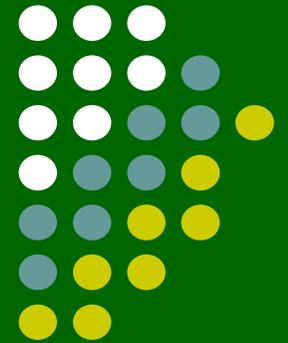


# Vernetzte Systeme mit *Filius* ausprobieren und begreifen





# Hinweis: Denglisch



## Englische Aussprache

## Deutsche Aussprache

- IP
- TCP
- MAC
- UDP
- ...

- DNS
- HTTP
- SMTP
- UDP
- ARP
- ...



# Rahmenplan



Vernetzte Systeme [MD4] [MD5] [BNE] [DRF] [BO]

ca. 21/29 Unterrichtsstunden

## Verbindliche Ziele und Inhalte

## Hinweise und Anregungen

### Vernetzte Systeme

- den Aufbau und die Arbeitsweise in einer Simulation analysieren, modifizieren und erweitern

### Kommunikation in einem Schichtenmodell

- den Aufbau und den Nutzen eines Schichtenmodells beschreiben
- den Datenfluss erläutern
- Aufgaben von Protokollen beschreiben
- die Kommunikation mithilfe von Sequenzdiagrammen interpretieren und darstellen

### Netzzugangsschicht

### Internetschicht

### Transportschicht

### Anwendungsschicht

Das DoD-TCP-/IP-Schichtenmodell erfüllt die Anforderungen für ein geeignetes Modell.



# Rahmenplan-Spirale



## Klasse 6 – Dienst

- Kommunikation
- Zwei-Schichten-Modell
- Client-Server-Struktur
- Protokoll

## Klasse 8 – Dienst

- Suchmaschinen

## Klasse 9 – Prinzipien

- Adressierung
- Namensauflösung
- Datenpakete
- Protokolle
- Routing
- Codierung
- Qualität: Geschwindigkeit
- Binärsystem

**enaktiv-haptisch  
keine Simulation  
notwendig**



# Rahmenplan-Spirale

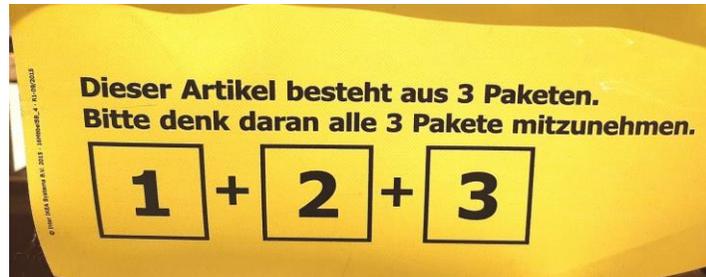
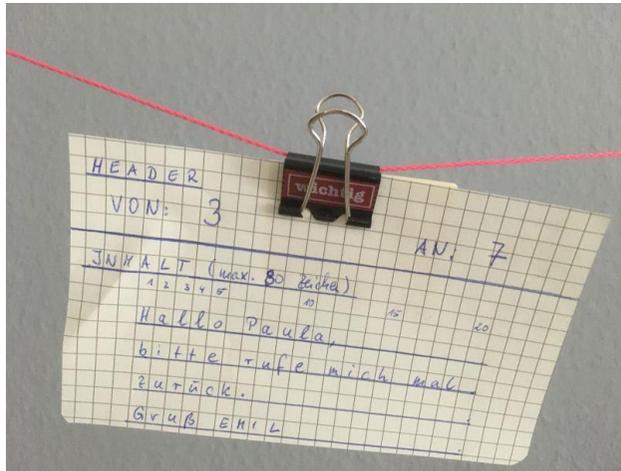


## Enaktiv-haptischer Ansatz in der Jahrgangsstufe 9

Rollenspiel Netzwerk  
Bildungsserver RP  
<https://t1p.de/w4lp>

Veranschaulichung  
der Paketvermittlung

Schülerlabor Internetspiel  
RWTH Aachen  
<https://t1p.de/0x6jg>





# Was nicht (mehr)?



## Allgemein

- theoretische Abhandlungen
- umfangreiche mathematische Berechnungen (z. B. schriftliche Umwandlung zwischen Zahlssystemen)
- Prinzipien, die nicht allgemeingültig sind
- Protokollen oder Verfahren en détail
- streng UML-konforme Sequenzdiagramme





# Was nicht (mehr)?



## Speziell

- Differenzierung zwischen
  - logischer/physischer Topologie
  - Bus, Stern, Ring, Masche, ...  
(Masche und Stern genügen)
- Netzklassen A/B/C/...
- Bildung/Berechnung von Subnetzen/Teilnetzen
- Gestaltung/Programmierung von Webseiten mit HTML/CSS/JS





# Grundsatz



den Aufbau und die Arbeitsweise in einer Simulation analysieren, modifizieren und erweitern

Prinzip



## Netzzugangsschicht

- die Qualität der Netzverbindung anhand der Bandbreite, des Durchsatzes und der Antwortzeit beurteilen
- die Eignung der Übertragungsmedien Draht-, Funk- und Lichtweg für verschiedene Anwendungsfälle bewerten
- das Adressierungsprinzip mithilfe der MAC-Adresse beschreiben
- die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelements Switch beschreiben

Die Bandbreite ist die maximale und der Durchsatz die aktuelle Datenübertragungsrate.

## Internetschicht

- das Adressierungsprinzip mithilfe der klassenlosen IPv4-Adressierung erläutern
- Aufgabe des Protokolls ARP beschreiben
- Prinzip der statischen und dynamischen Zuweisung von IP-Adressen beschreiben
- eine Grenze der IPv4-Adressierung bestimmen und die Vergrößerung des Adressraums durch IPv6 erläutern
- die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelements Router beschreiben

Die IPv4-Adressierung erfordert die Angabe einer IPv4-Adresse und einer Netzmaske. Die Netzmaske kann in Dezimal-Punkt- oder Suffix-Notation angegeben werden.

## Transportschicht

- das Prinzip der Zerlegung von Daten in Pakete beschreiben
- die Protokolle UDP und TCP anhand der Merkmale Verbindung und Zuverlässigkeit vergleichen

Es bieten sich Protokolle für den E-Mail- und den Web-Dienst an.

## Anwendungsschicht

- Client-Server-Prinzip mithilfe von Protokollen erklären
- die prinzipielle Funktionsweise des Dienstes DNS erläutern



# Schichtenmodell



## Schichten



## Protokolle

HTTP, SMTP, POP3/IMAP, DNS, ...  
ggf. Erwähnung: RIP, DHCP

TCP, UDP

IP im Kontext der IP-Adressierung  
ggf. Erwähnung: ICMP

ARP

(MAC-Adressierung)



# Schichtenmodell – Strukturierung?



von unten  
nach oben,  
wie durch  
den RP SII  
suggeriert?



## Schichten

Anwendungsschicht

Transportschicht

Internetschicht

Netzzugangsschicht

## Protokolle

HTTP, SMTP, POP3/IMAP, DNS, ...  
ggf. Erwähnung: RIP, DHCP

TCP, UDP

IP im Kontext der IP-Adressierung  
ggf. Erwähnung: ICMP

ARP

(MAC-Adressierung)



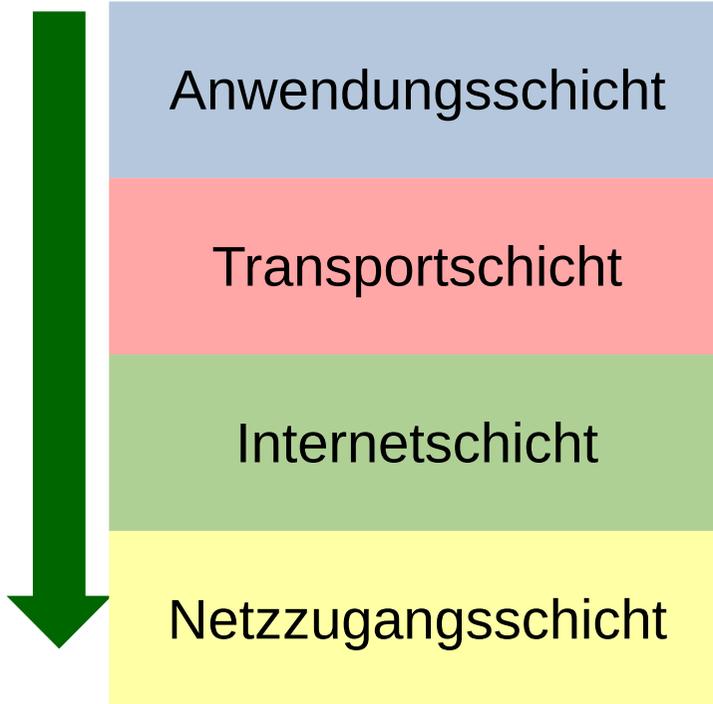
# Schichtenmodell – Strukturierung?



## Schichten

## Protokolle

von oben  
nach unten,  
wie etwa auf  
[inf-schule.de](http://inf-schule.de)  
oder in  
Schöningh:  
Informatik 2?



HTTP, SMTP, POP3/IMAP, DNS, ...  
ggf. Erwähnung: RIP, DHCP

TCP, UDP

IP im Kontext der IP-Adressierung  
ggf. Erwähnung: ICMP  
ARP

(MAC-Adressierung)



# Schichtenmodell – Vorschlag



## Schichten

## Protokolle

Anwendungsschicht

HTTP, SMTP, POP3/IMAP, DNS, ...  
ggf. Erwähnung: RIP, DHCP

Transportschicht

TCP, UDP

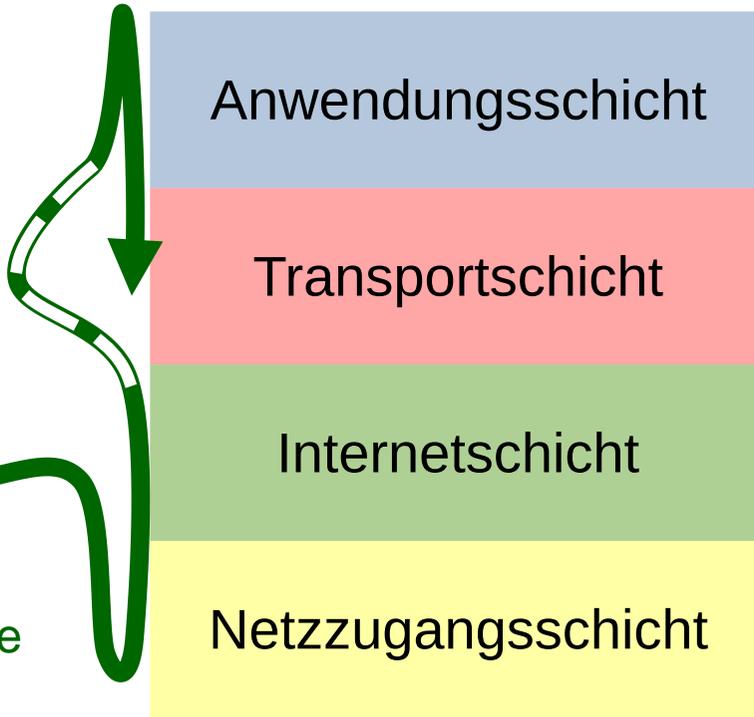
Internetschicht

IP im Kontext der IP-Adressierung  
ggf. Erwähnung: ICMP

Netzzugangsschicht

ARP  
(MAC-Adressierung)

Start mit  
numerischer  
Adressangabe

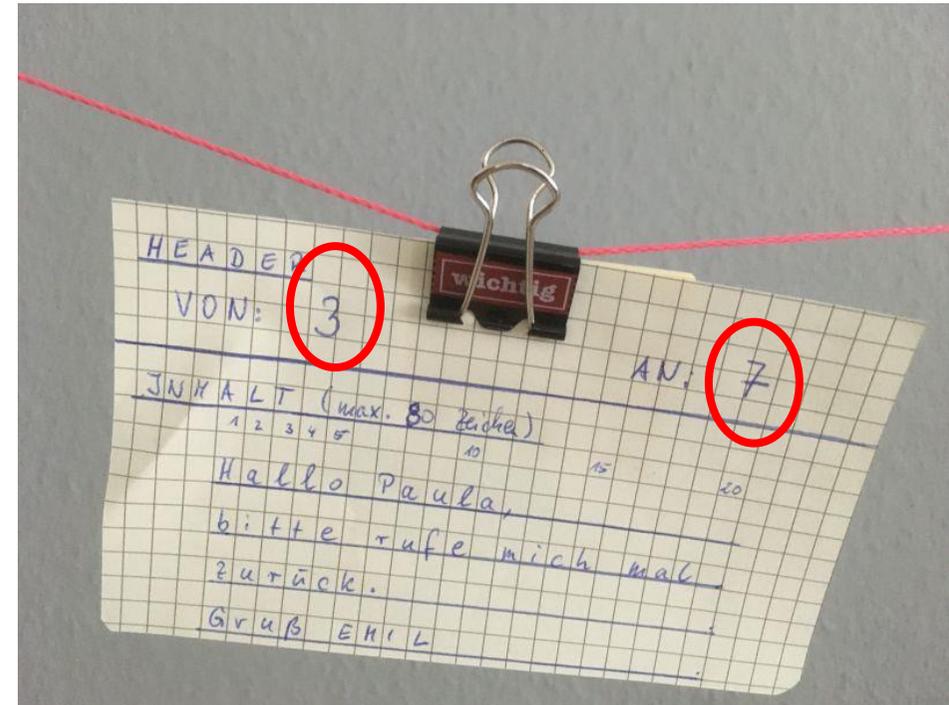




# Ausgangspunkt SII



- Sender und Empfänger jeweils mit Zahlzuordnung  
→ „Internetadresse“
- Client- oder Serverrolle für Sender und Empfänger möglich (z. B. Webserver und -browser)





# Untersuchung 1

die Qualität der Netzverbindung anhand der Bandbreite, des Durchsatzes und der Antwortzeit beurteilen



## Untersuchungen im Internet

- Geschwindigkeitsmessung
  - via Download
  - via Breitbandmessung
- Erreichbarkeitsprüfung
  - Webserver bei beliebiger Internetadresse
  - mit ping (Tipp für verfügbare Server: Dot-Com-Monitor)
- Signalwegverfolgung
  - mit Geotrace
  - mit traceroute/tracert



# Untersuchung 1

die Qualität der Netzverbindung anhand der Bandbreite, des Durchsatzes und der Antwortzeit beurteilen



## Bandbreite

maximale Bitrate pro Zeit  
Einheit: Bit/s



## Durchsatz

aktuelle Bitrate pro Zeit  
Einheit: Bit/s



Die Einheit Baud ist nicht zu verwenden, da diese die **Symbolrate** pro Zeit angibt. Begriff **Bitrate** ist besser als Datenübertragungsrate.



# Untersuchung 1



## Untersuchungen in Filius: Befehle ping und traceroute

### Beobachtungsauftrag:

- Menge/Reihenfolge der „Kabel- und Switchaktivitäten“ in Abhängigkeit vom Befehlsdurchlauf

### Untersuchungen (tw. mit Simulationsgeschwindigkeit 10%):

- Erreichbarkeit der drei Webserver?
- Erreichbarkeit aller Geräte von 192.221.2.34 (ping)?
- Traceroute?



1\_ping.flr



# Untersuchung 1



## Beobachtungen

- Webserver via Browser erreichbar – teilweise kein Ping!?
- bei erstmaligen „Gerätekontakt“:
  - erster Ping dauert lange – alle Leitungen vom Switch aus belegt
  - spätere Ping kurz – nur direkte Leitungswege belegt
- Ping über Router → TTL nimmt ab



# Untersuchung 1

die Qualität der Netzverbindung anhand der Bandbreite, des Durchsatzes und der Antwortzeit beurteilen



## Ping – Erreichbarkeitsprüfung

- Paket (32 Byte) wird an Ziel gesendet und von dort reflektiert
- Zeit RTT: Round Trip Time  
Zeitspanne vom Absenden bis zum Eintreffen des Pakets
- TTL: Time To Live  
Lebensdauer in Hops: pro Routerdurchgang dekrementiert

```
D:\>ping 197.221.23.194

Ping wird ausgeführt für 197.221.23.194 mit 32 Bytes Daten:
Antwort von 197.221.23.194: Bytes=32 Zeit=183ms TTL=117
Antwort von 197.221.23.194: Bytes=32 Zeit=175ms TTL=117
Antwort von 197.221.23.194: Bytes=32 Zeit=176ms TTL=117
Antwort von 197.221.23.194: Bytes=32 Zeit=178ms TTL=117
```



# Untersuchung 1

die Qualität der Netzverbindung anhand der Bandbreite, des Durchsatzes und der Antwortzeit beurteilen



## Tracert/traceroute

### Ping mit TTL = 1, 2, 3, ... und Ausgabe der Zwischenstationen

```

C:>tracert 62.138.238.100

Routenverfolgung zu www.t-online.de [62.138.238.100]
über maximal 30 Hops:

  1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    mobilgate.informatik.uni-rostock.de [139.30.50.1]
  2  <1 ms    <1 ms    <1 ms    hondo.informatik.uni-rostock.de [139.30.50.2]
  3   1 ms    <1 ms    <1 ms    139.30.2.4
  4   2 ms    <1 ms    1 ms     ah-c3po.uni-rostock.eu [139.30.0.5]
  5   4 ms    4 ms     4 ms     cr-ham1-te0-5-0-3-1.x-win.dfn.de [188.1.144.133]
  6   8 ms    8 ms     8 ms     cr-han2-be3.x-win.dfn.de [188.1.144.38]
  7  14 ms   13 ms    13 ms    cr-fra2-be12.x-win.dfn.de [188.1.144.133]
  8  14 ms   15 ms    17 ms    akamai.prolexic.com [80.81.193.70]
  9  13 ms   13 ms    13 ms    po110.bs-b.sech-fra.netarch.akamai.com [72.143.253.100]
 10  *        *        *        Zeitüberschreitung der Anforderung.
 11  15 ms   14 ms    22 ms    ae121.access-a.sech-fra.netarch.akamai.com [72.143.253.100]
 12  15 ms   15 ms    21 ms    a72-52-52-242.deploy.static.akamaitechnologies.com [72.143.253.100]
 13  18 ms   20 ms    16 ms    ae3.cr1.cgn3.plusserver.com [62.138.225.37]
 14  16 ms   15 ms    15 ms    www.t-online.de [62.138.238.100]

Ablaufverfolgung beendet.

```

Hop: Zwischenstation, die das Paket lenkt (Router)

Blockade der Antwort z. B. in Gerätefirewall



# Untersuchung 1



## ping/traceroute

- Internet Control Message Protocol (ICMP)
- Filius: blockierbar in (Router-) Firewall





# Untersuchung 1

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelements Switch beschreiben



## Beobachtungsauswertung

Switch lernt – Source Address Table (SAT) mit MAC ↔ Port

| SAT Tabelle Switch |        |
|--------------------|--------|
| MAC                | Port   |
| D4:A4:F4:99:20:B0  | Port 0 |
| 6F:B5:36:C4:47:C0  | Port 2 |
| B4:F0:BB:0C:AE:82  | Port 1 |
|                    |        |



# Untersuchung 1

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelements Switch beschreiben



## Beobachtungsauswertung

### Analyse der SAT eines Switch

- Erwartungsbild: Internetadresse und Hardwareport
- Realisierung: MAC und Hardwareport

### → Schlussfolgerung

- Kommunikation im lokalen Netz via MAC (Was ist das eigentlich?)
- **Nachuntersuchung:** IP ↔ MAC auf dem Gerät



# Untersuchung 1

das Adressierungsprinzip mithilfe der MAC-Adresse beschreiben



Media Access Control = MAC-Adresse = physische Adresse

- Binärzahl (48 Bit) in byteweiser Hexadezimalnotation
- eindeutiger Identifikator der Netzkarte  
NIC – Network Interface Card
- Sperrung von Geräten im Netz  
via MAC-Filter möglich



keine händischen Umrechnungen: Dez – Bin – Hex



# Nachuntersuchung IP ↔ MAC



**Untersuchungen in Filius**  
**Netzstatus, Datenaustausch, Befehl ping**

**Beobachtungsauftrag:**

- ping auf unbekanntes Gerät  
→ Analyse Datenaustausch



1\_ping.flr



# Nachuntersuchung IP ↔ MAC

Aufgabe des Protokolls ARP beschreiben



## Protokoll ARP im Datenaustausch

Datenaustausch

192.17.9.65 X

| Nr. | Zeit         | Quelle      | Ziel        | Protokoll | Schicht     | Bemerkungen / Details                                 |
|-----|--------------|-------------|-------------|-----------|-------------|---|
| 1   | 12:12:21.023 | 192.17.9.65 | 192.195.0.7 | ARP       | Vermittlung | Suche nach MAC für 192.195.0.7 [op=REQUEST, sender... |
| 2   | 12:12:21.255 | 192.195.0.7 | 192.17.9.65 | ARP       | Vermittlung | MAC ist 6F:B5:36:C4:47:C0 [op=REPLY, sender=6F:B5:... |
| 3   | 12:12:21.256 | 192.17.9.65 | 192.195.0.7 | ICMP      | Vermittlung | ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq.-No.: 1        |
| 4   | 12:12:21.482 | 192.195.0.7 | 192.17.9.65 | ICMP      | Vermittlung | ICMP Echo Reply (pong), TTL: 64, Seq.-No.: 1          |

Nr.: 1 / Zeit: 12:12:21.023

- Netzzugang
  - Quelle: D4:A4:F4:99:20:B0
  - Ziel: FF:FF:FF:FF:FF:FF
  - Bemerkungen / Details: 0x806
- Vermittlung
  - Quelle: 192.17.9.65
  - Ziel: 192.195.0.7
  - Protokoll: ARP
- Bemerkungen / Details:
  - Suche nach MAC für 192.195.0.7 [op=REQUEST, sender=D4:A4:F4:99:20:B0|192.17.9.65, target=FF:FF:FF:FF:FF:FF|192.195.0.7]



# Nachuntersuchung IP ↔ MAC



Kommunikation mithilfe von Sequenzdiagrammen interpretieren und darstellen

## Protokoll ARP im Sequenzdiagramm

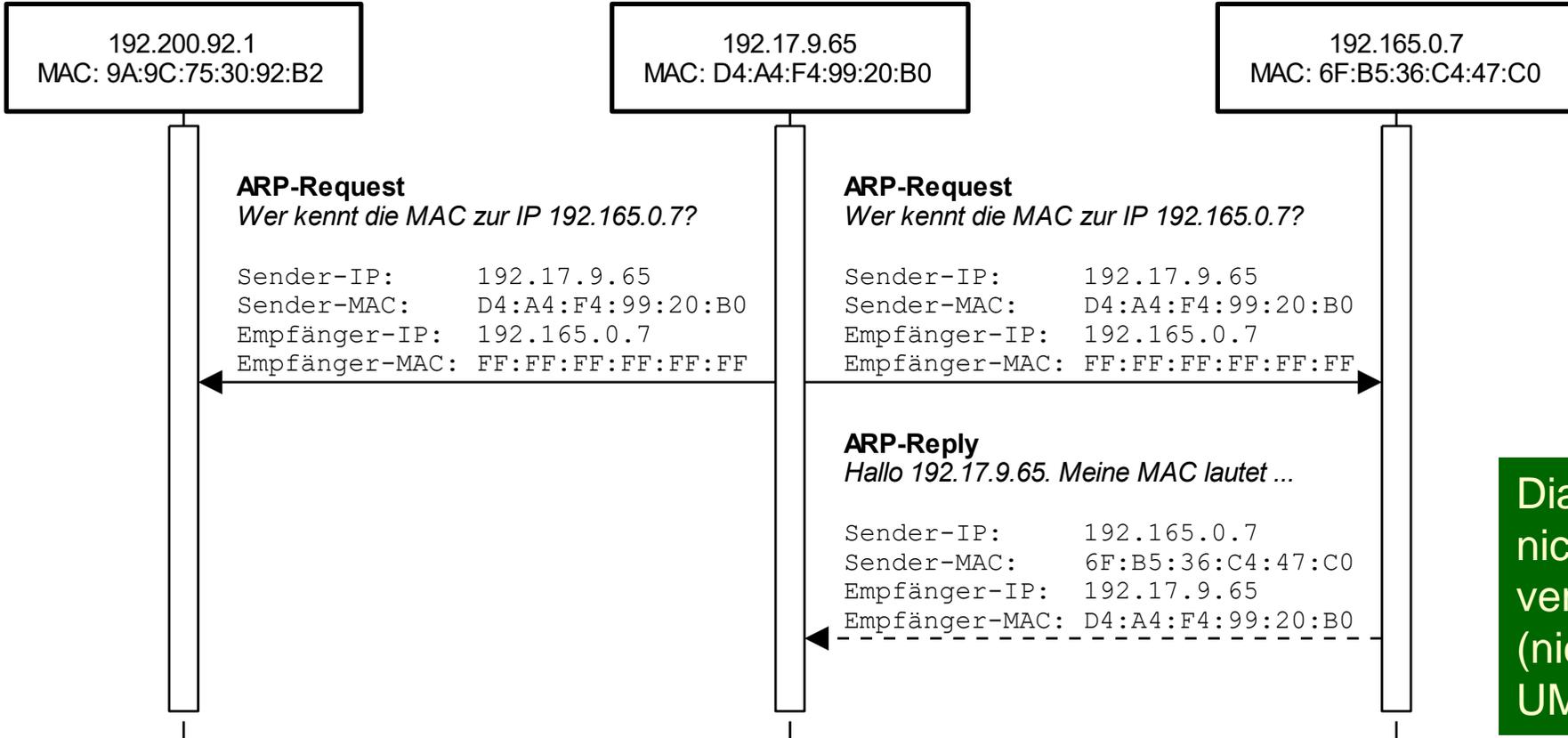


Diagramme nicht unnötig verkomplizieren (nicht streng UML-konform)



# Nachuntersuchung IP ↔ MAC

Aufgabe des Protokolls ARP beschreiben



## Protokoll ARP: ARP-Tabelle auf Client

```
/> arp
| Internetadresse | Physische Adresse |
-----
| 192.221.2.34    | B4:F0:BB:0C:AE:82 |
| 255.255.255.255 | FF:FF:FF:FF:FF:FF |
| 192.195.0.7    | 6F:B5:36:C4:47:C0 |
-----
```



# Netzzugangsschicht

die Eignung der Übertragungsmedien  
Draht-, Funk- und Lichtweg für  
verschiedene Anwendungsfälle bewerten



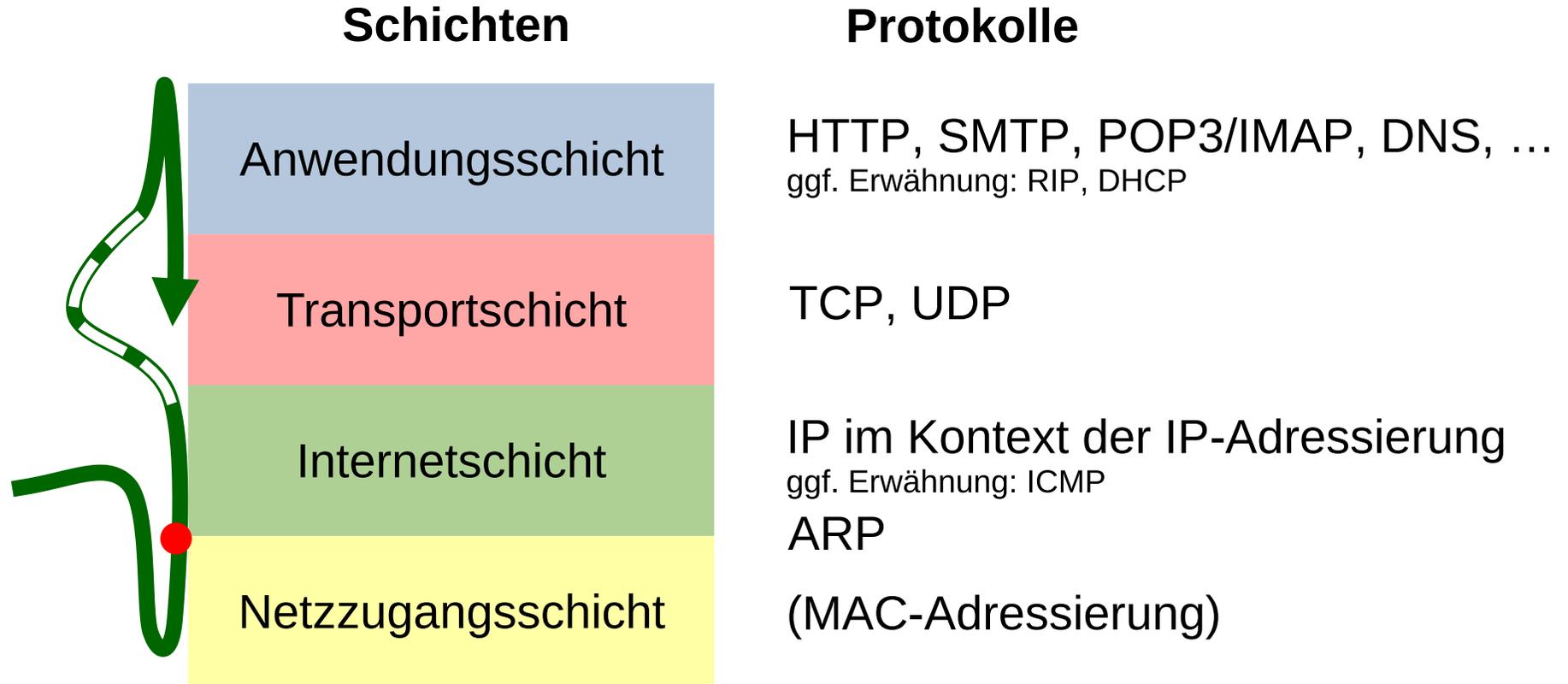
- prädestiniertes Thema für Vortrag/HA/GA/...
- ggf. in Kombination mit Paket- und Leitungsvermittlungsprinzip



kein Detailwissen zu Koaxialkabel, Twisted-Pair, RJ-45, Zugriffsverfahren (CSMA/CD, Token Ring), Hub, Bridge, Ethernet, ...



# Schichtenmodell





# Untersuchung 2

das Adressierungsprinzip mithilfe der  
klassenlosen IPv4-Adressierung erläutern



## Offene Fragen aus Untersuchung 1

- Warum gibt es zwei Adressen: MAC- und Internetadresse?
- Warum kann man nicht die MAC-Adresse zur globalen Kommunikation nutzen?
- Welchen Vorteil hat die (allgemein bekannte) Internetadresse im Vergleich zur MAC-Adresse?



# Untersuchung 2

das Adressierungsprinzip mithilfe der  
klassenlosen IPv4-Adressierung erläutern



## Untersuchungen in Filius Netzstatus, Befehl ping

### Beobachtungsauftrag:

- ping auf alle Geräte → Erreichbarkeit tabellarisch erfassen



2\_ip.flr



# Untersuchung 2

das Adressierungsprinzip mithilfe der klassenlosen IPv4-Adressierung erläutern



ping

| von 192.168.178.<br>nach 192.168.178. | 61/25 | 62/26 | 119/26 | 121/26 | 129/26 | 130/26 |
|---------------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 61/25                                 |       |       |        |        |        |        |
| 62/26                                 |       |       |        |        |        |        |
| 119/26                                |       |       |        |        |        |        |
| 121/26                                |       |       |        |        |        |        |
| 129/26                                |       |       |        |        |        |        |
| 130/26                                |       |       |        |        |        |        |



# Untersuchung 2

das Adressierungsprinzip mithilfe der klassenlosen IPv4-Adressierung erläutern



```
192.168.178.61
Befehlszeile
Verwende den Befehl 'help' um Liste der verfügbaren Befehle anzuzeigen.

/> ping 192.168.178.62
PING 192.168.178.62 (192.168.178.62)
From 192.168.178.62 (192.168.178.62): icmp_seq=1 ttl=64 time=470ms
From 192.168.178.62 (192.168.178.62): icmp_seq=2 ttl=64 time=226ms
From 192.168.178.62 (192.168.178.62): icmp_seq=3 ttl=64 time=227ms
From 192.168.178.62 (192.168.178.62): icmp_seq=4 ttl=64 time=227ms
--- 192.168.178.62 Paketstatistik ---
4 Paket(e) gesendet, 4 Paket(e) empfangen, 0% Paketverlust

/> ping 192.168.178.119
PING 192.168.178.119 (192.168.178.119)
From 192.168.178.119 (192.168.178.119): icmp_seq=1 -- Timeout!
From 192.168.178.119 (192.168.178.119): icmp_seq=2 -- Timeout!
From 192.168.178.119 (192.168.178.119): icmp_seq=3 -- Timeout!
From 192.168.178.119 (192.168.178.119): icmp_seq=4 -- Timeout!
--- 192.168.178.119 Paketstatistik ---
4 Paket(e) gesendet, 0 Paket(e) empfangen, 100% Paketverlust

/>
```

```
192.168.178.119
Befehlszeile
S*S S*S SSSSS S*S SSSSS_SSSSS SSS S
S*S S*S YSSP S*S YSSP~YSSY YSS'
SP SP SP
Y Y Y

Verwende den Befehl 'help' um Liste der verfügbaren Befehle anzuzeigen.

/> ping 192.168.178.61
Zieladresse nicht erreichbar
/> ping 192.168.178.62
Zieladresse nicht erreichbar
/> ping 192.168.178.121
PING 192.168.178.121 (192.168.178.121)
From 192.168.178.121 (192.168.178.121): icmp_seq=1 ttl=64 time=453ms
From 192.168.178.121 (192.168.178.121): icmp_seq=2 ttl=64 time=225ms
From 192.168.178.121 (192.168.178.121): icmp_seq=3 ttl=64 time=225ms
From 192.168.178.121 (192.168.178.121): icmp_seq=4 ttl=64 time=224ms
--- 192.168.178.121 Paketstatistik ---
4 Paket(e) gesendet, 4 Paket(e) empfangen, 0% Paketverlust

/>
```



# Untersuchung 2

das Adressierungsprinzip mithilfe der klassenlosen IPv4-Adressierung erläutern



ping

|                   | von 192.168.178. | 61/25 | 62/26 | 119/26 | 121/26 | 129/26 | 130/26 |
|-------------------|------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| nach 192.168.178. |                  |       |       |        |        |        |        |
| 61/25             | ja               | ja    | nein  | nein   | nein   | nein   | nein   |
| 62/26             | ja               | ja    | nein  | nein   | nein   | nein   | nein   |
| 119/26            | timeout          | nein  | ja    | ja     | nein   | nein   | nein   |
| 121/26            | timeout          | nein  | ja    | ja     | nein   | nein   | nein   |
| 129/26            | nein             | nein  | nein  | nein   | ja     | ja     | ja     |
| 130/26            | nein             | nein  | nein  | nein   | ja     | ja     | ja     |



# Untersuchung 2

das Adressierungsprinzip mithilfe der  
klassenlosen IPv4-Adressierung erläutern



## Beobachtungsauswertung

- keine durchgängige Erreichbarkeit
- teilweise nur einseitige Erreichbarkeit (/25 → /26)

### → Schlussfolgerung

- Einseitigkeit: 2. Angabe könnte etwas strukturieren
- Analyse der Zahlen notwendig!



# Internetschicht

das Adressierungsprinzip mithilfe der klassenlosen IPv4-Adressierung erläutern



## Analyse der Internetadressangaben

| <u>IP-Adresse/Netzmaske</u> | <u>IP-Adresse mit Maskierungskennzeichnung</u> |
|-----------------------------|--|
|-----------------------------|--|

|                   |                                     |
|-------------------|-------------------------------------|
| 192.178.178.61/25 | 11000000 10101000 10110010 00111101 |
|-------------------|-------------------------------------|

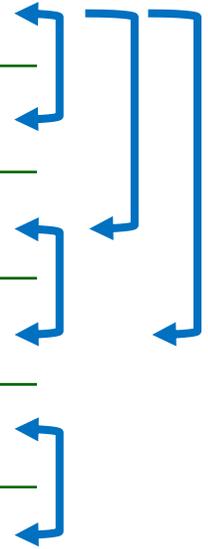
|                   |                                     |
|-------------------|-------------------------------------|
| 192.178.178.62/26 | 11000000 10101000 10110010 00111110 |
|-------------------|-------------------------------------|

|                    |                                     |
|--------------------|-------------------------------------|
| 192.178.178.119/26 | 11000000 10101000 10110010 01110111 |
|--------------------|-------------------------------------|

|                    |                                     |
|--------------------|-------------------------------------|
| 192.178.178.121/26 | 11000000 10101000 10110010 01111001 |
|--------------------|-------------------------------------|

|                    |                                     |
|--------------------|-------------------------------------|
| 192.178.178.129/26 | 11000000 10101000 10110010 10000001 |
|--------------------|-------------------------------------|

|                    |                                     |
|--------------------|-------------------------------------|
| 192.178.178.130/26 | 11000000 10101000 10110010 10000010 |
|--------------------|-------------------------------------|





# Internetschicht

das Adressierungsprinzip mithilfe der klassenlosen IPv4-Adressierung erläutern



## IPv4-Adressierung und die Maskierung von Bits



Netzmaske: 11111111 11111111 11111111 11000000 = 255.255.255.192

IPv4-Adresse: 11000000 10101000 10110010 01111001 = 192.168.178.121

Netz: 11000000 10101000 10110010 01000000 = 192.168.178.64 IPv4 AND Netzmaske

Host: 00000000 00000000 00000000 00111001 = 57 IPv4 AND NOT Netzmaske

keine Netzklassen, keine Subnetze, kein hierarchisches Routen



## IPv4-Adressierung

- Ziel: Strukturierung – Netz von Netzen
- Definition im Internet Protocol (IP)
- IP-Adresse: Binärzahl (32 Bit) in Dezimal-Punkt-Notation
- Netzmaske: Binärzahl (32 Bit) in Dezimal-Punkt-Notation oder als Suffix an der IP-Adresse

Begriff Netzmaske ist besser als Subnetzmaske.



## Besondere Adressen

- Netz- und Broadcast-Adresse
- Unterscheidung öffentliche/private IP-Adressbereiche

## Übungen

- Prüfung auf Netzzugehörigkeit
- Bestimmung der Anzahl von Geräten pro Netz, ...



# Untersuchung 3

Prinzip der statischen und dynamischen Zuweisung von IP-Adressen beschreiben



## Untersuchungen in Filius

## Netzstatus, Netzkonfiguration, Datenaustausch, ping

### Beobachtungsauftrag:

- Mehrfaches Ein-/Ausschalten
  - Konfiguration und Erreichbarkeit der Geräte prüfen
  - Probleme nach Datenaustausch-Analyse beheben



3\_dhcp.flr

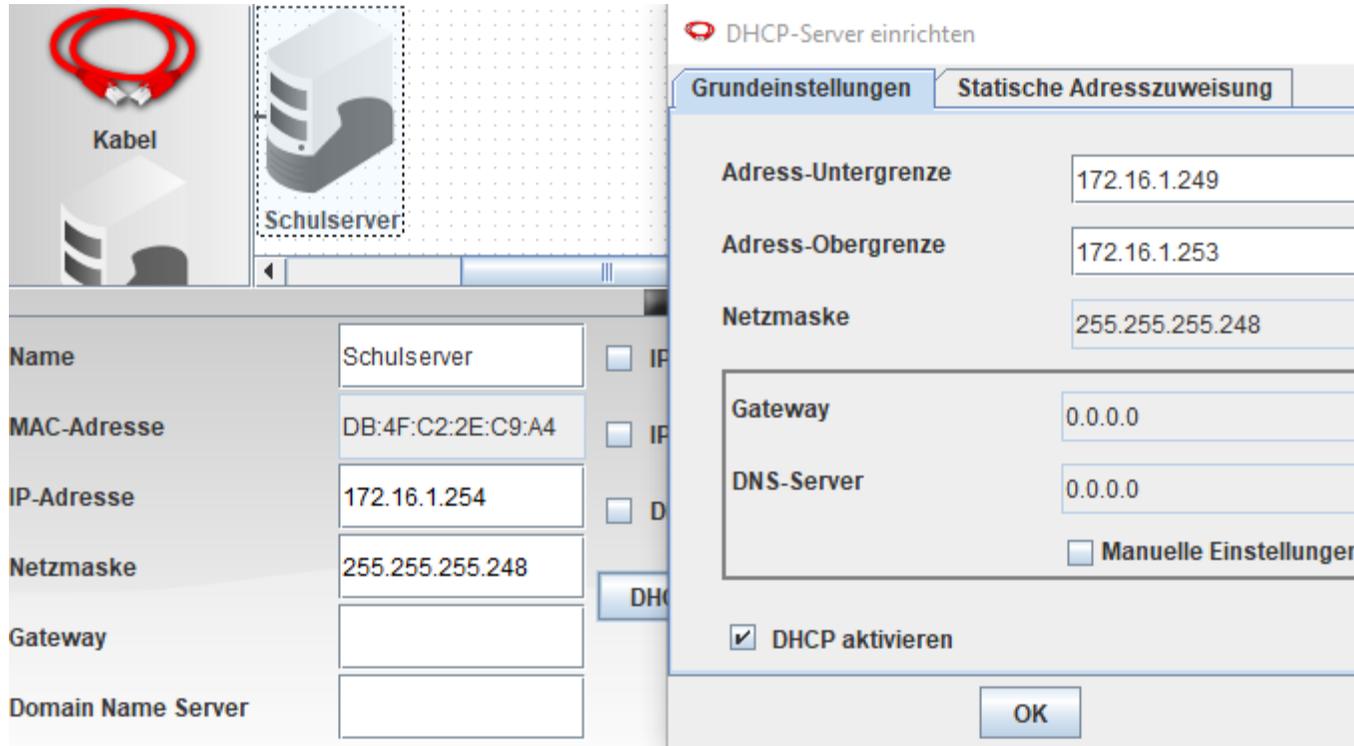


# Untersuchung 3

Prinzip der statischen und dynamischen Zuweisung von IP-Adressen beschreiben



## statische/dynamische Adresszuweisung



The screenshot shows a network configuration interface. On the left, a 'Schulserver' is selected. The main window is titled 'DHCP-Server einrichten' and has two tabs: 'Grundeinstellungen' and 'Statische Adresszuweisung'. The 'Statische Adresszuweisung' tab is active, showing the following settings:

| Parameter          | Value           |
|--------------------|-----------------|
| Adress-Untergrenze | 172.16.1.249    |
| Adress-Obergrenze  | 172.16.1.253    |
| Netzmaske          | 255.255.255.248 |
| Gateway            | 0.0.0.0         |
| DNS-Server         | 0.0.0.0         |

At the bottom of the configuration window, there is a checkbox for 'DHCP aktivieren' which is checked, and an 'OK' button.



DHCP zur Konfiguration verwenden



# Untersuchung 3

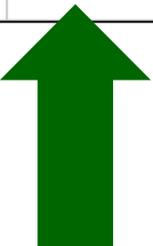
Prinzip der statischen und dynamischen Zuweisung von IP-Adressen beschreiben



## DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol

| Nr. | Zeit         | Quelle          | Ziel               | Protokoll | Schicht   | Bemerkungen/Details   |
|-----|--------------|-----------------|--------------------|-----------|-----------|---|
| 8   | 12:52:37.955 | 0.0.0.0:68      | 255.255.255.255:67 | DHCP      | Anwendung | DHCPDISCOVER yiaddr=0.0.0.0 chaddr=D5:C4:88:AC:50:8D  |
| 9   | 12:52:38.189 | 172.16.1.254:67 | 255.255.255.255:68 | DHCP      | Anwendung | DHCPOFFER yiaddr=172.16.1.250 chaddr=D5:C4:88:AC:50:8D router=0.0.0.0 subnetmask=255.255.255.248 dnsserver=0.0.0.0 serverident=172.16.1.254 |
| 12  | 12:52:40.951 | 0.0.0.0:68      | 255.255.255.255:67 | DHCP      | Anwendung | DHCPREQUEST yiaddr=0.0.0.0 chaddr=D5:C4:88:AC:50:8D requested=172.16.1.250 serverident=172.16.1.254   |
| 13  | 12:52:41.182 | 172.16.1.254:67 | 255.255.255.255:68 | DHCP      | Anwendung | DHCPACK yiaddr=172.16.1.250 chaddr=D5:C4:88:AC:50:8D serverident=172.16.1.254   |

  
IP-Broadcast

  
**Achtung**  
**DHCP arbeitet auf der Anwendungsschicht!**

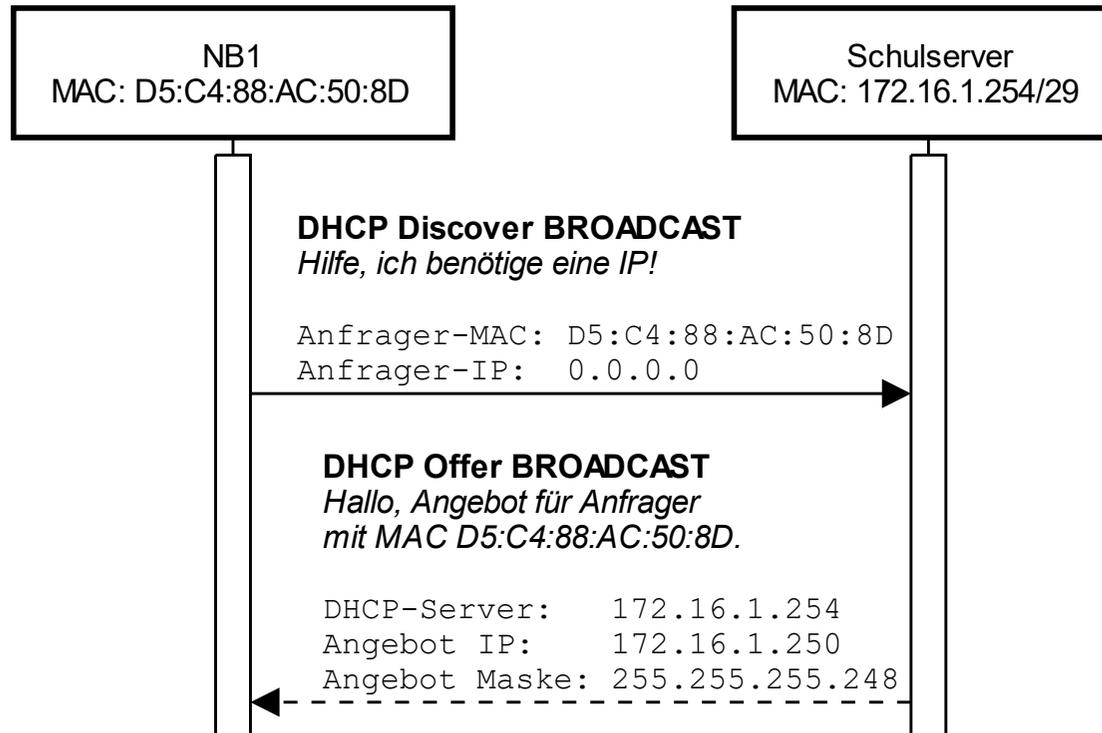


# Untersuchung 3

Prinzip der statischen und dynamischen Zuweisung von IP-Adressen beschreiben



## DHCP (Protokoll der Anwendungsschicht!)



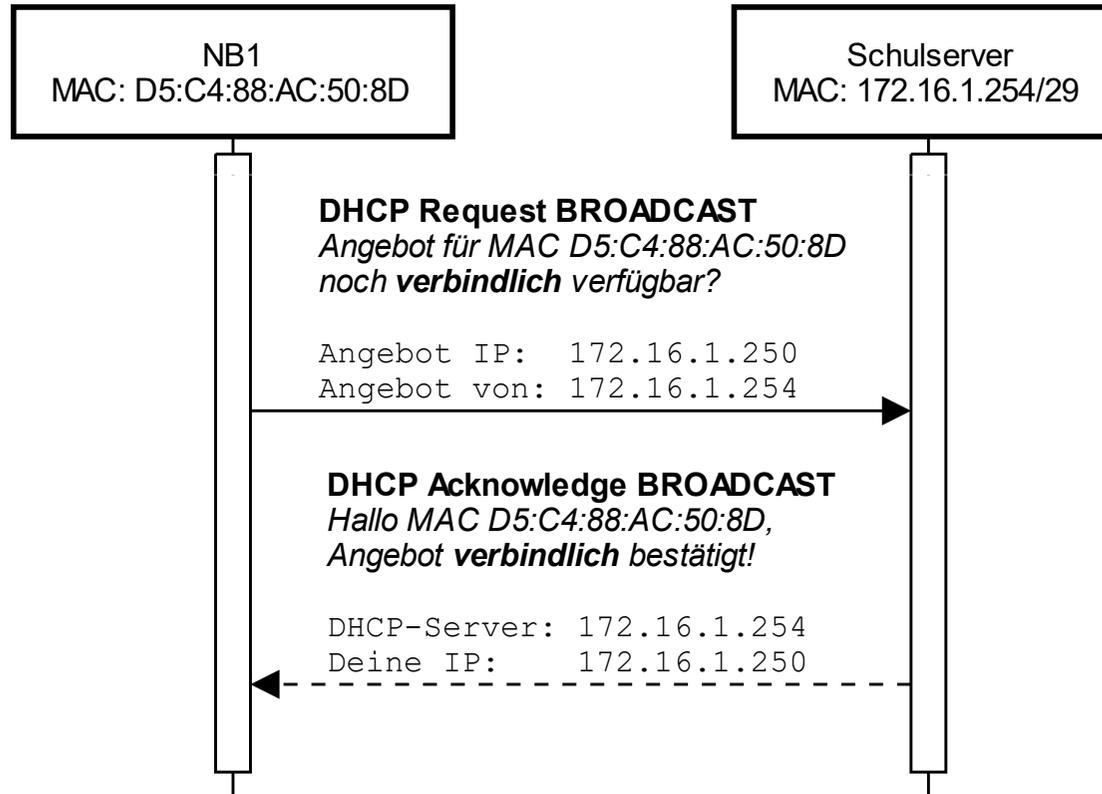


# Untersuchung 3

Prinzip der statischen und dynamischen Zuweisung von IP-Adressen beschreiben



## DHCP (Protokoll der Anwendungsschicht!)





# Internetschicht

eine Grenze der IPv4-Adressierung bestimmen und die Vergrößerung des Adressraums durch IPv6 erläutern



- IPv6-Adresse – prädestiniertes Thema für Vortrag/HA/GA/...
- Notwendigkeit der Einführung
  - Größe der Binärzahl – Vergleich IPv4
  - Darstellung 2001:0db8:85a3:08d3:1319:8a2e:0370:7344
  - ggf. Elemente des Aufbau (inkludierte MAC → obsoletes ARP)

nur exemplarisch



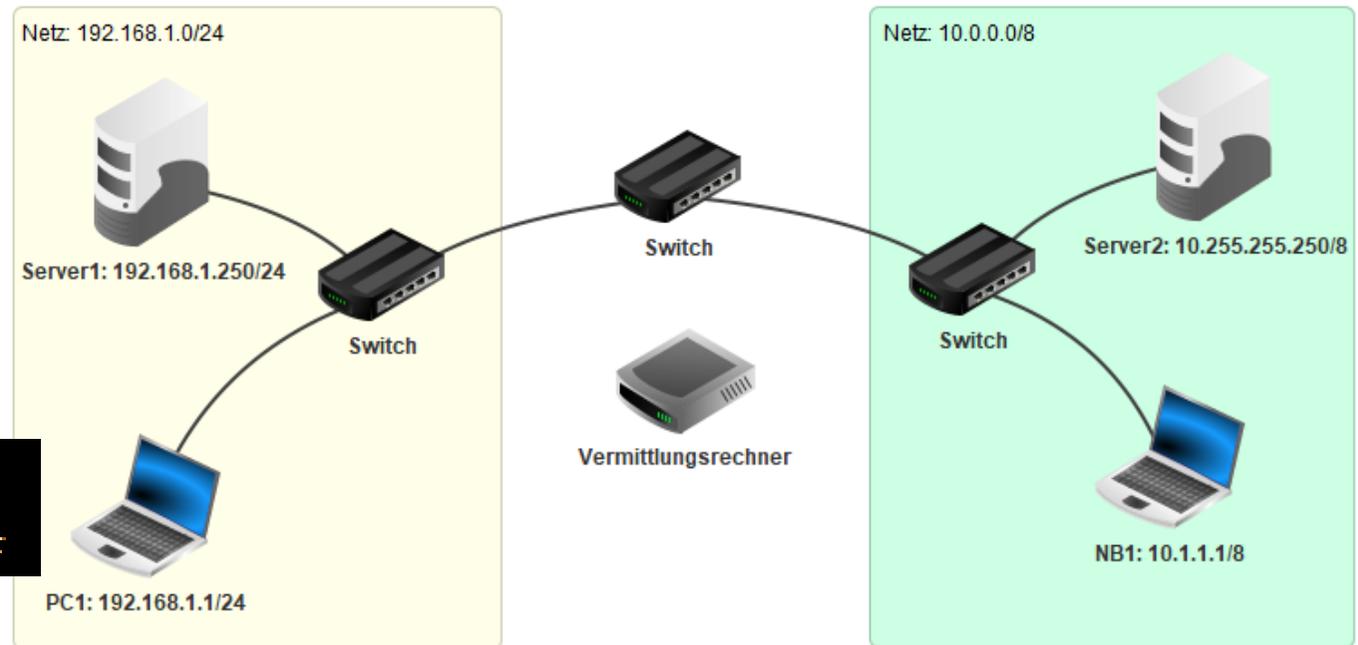
# Untersuchung 4

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelelements Router beschreiben



IP-Adressierung ermöglicht Strukturierung in Netze.

**Problem: Pakete in andere Netze werden nicht versandt.**



```
> ping 10.255.255.250  
Zieladresse nicht erreichbar
```



# Untersuchung 4

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelements Router beschreiben



## Untersuchungen in Filius Netzstatus, Netzkonfiguration, ping

### Beobachtungsauftrag:

- Switch als Koppelement?
- Router als Koppelement?
  - Konfiguration des Routers
  - Anpassung des Netzes



4\_routing1.flr



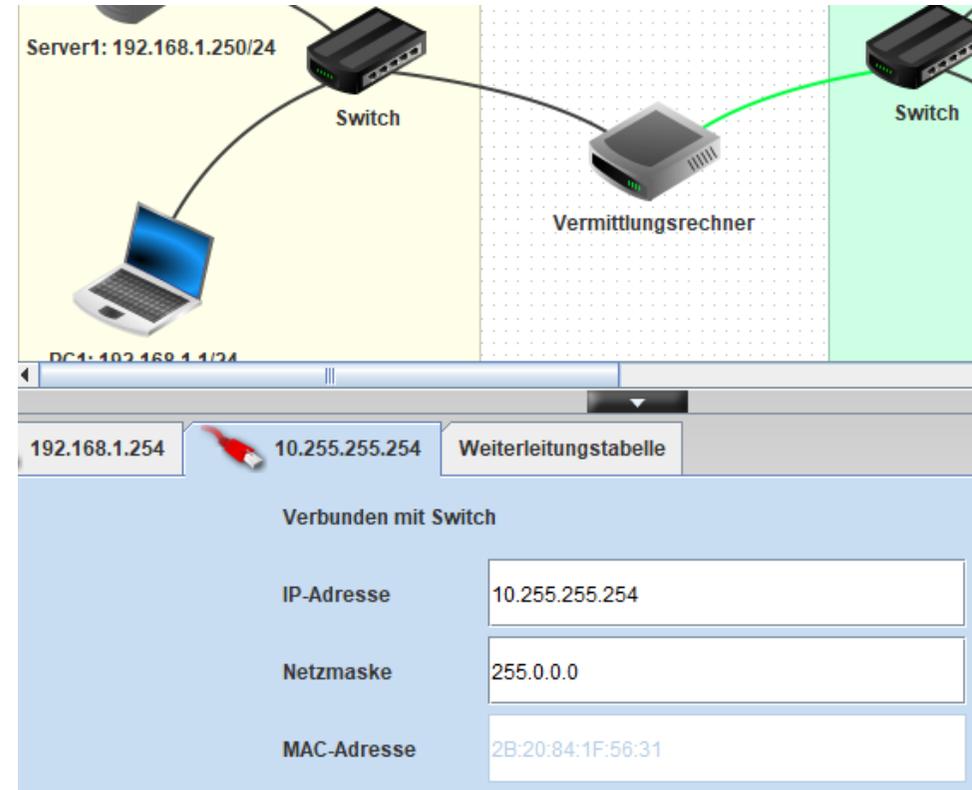
# Untersuchung 4

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelelements Router beschreiben



## Teillösung 1

- Vermittlungsrechner (Router) für Netzverbund notwendig
- netzabhängige IP-Adressierung der Router-Netzarten





# Untersuchung 4

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelelements Router beschreiben



## Teillösung 2:

- Router-IP als Gateway-Eintrag auf allen Geräten im jeweiligen Netz notwendig

The screenshot shows a network configuration interface. On the left, there are icons for a 'Notebook' and a router. On the right, a yellow box contains a laptop icon and the text 'PC1: 192.168.1.1/24'. Below this is a configuration table with the following data:

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| Name        | PC1: 192.168.1.1/24 |
| MAC-Adresse | 97:C5:27:A5:B6:DE   |
| IP-Adresse  | 192.168.1.1         |
| Netzmaske   | 255.255.255.0       |
| Gateway     | 192.168.1.254       |



# Untersuchung 4

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelements Router beschreiben



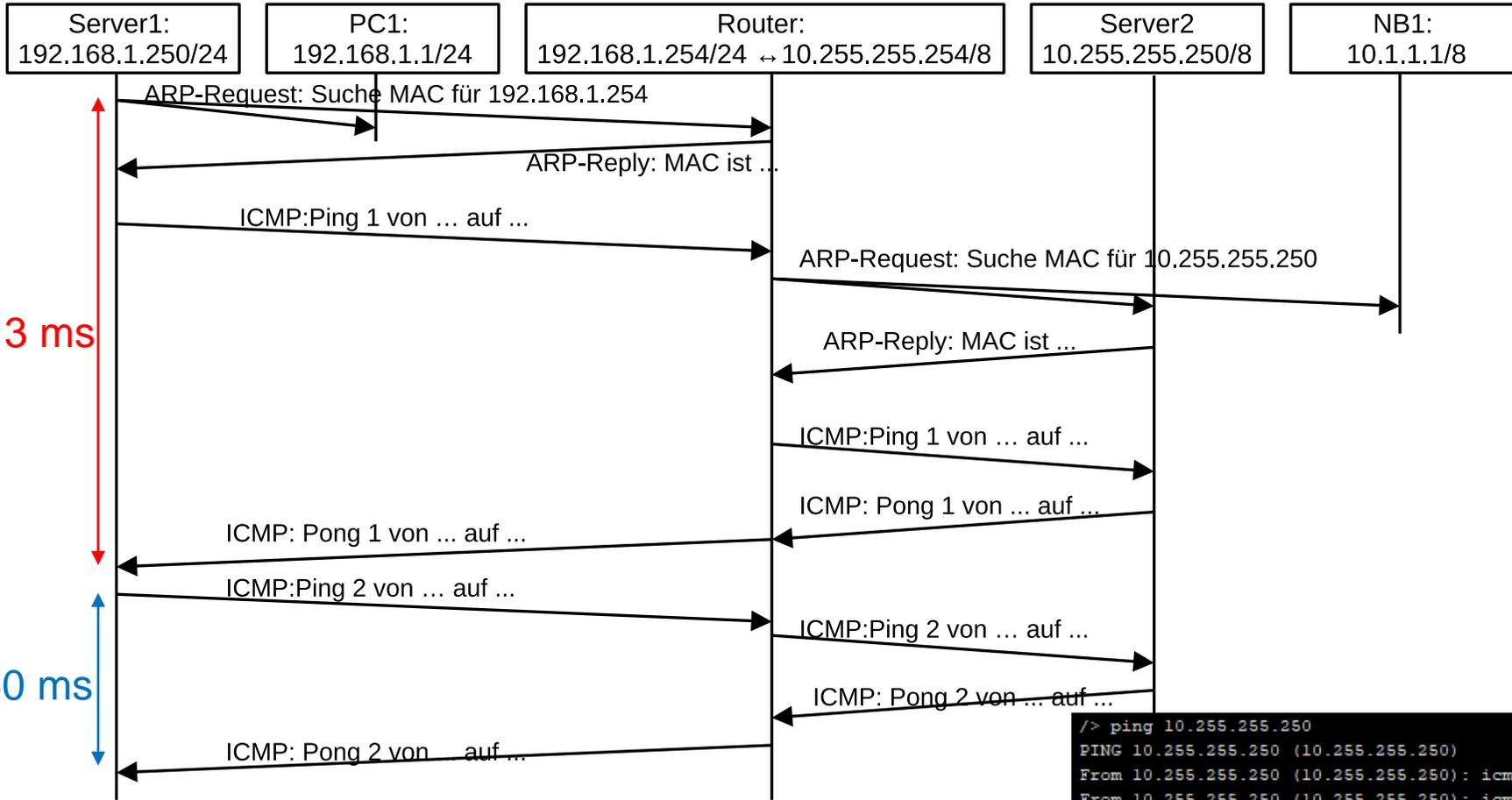
Erklärung des starken Zeitunterschiedes zwischen dem ersten und zweiten Ping?

```
/> ping 10.255.255.250
PING 10.255.255.250 (10.255.255.250)
From 10.255.255.250 (10.255.255.250): icmp_seq=1 ttl=63 time=913ms
From 10.255.255.250 (10.255.255.250): icmp_seq=2 ttl=63 time=450ms
```



# Untersuchung 4

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelements Router beschreiben



```

/> ping 10.255.255.250
PING 10.255.255.250 (10.255.255.250)
From 10.255.255.250 (10.255.255.250): icmp_seq=1 ttl=63 time=913ms
From 10.255.255.250 (10.255.255.250): icmp_seq=2 ttl=63 time=450ms
  
```



# Internetschicht

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelelements Router beschreiben



## Achtung Fehlvorstellung!

Heimrouter = Modem

- + Router
- + Switch
- + Repeater
- + Medienkonverter
- + Accesspoint
- + NAS
- + DNS-/DHCP-Server
- + ...





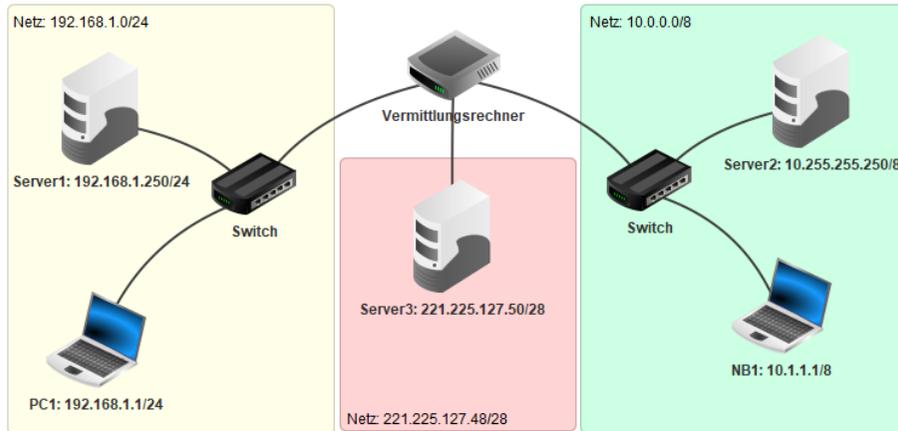
# Internetschicht

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelelements Router beschreiben



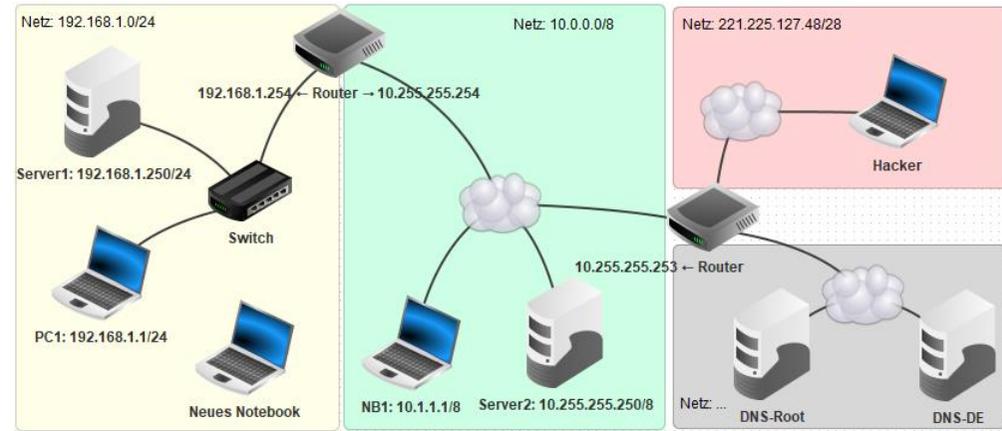
## GK

### mehrere Netze verbinden ein Router



## LK

### mehrere Netze verbinden mehrere Router



dynamisches Routing oder  
Tabellenanpassungen notwendig



# Untersuchung 5

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelements Router beschreiben

das Prinzip des Routings mithilfe von Routing-Tabellen erläutern



## Untersuchungen in Filius Datenaustausch, ping

### Beobachtungsauftrag:

- Paketweg von PC1 auf Server2 und Rückweg
  - ping und Analyse
  - Datenaustausch-Analyse
  - Darstellung im Sequenzdiagramm



5\_routing4\_tabelle.flr

5\_routing4\_rip.flr



# Internetschicht

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelelements Router beschreiben



das Prinzip des Routings mithilfe von Routing-Tabellen erläutern

## Netze verbinden – Daten weiterleiten

- statisch via Tabelle

The screenshot shows a network configuration window titled 'FILIUS - ik\Allgemeines\Fortbildung\Filius\2022\Anregungen\2\_Internetschicht\routing4.flis\*'. The window contains a network diagram and a routing table.

The network diagram shows a central router connected to a switch and a laptop. The router is connected to two networks: 'Netz: 10.0.0.0/8' and 'Netz: 221.225.127.48/28'. A red arrow indicates data flow from the router to the laptop, labeled 'Hacker'. The router's IP address is 192.168.1.254, and the laptop's IP address is 10.255.255.254.

The routing table is displayed below the diagram. It has the following columns: Ziel, Netzmaske, Nächstes Gateway, and Über Schnittstelle.

| Ziel           | Netzmaske       | Nächstes Gateway | Über Schnittstelle |
|----------------|-----------------|------------------|--------------------|
| 10.255.255.254 | 255.255.255.255 | 127.0.0.1        | 127.0.0.1          |
| 192.168.1.254  | 255.255.255.255 | 127.0.0.1        | 127.0.0.1          |
| 10.0.0.0       | 255.0.0.0       | 10.255.255.254   | 10.255.255.254     |
| 192.168.1.0    | 255.255.255.0   | 192.168.1.254    | 192.168.1.254      |
| 127.0.0.0      | 255.0.0.0       | 127.0.0.1        | 127.0.0.1          |
| 221.225.127.48 | 255.255.255.240 | 10.255.255.253   | 10.255.255.254     |



# Internetschicht

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelements Router beschreiben



das Prinzip des Routings mithilfe von Routing-Tabellen erläutern

## Netze verbinden – Daten weiterleiten

- dynamisch via Routing Information Protocol – RIP

Allgemein 192.168.1.254 10.2.2.254 Weiterleitungstabelle

Name

Gateway

Automatisches Routing

192.168.1.254 ← Router → 10.255.255.254 - 192.168.1.254 X

| Nr. | Zeit         | Quelle            | Ziel                | Protokoll |
|-----|--------------|-------------------|---------------------|-----------|
| 1   | 15:11:12.624 | 192.168.1.254:521 | 255.255.255.255:520 | RIP       |
| 2   | 15:11:12.814 | 192.168.1.254:521 | 255.255.255.255:520 | RIP       |

Fehler in Filius  
Version ≤ 1.13.2: SMTP

GK: exemplarisch; LK: Tabelle, kein RIP, keine Routingalgorithmen



# Untersuchung 5a

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelements Router beschreiben

das Prinzip des Routings mithilfe von Routing-Tabellen erläutern



## Untersuchungen in Filius Datenaustausch, ping, Netzkonfiguration

### Beobachtungsauftrag:

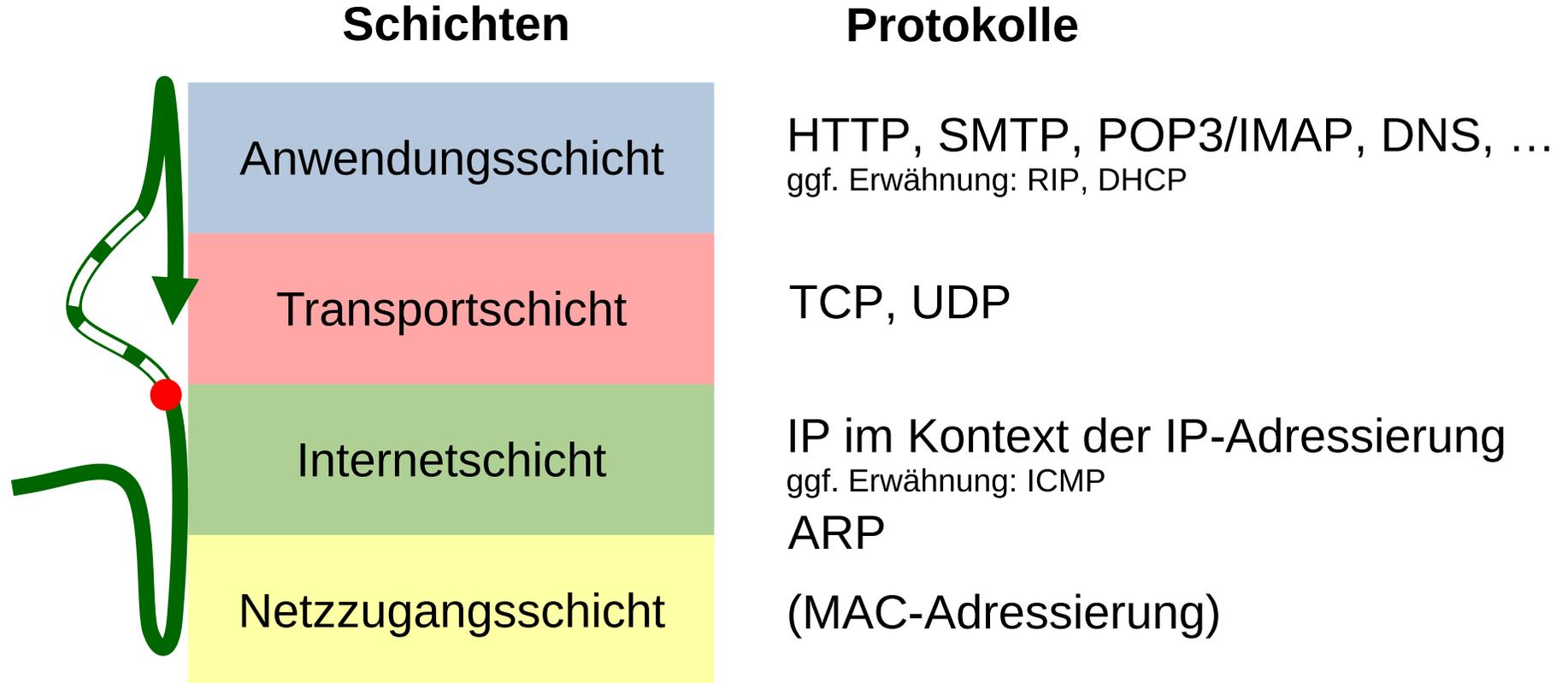
- Erreichbarkeit 172.16.0.23 von 20.2.1.3?  
→ Routingtabelle ergänzen



1\_ping.flr



# Schichtenmodell





# Transportschicht

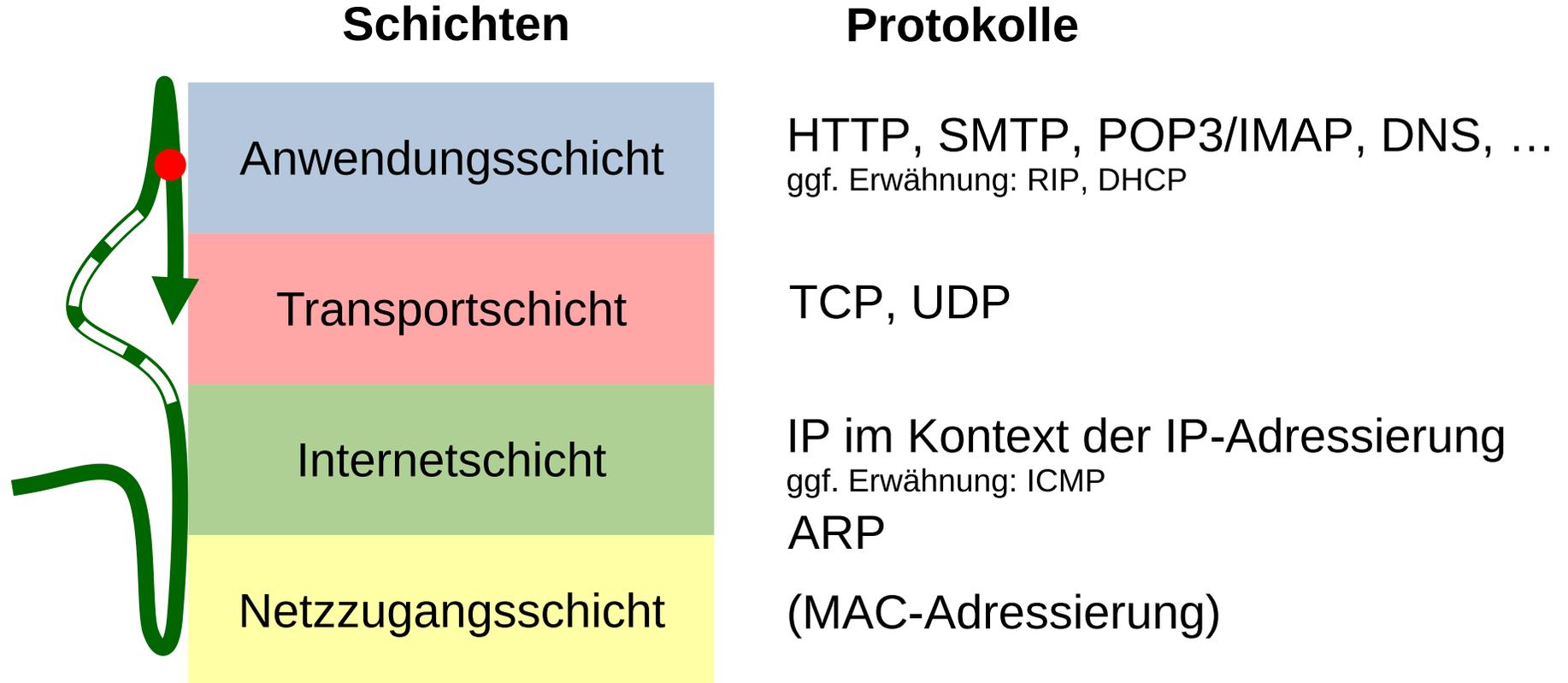


Aus didaktischen Gründen erst nach der Anwendungsschicht.





# Schichtenmodell





# Untersuchung 6

Client-Server-Prinzip mithilfe von Protokollen erklären

Es bieten sich Protokolle für den E-Mail- und den Web-Dienst an.



## Untersuchungen in Filius

Dienste, Datenaustausch, Netzstatus, Editor, Explorer, ...

## Beobachtungsauftrag: Ablauf, wer sieht/weiß was?

- Abruf Webseite vom Server 192.168.1.250 und 10.255.255.250
- Abruf Webseite www.schule.de
- Abruf E-Mail von PC2 (hans@mail.de)  
Senden E-Mail an ina@mail.de
- Abruf E-Mail von PC1 (hans@familymail.de)  
Senden E-Mail an ina@mail.de



6\_anwendungen.flr



# Untersuchung 6

Client-Server-Prinzip mithilfe von Protokollen erklären



Es bieten sich Protokolle für den E-Mail- und den Web-Dienst an.

## Ergebnisse Webserver/Webbrowser

- Hypertext Transfer Protocol HTTP im Sequenzdiagramm
- Verdacht der Existenz einer Namensauflösung `www.schule.de`
- Verdacht auf Existenz einer „Zwischenschicht“ (Bildzerlegung in Teilpakete)





# Untersuchung 6

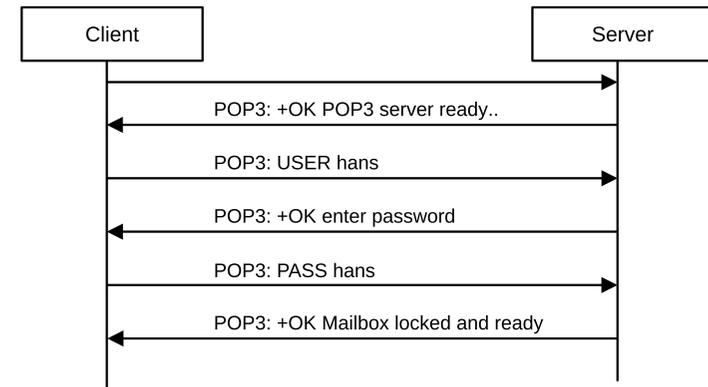
die prinzipielle Funktionsweise des Dienstes DNS erläutern



## Ergebnisse E-Mail-Dienst

- Abrufen – POP3, Senden – SMTP  
Post Office Protocol, Simple Mail Transfer Protocol
- Verdacht auf Existenz einer Namensauflösung

```
POP3 Anwendung +OK POP3 server ready
POP3 Anwendung USER hans
POP3 Anwendung +OK enter password
POP3 Anwendung PASS hans
POP3 Anwendung +OK Mailbox locked and ready
POP3 Anwendung STAT
POP3 Anwendung +OK 0 0
```





# Untersuchung 7

Client-Server-Prinzip mithilfe von Protokollen erklären

Es bieten sich Protokolle für den E-Mail- und den Web-Dienst an.



## Untersuchungen in Filius Dienste, Datenaustausch, host/nslookup

### Beobachtungsauftrag: Ablauf

- Namensauflösung lokal
- Namensauflösung global



7\_anwendung\_dns.flr



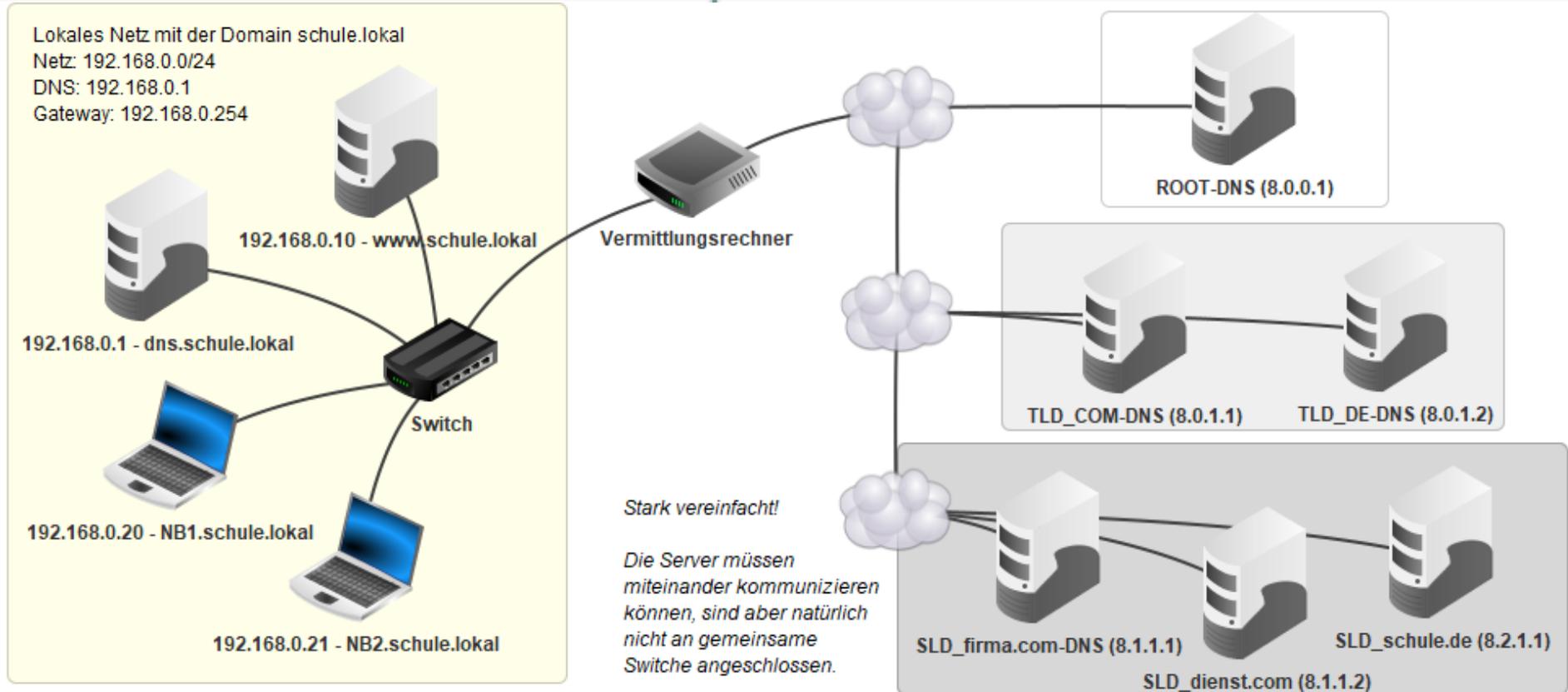
# Untersuchung 7

die prinzipielle Funktionsweise des Dienstes DNS erläutern



## Grundkurs (nur linke Seite)

## Leistungskurs (alles)





# Anwendungsschicht

die prinzipielle Funktionsweise des Dienstes DNS erläutern



## Ergebnis: Domain Name System (DNS)

Grundvorstellung: „Telefonbuch für IP-Adressen“

- Ist die Größe verwaltbar?
- Wer pflegt es?
- Wo steht es?
- Wer hat Zugriff?
- Was passiert, wenn es ausfällt?
- ...





# Anwendungsschicht

die prinzipielle Funktionsweise des Dienstes DNS erläutern

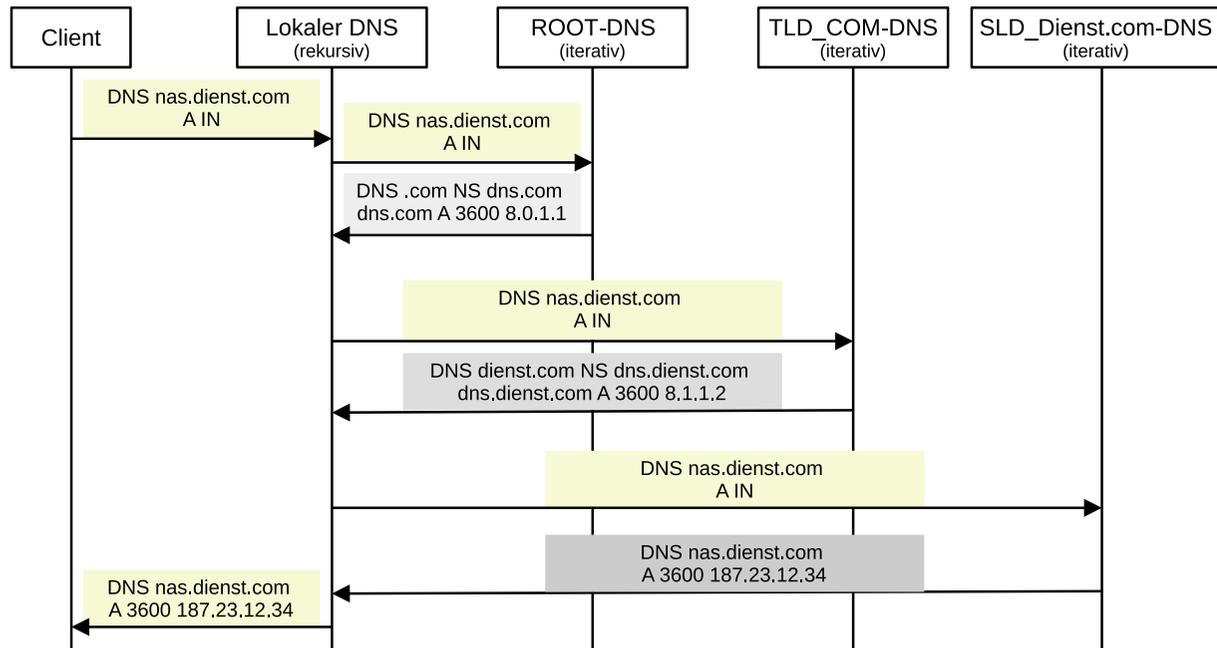
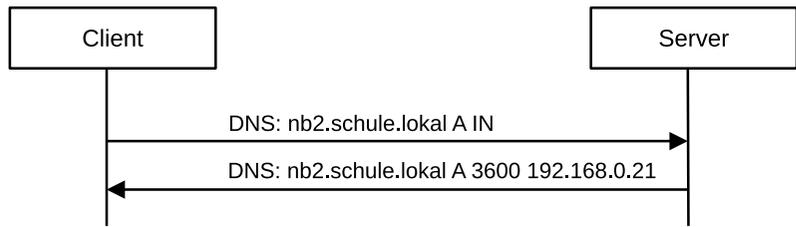


## Grundkurs

## Leistungskurs

```
> host nb2.schule.lokal
nb2.schule.lokal hat die IP-Adresse 192.168.0.21
```

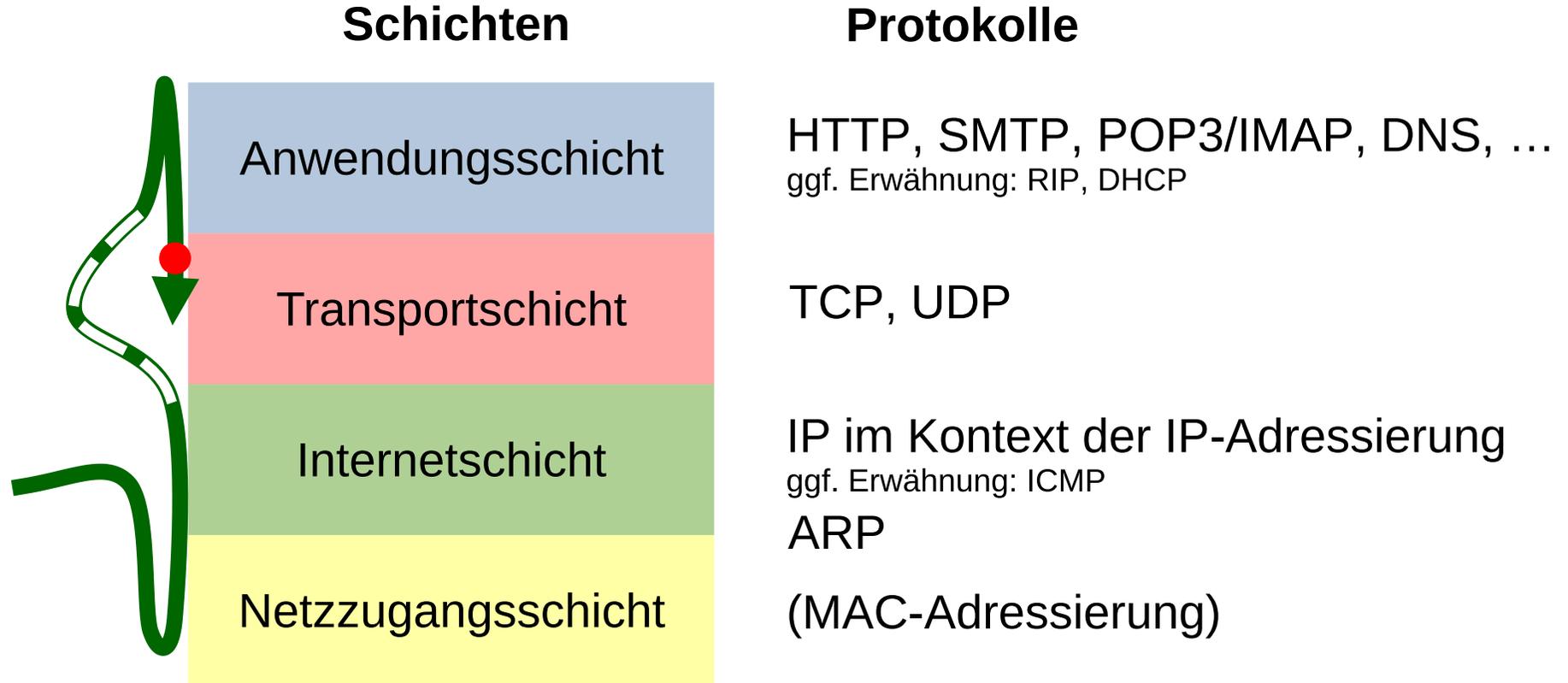
```
> host nas.dienst.com
nas.dienst.com hat die IP-Adresse 187.23.12.34
```



| Adressen (A)   |  |
|--|--|
| Host-/Domainname:  | <input type="text"/>                     |
| IP-Adresse:  | <input type="text" value="192.168.0.1"/> |
| <input type="button" value="Hinzufügen"/> <input type="button" value="Auswahl entfernen"/> |  |
| Host-/Domainname   | IP-Adresse                               |
| NB1.schule.lokal.  | 192.168.0.20                             |
| NB2.schule.lokal.  | 192.168.0.21                             |
| dns.root.  | 8.0.0.1                                  |
| www.schule.lokal.  | 192.168.0.10                             |



# Schichtenmodell





# Transportschicht

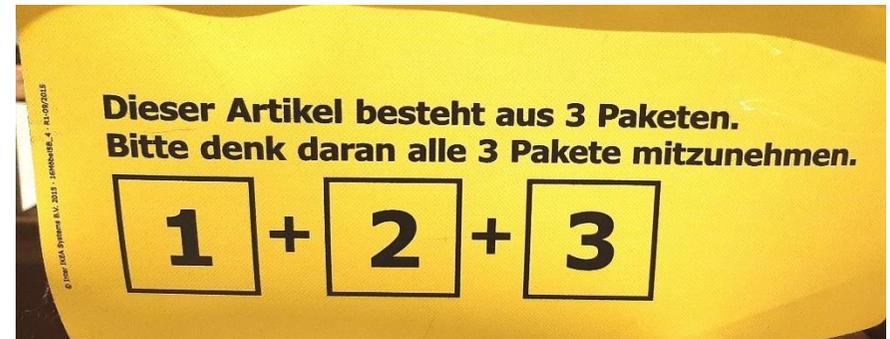
- das Prinzip der Zerlegung von Daten in Pakete beschreiben
- die Protokolle UDP und TCP anhand der Merkmale Verbindung und Zuverlässigkeit vergleichen



Untersuchung vorgefertigter Szenarien (Rückbesinnung)  
Web-Dienst mit Bildübertragung und parallelen Anfragen



- Bildzerlegung in Teilpakete
- „Nachrichtenkapselung“





# Transportschicht

- das Prinzip der Zerlegung von Daten in Pakete beschreiben
- die Protokolle UDP und TCP anhand der Merkmale Verbindung und Zuverlässigkeit vergleichen



## Transmission Control Protocol (TCP)

- verbindungsorientiert: Exklusivität durch virtuelle Verbindung
- zuverlässig: Zerlegung in Pakete mit Garantie der Übertragung und Wiederherstellung

|    |              |                    |                    |      |                  |   |
|----|--------------|--------------------|--------------------|------|------------------|---|
| 7  | 17:16:20.758 | 192.168.0.20:58914 | 192.168.0.10:80    | TCP  | <i>Transport</i> | SYN, SEQ: 51.000.000  |
| 8  | 17:16:20.982 | 192.168.0.10:80    | 192.168.0.20:58914 | TCP  | <i>Transport</i> | SYN, SEQ: 50.000.000, ACK: 51.000.001                       |
| 9  | 17:16:20.983 | 192.168.0.20:58914 | 192.168.0.10:80    | TCP  | <i>Transport</i> | SEQ: 51.000.001, ACK: 50.000.001                            |
| 10 | 17:16:21.039 | 192.168.0.20:58914 | 192.168.0.10:80    | HTTP | <i>Anwendung</i> | GET / HTTP/1.1 Host: www.schule.lokal                       |
| 11 | 17:16:21.265 | 192.168.0.10:80    | 192.168.0.20:58914 | TCP  | <i>Transport</i> | SEQ: 50.000.001, ACK: 51.000.039                            |
| 12 | 17:16:21.321 | 192.168.0.10:80    | 192.168.0.20:58914 | HTTP | <i>Anwendung</i> | HTTP/1.1 200 OK Content-type: text/html <html> <head> .     |
| 13 | 17:16:21.321 | 192.168.0.20:58914 | 192.168.0.10:80    | TCP  | <i>Transport</i> | SEQ: 51.000.039, ACK: 50.000.494                            |
| 14 | 17:16:21.377 | 192.168.0.20:58914 | 192.168.0.10:80    | HTTP | <i>Anwendung</i> | GET splashscreen-mini.png HTTP/1.1 Host: www.schule.lokal   |
| 15 | 17:16:21.602 | 192.168.0.10:80    | 192.168.0.20:58914 | TCP  | <i>Transport</i> | SEQ: 50.000.494, ACK: 51.000.097                            |
| 16 | 17:16:21.658 | 192.168.0.10:80    | 192.168.0.20:58914 | HTTP | <i>Anwendung</i> | HTTP/1.1 200 OK Content-type: image/png iVBORw0KGgoAAAANSU. |

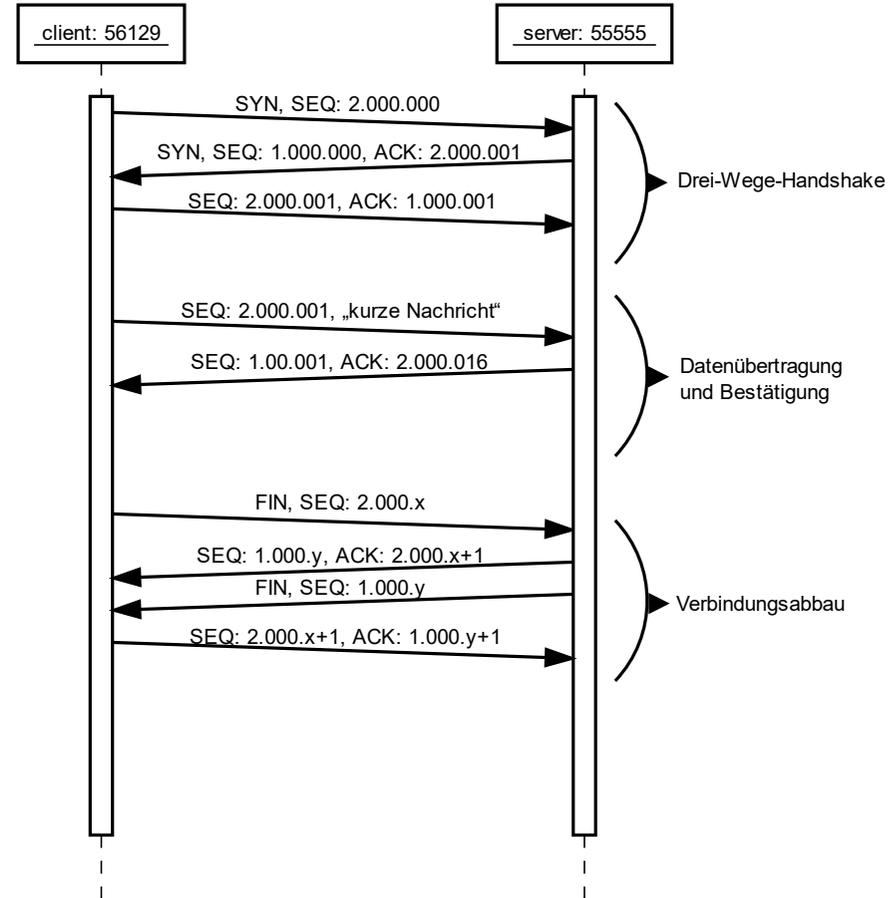


# Transportschicht

- das Prinzip der Zerlegung von Daten in Pakete beschreiben
- die Protokolle UDP und TCP anhand der Merkmale Verbindung und Zuverlässigkeit vergleichen



## TCP-Handshake





# Transportschicht

- das Prinzip der Zerlegung von Daten in Pakete beschreiben
- die Protokolle UDP und TCP anhand der Merkmale Verbindung und Zuverlässigkeit vergleichen



## User Datagram Protocol (UDP)

- verbindungslos: kein Handshake, keine Empfangsbestätigung
- unzuverlässig: „IP soll sich kümmern“

```
3 17:16:20.302 192.168.0.20:29856 192.168.0.1:53 DNS Anwendung ID=9873 QR=0 RCODE=0 QDCOUNT=1 ANCOUNT=0 NSCOUNT=0 ARCOUNT=0 www.schule.lokal. A IN
4 17:16:20.532 192.168.0.1:53 192.168.0.20:29856 DNS Anwendung ID=9873 QR=1 RCODE=0 QDCOUNT=0 ANCOUNT=1 NSCOUNT=0 ARCOUNT=0 www.schule.lokal. A 3600 192.168...

Nr.: 4 / Zeit: 17:16:20.532
└─ Netzzugang
   └─ Quelle: A1:DA:2C:34:E5:21
   └─ Ziel: 92:F2:62:A7:FE:F1
   └─ Bemerkungen / Details: 0x800
└─ Vermittlung
   └─ Quelle: 192.168.0.1
   └─ Ziel: 192.168.0.20
   └─ Protokoll: IP
   └─ Bemerkungen / Details: Protokoll: 17, TTL: 64
└─ Transport
   └─ Quelle: 53
   └─ Ziel: 29856
   └─ Protokoll: UDP
└─ Anwendung
   └─ Protokoll: DNS
└─ Bemerkungen / Details (100 Bytes):
   └─ ID=9873 QR=1 RCODE=0 QDCOUNT=0 ANCOUNT=1 NSCOUNT=0 ARCOUNT=0
   └─ www.schule.lokal. A 3600 192.168.0.10
```



# Schichtenmodell: Systematisierung



## Schichten



## Protokolle

HTTP, SMTP, POP3/IMAP, DNS, ...  
ggf. Erwähnung: RIP, DHCP

TCP, UDP

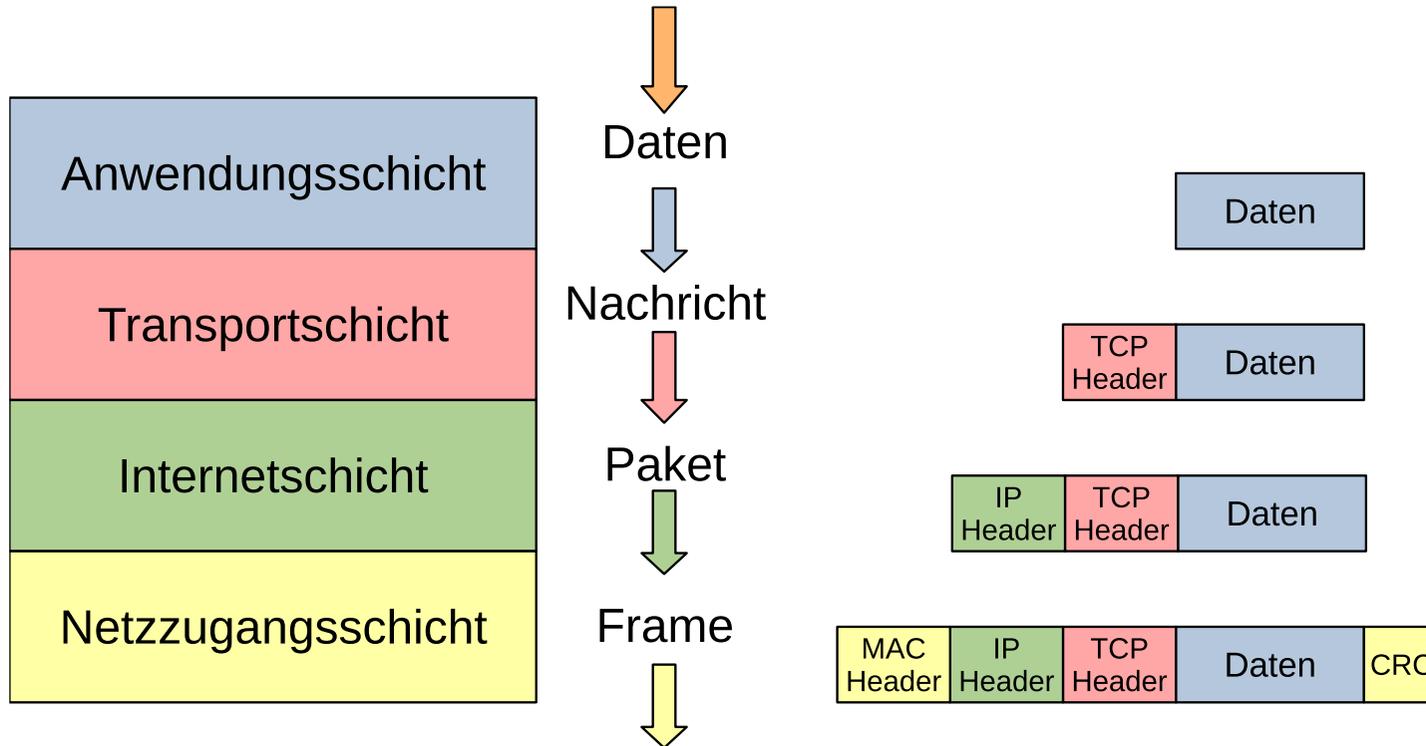
IP im Kontext der IP-Adressierung  
ggf. Erwähnung: ICMP

ARP

(MAC-Adressierung)



# Schichtenmodell: Systematisierung

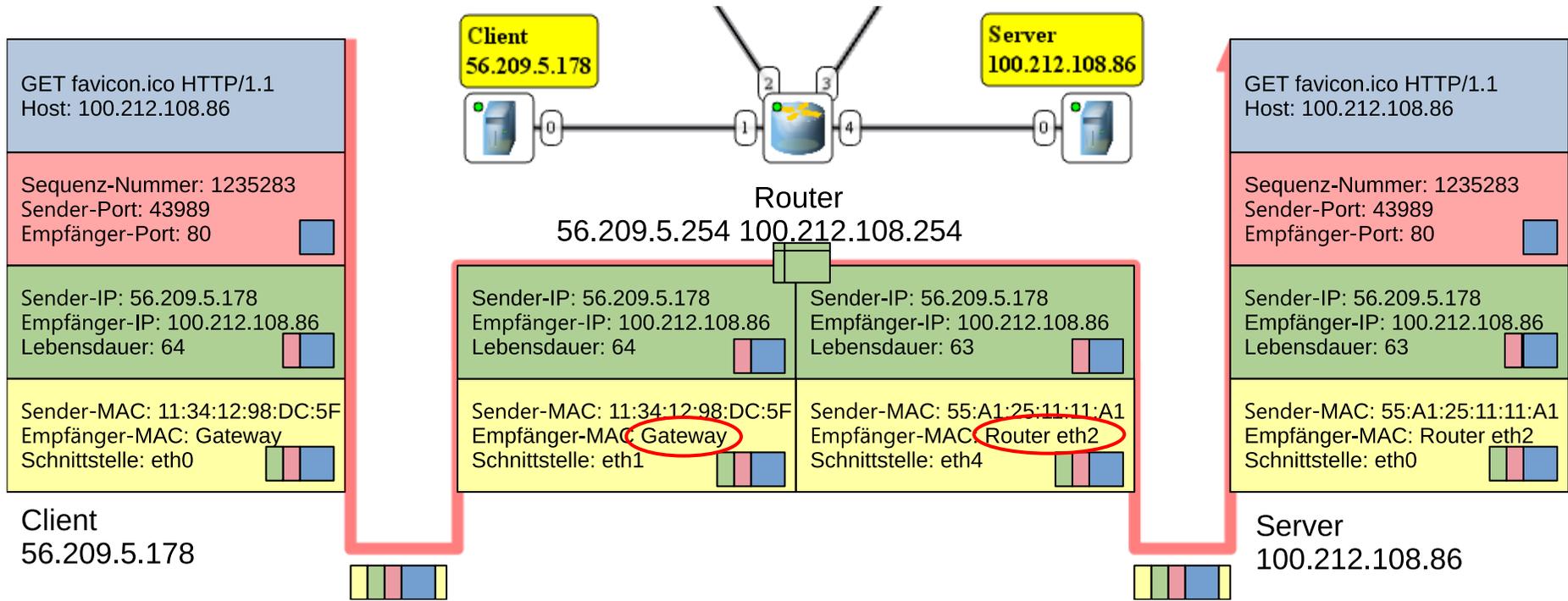




# Schichtenmodell: Systematisierung



Durchgang durch das DoD-Schichtenmodell bei der Übertragung einer Web-Anfrage von einem Client zu einem Server über einen Router





# Systematisierung



Mausfilm: Zuordnung von Szenen zum entsprechenden informatischen Konzept





# Systematisierung

- Protokolle mithilfe geeigneter RFC-Auszüge analysieren
- das DoD-TCP-/IP-Schichtenmodell mit dem OSI-Schichtenmodell vergleichen



- Datenfluss durch das Schichtenmodell
- Analogien zu historischer Kommunikation und zu OSI
- Request for Comments: DNS, IP, ARP
- Querverweise/Vertiefungen auch mit Filius:  
Firewall, Ports, DNS-Hierarchie, Mail-System über mehrere Server, MX-Record bei DNS für Mail, virtuelle Web-Seiten, Peer-to-Peer-Netzwerk Gnutella (BitTorrent)