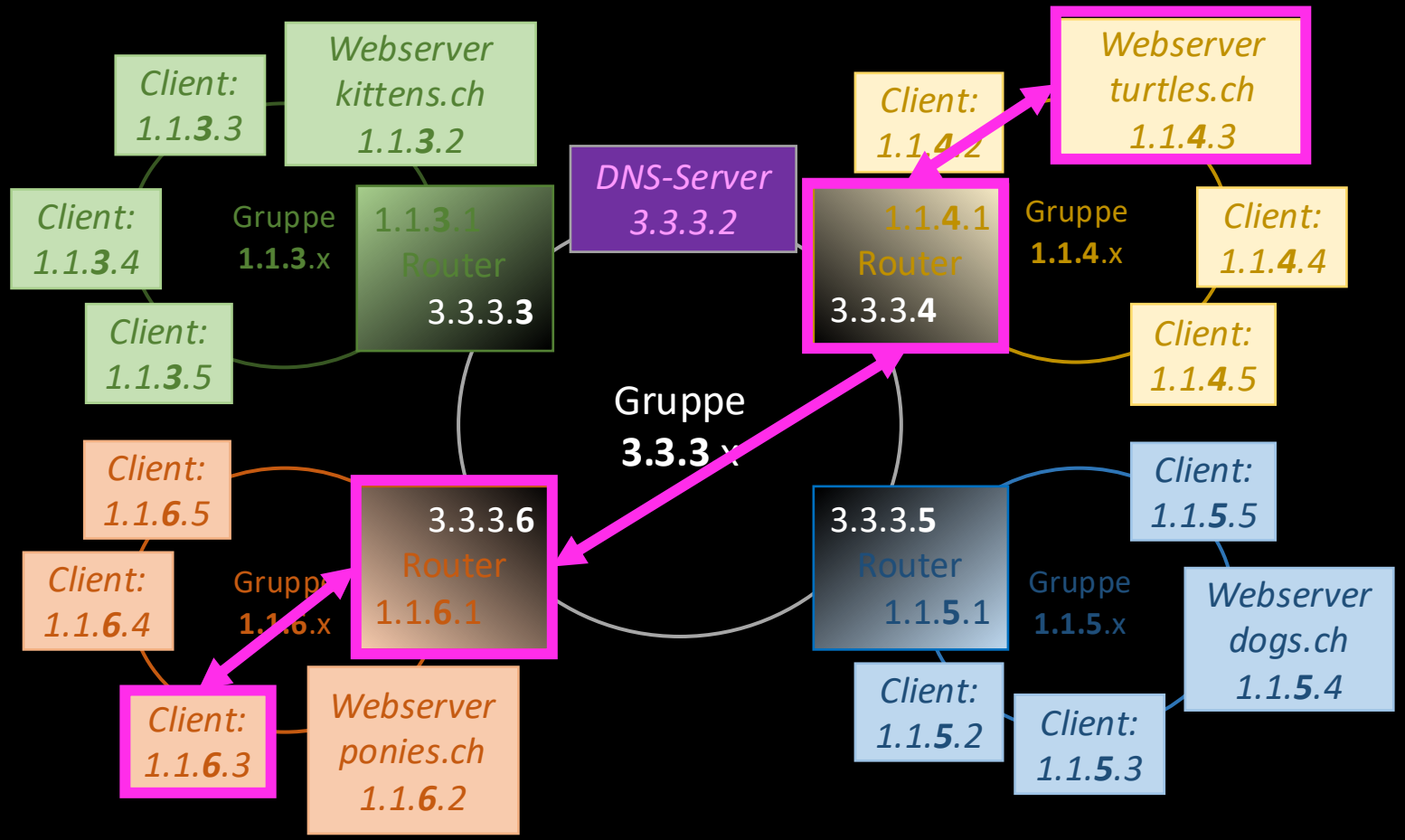
- **Root-Resource** (index.html) anfragen
- **HTTP-Request** an 1.1.4.3



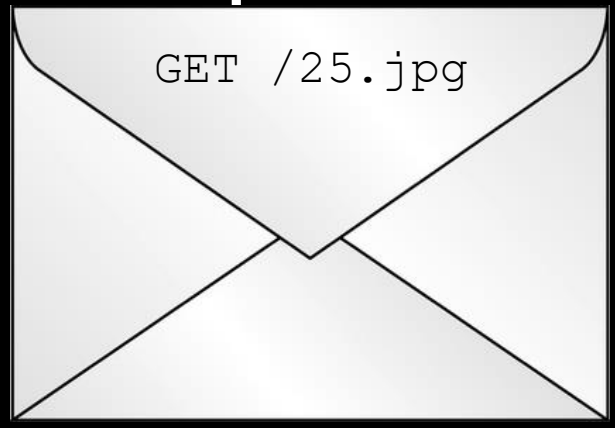
- Erhalte **HTTP-Response**:



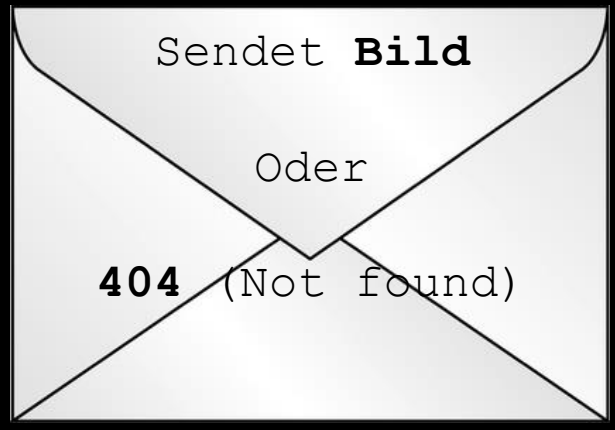
I Netzwerk



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



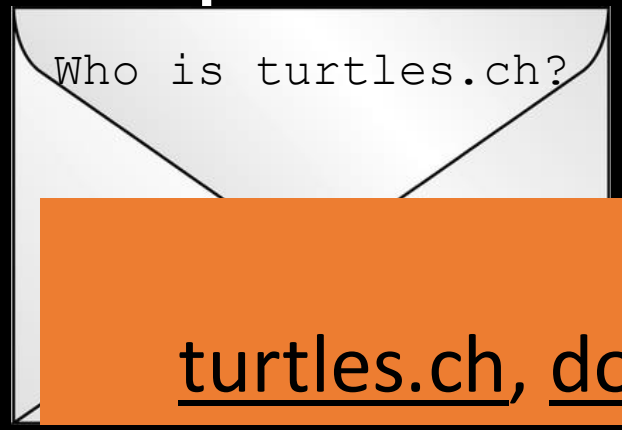
- Erhalte **HTTP-Response**:



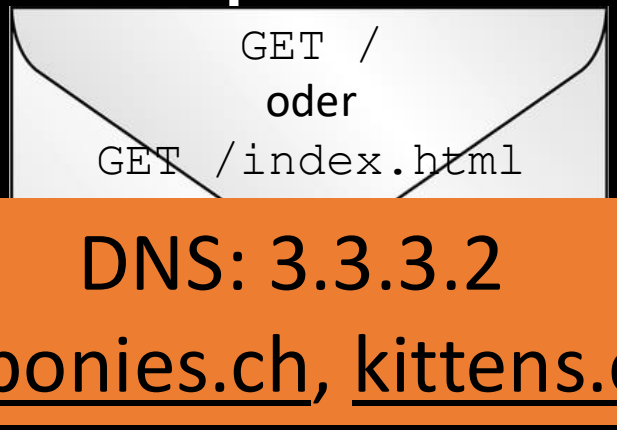
I Netzwerk: ToDo

- 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**!

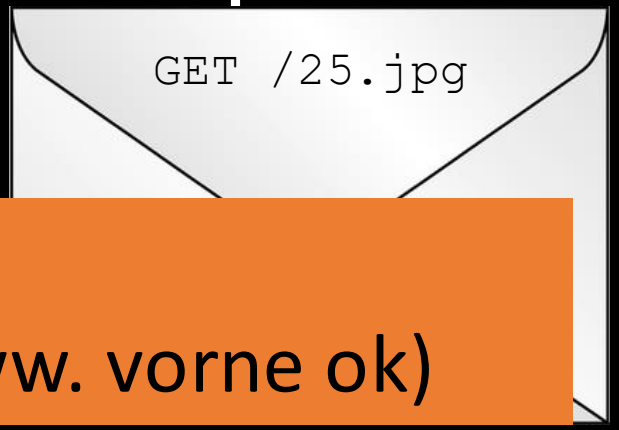
- **IP-Adresse** von turtles.ch bestimmen
- **DNS-Request** an 3.3.3.2



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



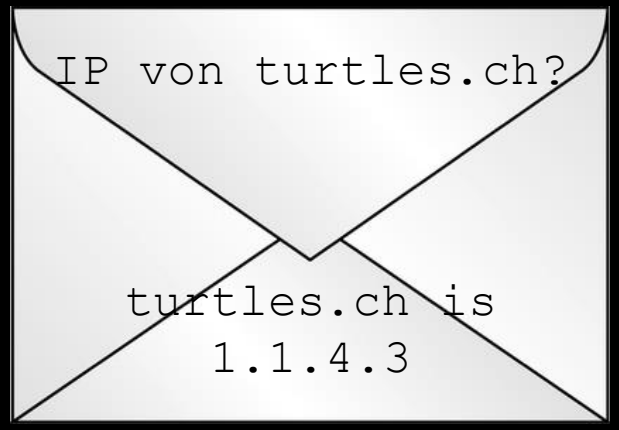
- **Bilder** von index.html abfragen
- **HTTP-Request** an 1.1.4.3



DNS: 3.3.3.2

turtles.ch, dogs.ch, ponies.ch, kittens.ch (www. vorne ok)

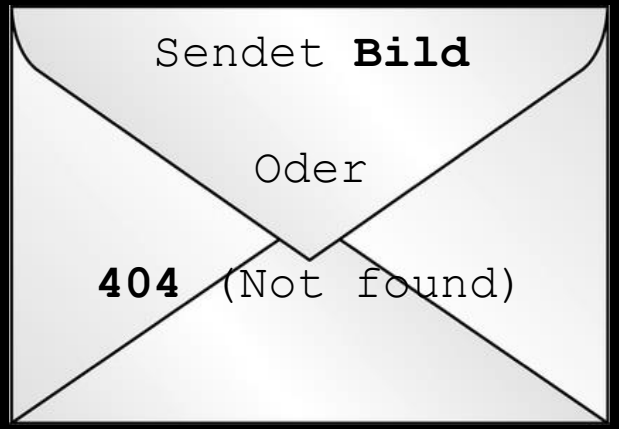
- Erhalte **DNS-Response**:



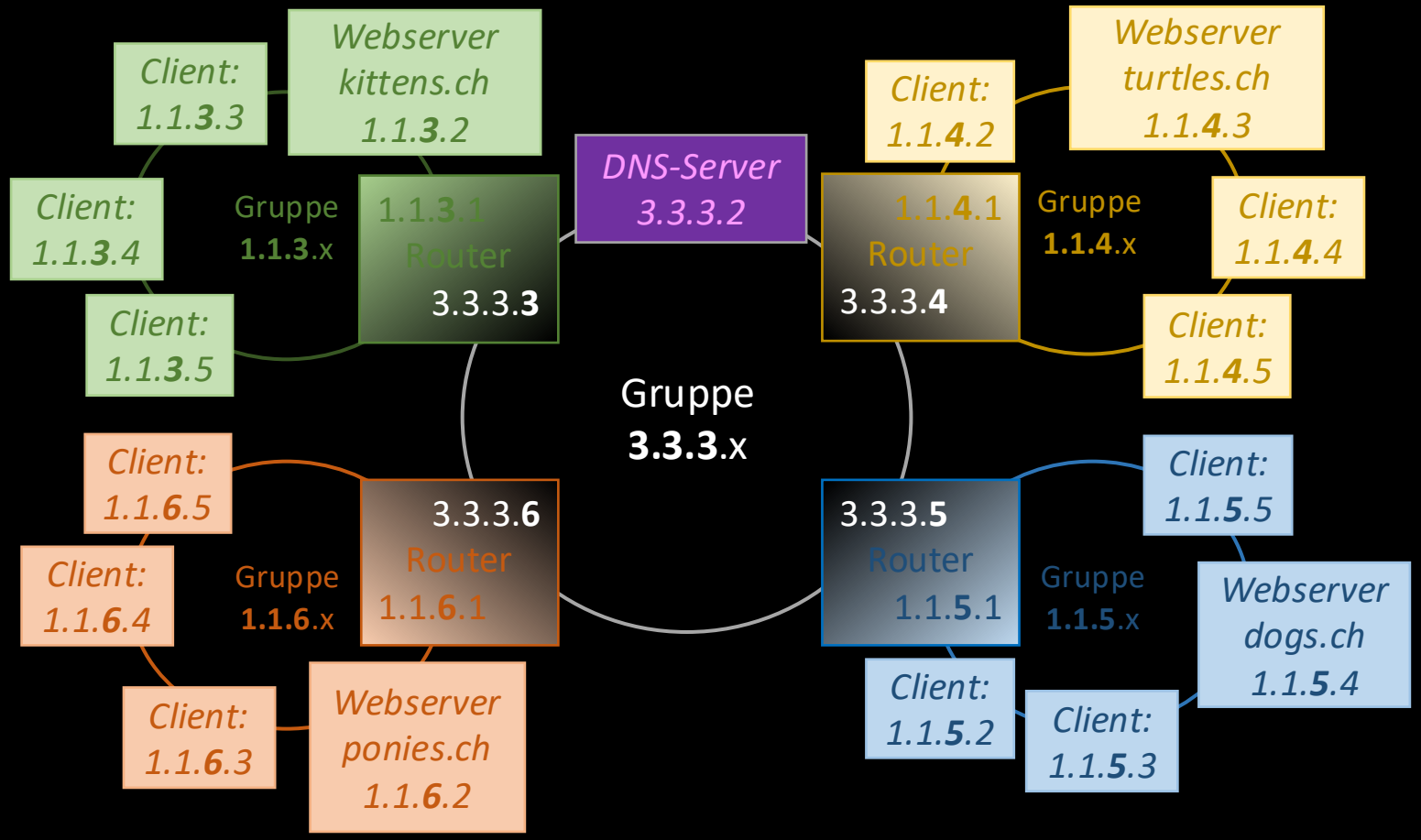
- Erhalte **HTTP-Response**:



- Erhalte **HTTP-Response**:



I Netzwerk


Client:
1.1.3.3
Webserver
kittens.ch
1.1.3.2
Client:
1.1.3.4
Gruppe
1.1.3.x
1.1.3.1
Router
3.3.3.3
DNS-Server
3.3.3.2
Client:
1.1.3.5
Client:
1.1.4.2
Webserver
turtles.ch
1.1.4.3
1.1.4.1
Router
3.3.3.4
Gruppe
1.1.4.x
Client:
1.1.4.4
Client:
1.1.4.5
Gruppe
3.3.3.x
Client:
1.1.6.5
Client:
1.1.6.4
Gruppe
1.1.6.x
3.3.3.6
Router
1.1.6.1
Client:
1.1.6.3
Webserver
ponies.ch
1.1.6.2
3.3.3.5
Router
1.1.5.1
Client:
1.1.5.5
Gruppe
1.1.5.x
Webserver
dogs.ch
1.1.5.4
Client:
1.1.5.2
Client:
1.1.5.3

Teil 8: TCP & UDP

Kommunikation im Internet mit TCP & UDP

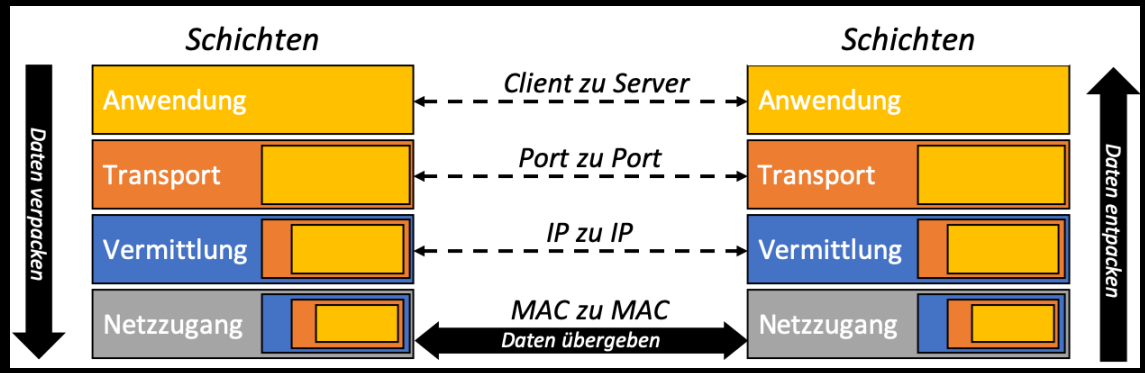
Wireshark

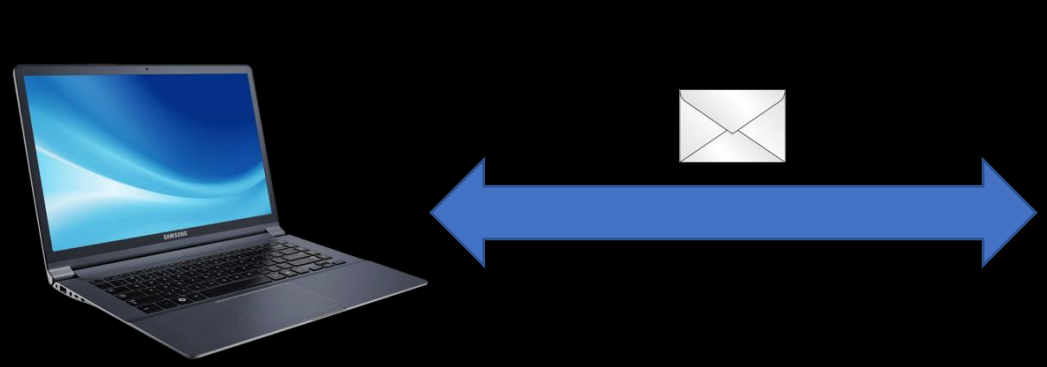
- Demo



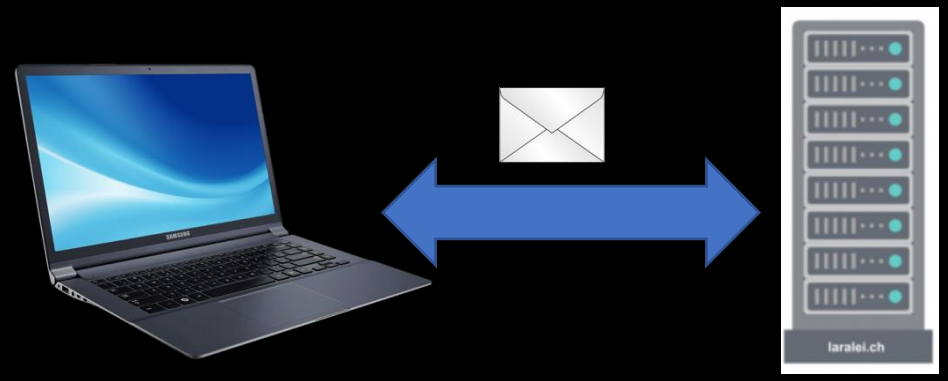
TCP & UDP?

- 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



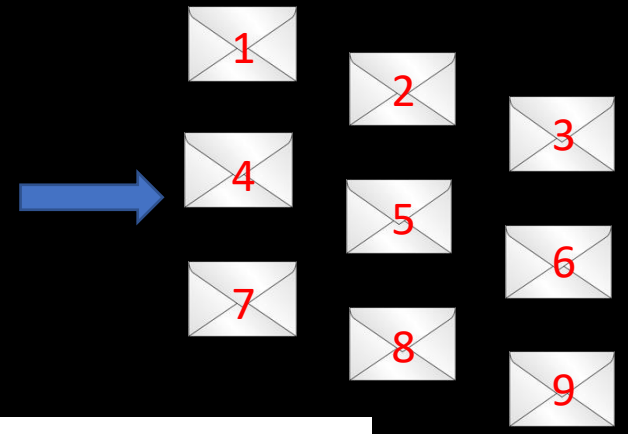


TCP



- **TCP**: **T**ransmission **C**ontrol **P**rotocol
- 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



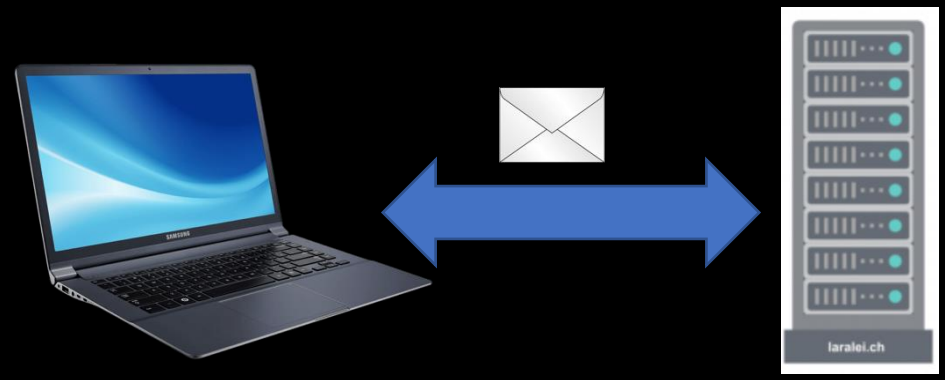


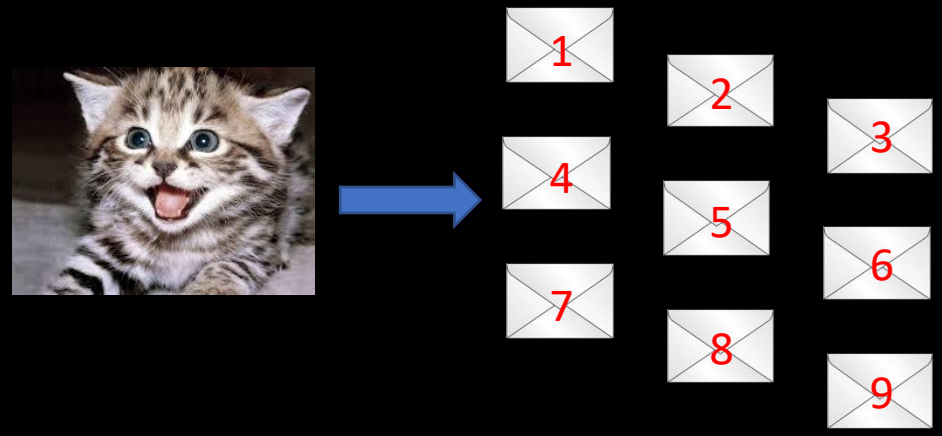


Ethernet frame		IP-Header		TCP-Header		HTTP-Request
Quell_MAC	**4A-77-3F-EB-43**	Quell_IP	**1.2.3.4**	Quellport	99	GET /index.html HTTP/1.1 Host: www.nksa.ch
Ziel_MAC	**98-D4-12-AA-7B**	Ziel-IP	**3.3.5.4**	Zielport	80	
…	…			SYN | ACK | FIN	1|0|0	
				Seqencenr	1 / 1	

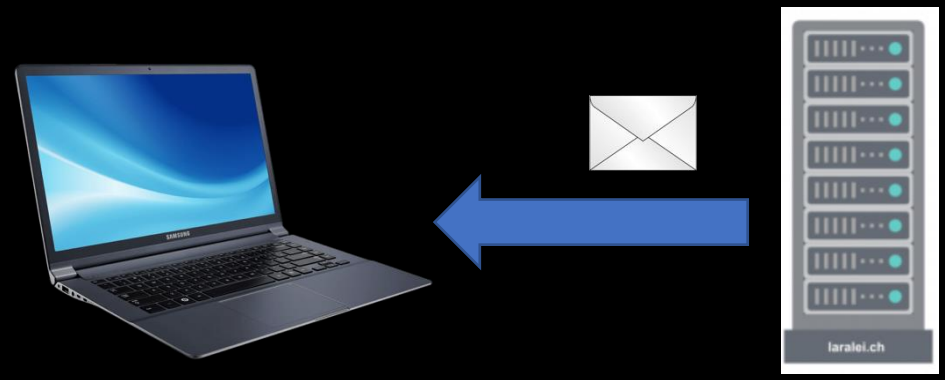
TCP

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





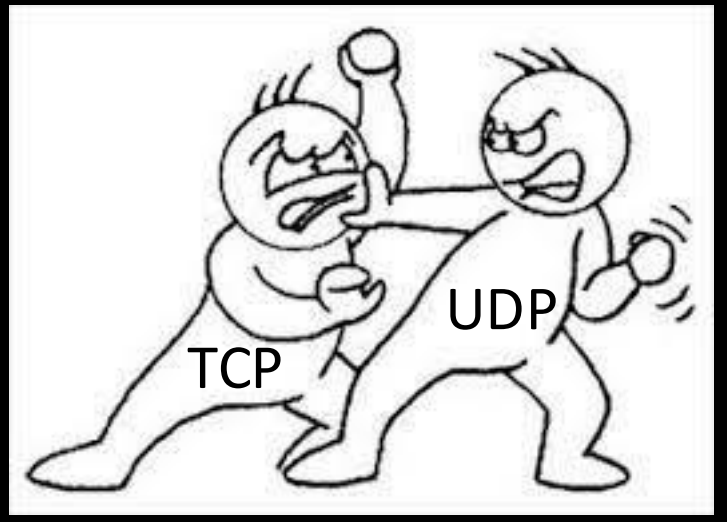
UDP



- **UDP**: **U**ser **D**atagram **P**rotocol
- 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
- Online-Game?
  - UDP



Tag der Bildung: Routing Game

2Mfz

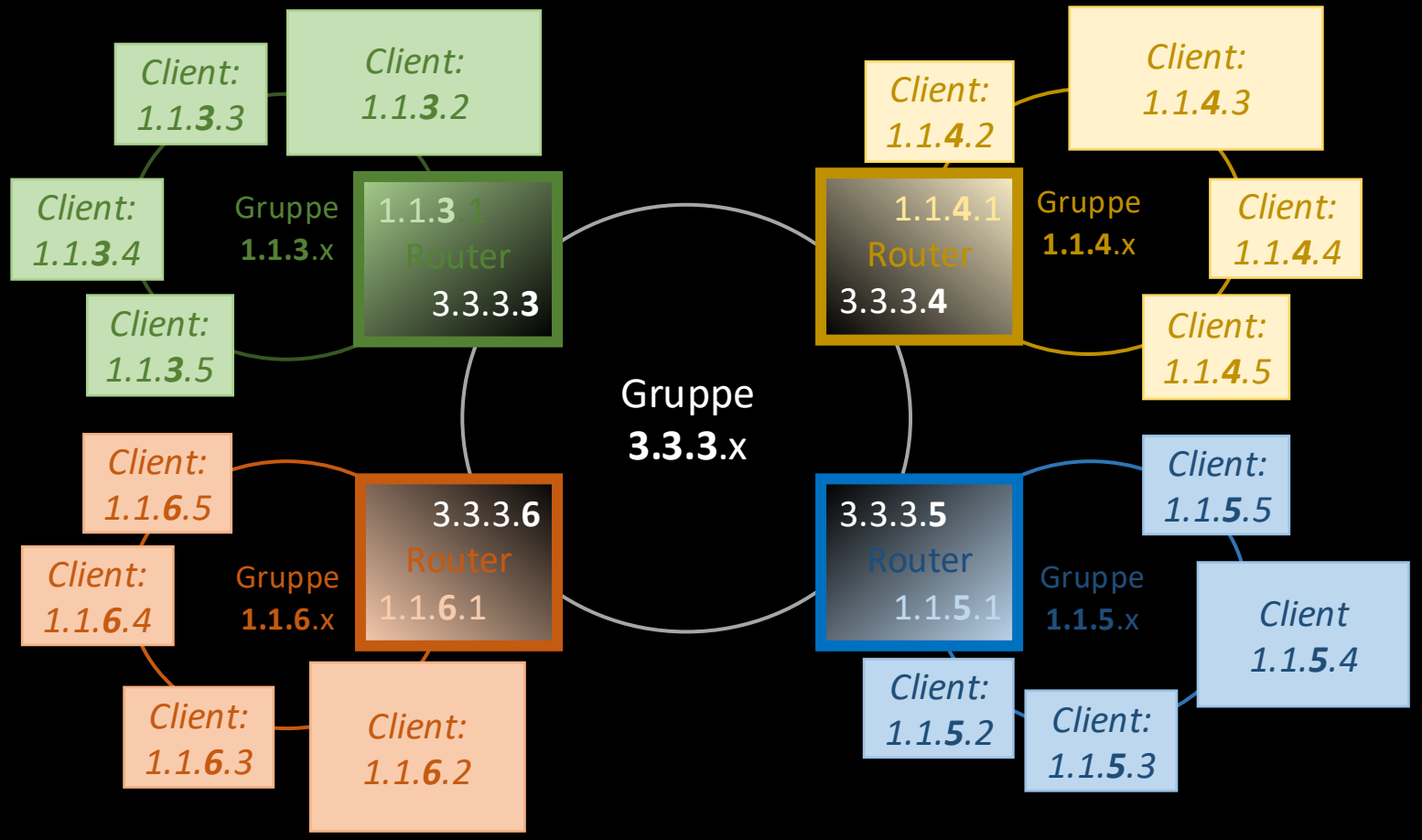
22.11.2025

Grundlagenfach Informatik

Andreas Schärer

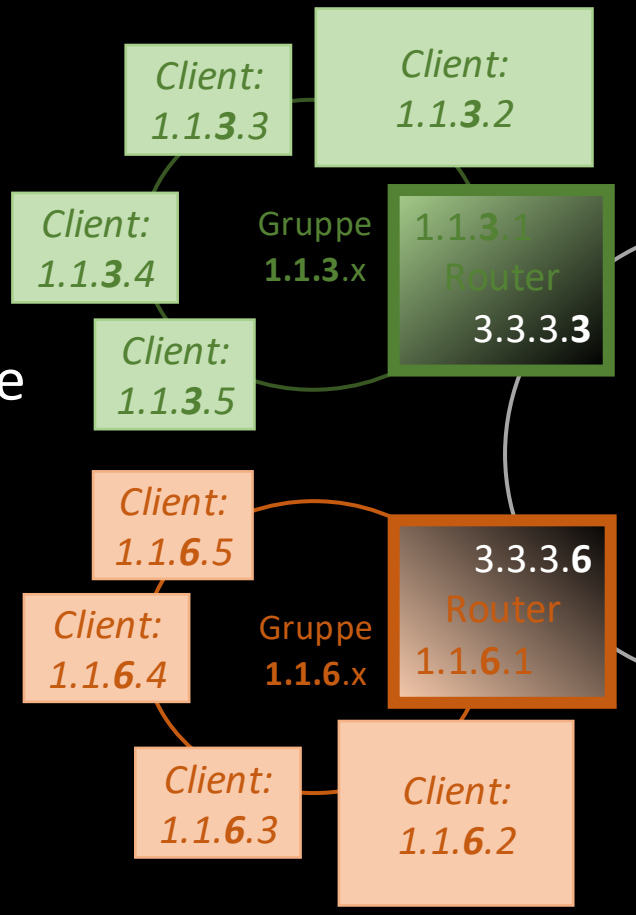
Internet

- Internet: Netzwerk von Subnetzen
- Client: z.B. Laptop
- Router: Gerät, welches zwei oder mehr Subnetze verbindet



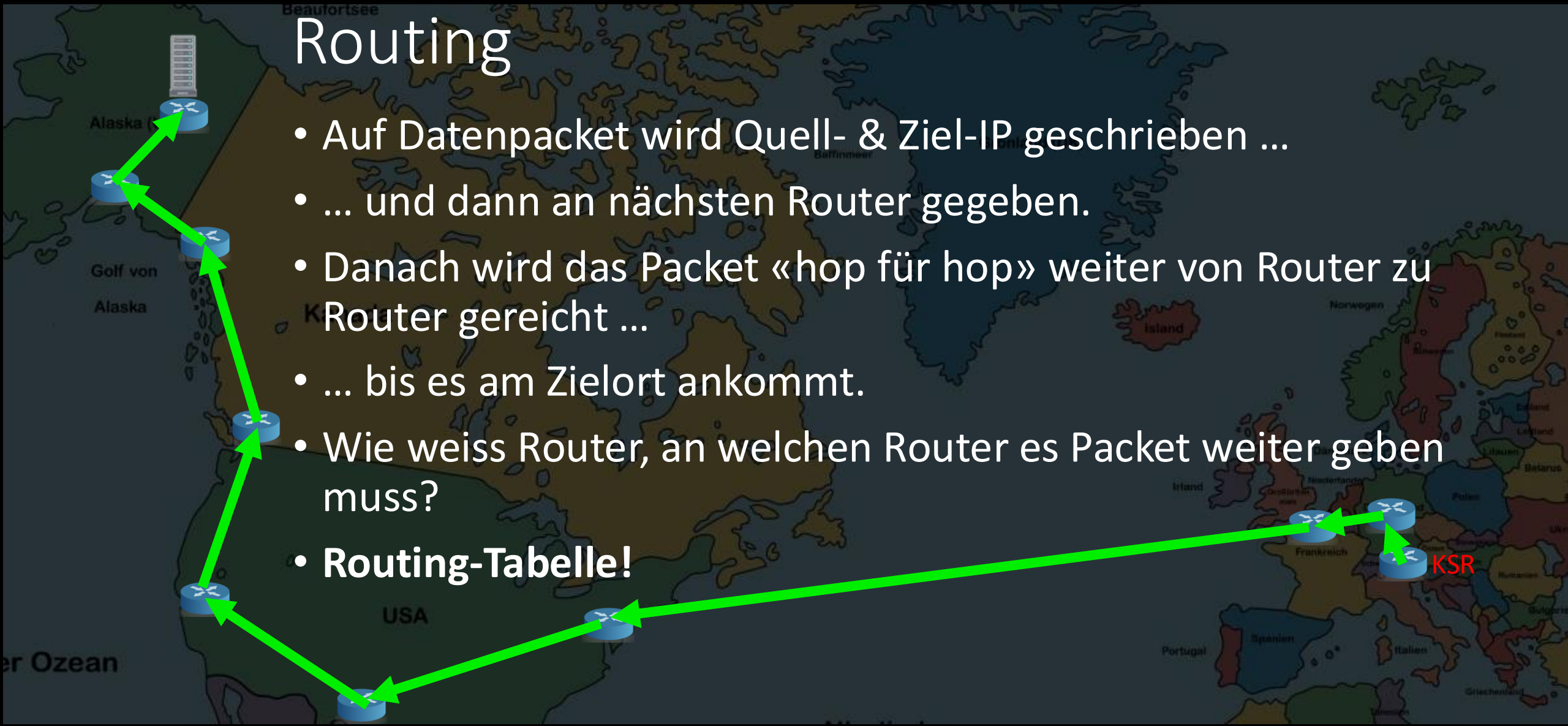
Kommunikation Internet

- Geräte im Internet kommunizieren miteinander
  - Chat
  - Website besuchen: Client (Browser) schickt Get-Request an Server (Computer, der Inhalt der Website speichert): «Schicke mir den Inhalt der Website.»
- Adressierung: **IP-Adresse**, z.B. 62.204.102.194
- Jeder Client hat eine IP-Adresse, …
- Jeder Router ≥ 2, da er mehrere Subnetze verbindet



Routing

- Auf Datenpacket 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 Game

- Simulation von einfachem Internet
- Jede Schüler(in) mit Familienmitgliedern ist Client oder Router …
- … und sendet den anderen Nachrichten zu.
- Schüler(in) erklärt Familienmitgliedern, was warum wie zu tun ist.

Routing Game

Mögliche Challenges:

- Finde jemanden mit dem **gleichen Geburtsdatum**.
- Finde Elternteil, welches die **meisten Geschwister** hat.
- Gegenseitig (Flach)**Witze** erzählen
- …

