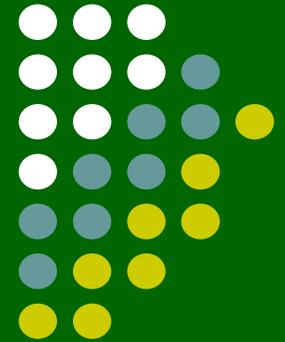


11/12.F1

Vernetzte Systeme





Organisatorisches



- Material auf <https://schule.informatik.uni-rostock.de>
- Bitte mit Klarnamen benennen
- Zertifikate per E-Mail nach der Veranstaltung



Rahmenplan



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

ca. 21/29 Unterrichtsstunden

Verbindliche Ziele und Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Vernetzte Systeme</p> <ul style="list-style-type: none">• den Aufbau und die Arbeitsweise in einer Simulation analysieren, modifizieren und erweitern <p>Kommunikation in einem Schichtenmodell</p> <ul style="list-style-type: none">• den Aufbau und den Nutzen eines Schichtenmodells beschreiben• den Datenfluss erläutern• Aufgaben von Protokollen beschreiben• die Kommunikation mithilfe von Sequenzdiagrammen interpretieren und darstellen <p>Netzzugangsschicht</p> <p>Internetschicht</p> <p>Transportschicht</p> <p>Anwendungsschicht</p>	<p>Das DoD-TCP-/IP-Schichtenmodell erfüllt die Anforderungen für ein geeignetes Modell.</p>



Fragen



- Welche Voraussetzungen werden benötigt?
- Was muss nicht (mehr) vermittelt werden?
- Wie tief sind die fachlichen Grundlagen zu vermitteln?
- Wo gibt es Materialien/Bücher/Anregungen?
- ...?



Fragen



- Welche Voraussetzungen werden benötigt?
- Was muss nicht (mehr) vermittelt werden?
- Wie tief sind die fachlichen Grundlagen zu vermitteln?
- Wo gibt es Materialien/Bücher/Anregungen?
- ...?



Rahmenplanspirale



aktuell

- kaum Vorkenntnisse aus SI

zukünftig

- Thema in Jg. 6 bis 10 gemäß Spiralprinzip anschaulich und enaktiv-haptisch behandelt (siehe Unterstützungssystem 9)
- Wiederholung und Vertiefung des Wissens und Könnens unter Verwendung von Simulationen



Rahmenplan-Spirale



Integrativer Arbeitsbereich: Medien nutzen und gestalten → Recherchieren

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



Rahmenplan-Spirale



Enaktiv-haptischer Ansatz in der Jahrgangsstufe 9

Rollenspiel Netzwerk

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

Die Schüler sollen sich jetzt mit Hilfe der Karteikarten Nachrichten schicken. Dabei muss die Regel beachtet werden, dass die Karten nur entlang der Schnüre laufen dürfen. Auf die Karteikarte muss die Nummer des Absenders und des Adressaten sowie die eigentliche Botschaft notiert werden. Die Karteikarten werden mit Hilfe der Wäscheklammern an der Paketschnur befestigt (siehe Bild). Wenn die Paketschnur durch das Loch in der Wäscheklammer geführt wird, kann man die Karteikarte durch Hochheben der Schnur an einer Seite zum anderen Ende rutschen lassen.

Auf diese Weise sollen ein paar Nachrichten hin und her geschickt werden. Die Schüler erkennen, dass der Verteiler in der Mitte für das Weiterleiten der Nachrichten verantwortlich ist. Das kann er, weil er seine Teilnehmer „kennt“.



Internetspiel

RWTH Aachen

Schülerlabor: <https://t1p.de/0x6jg>



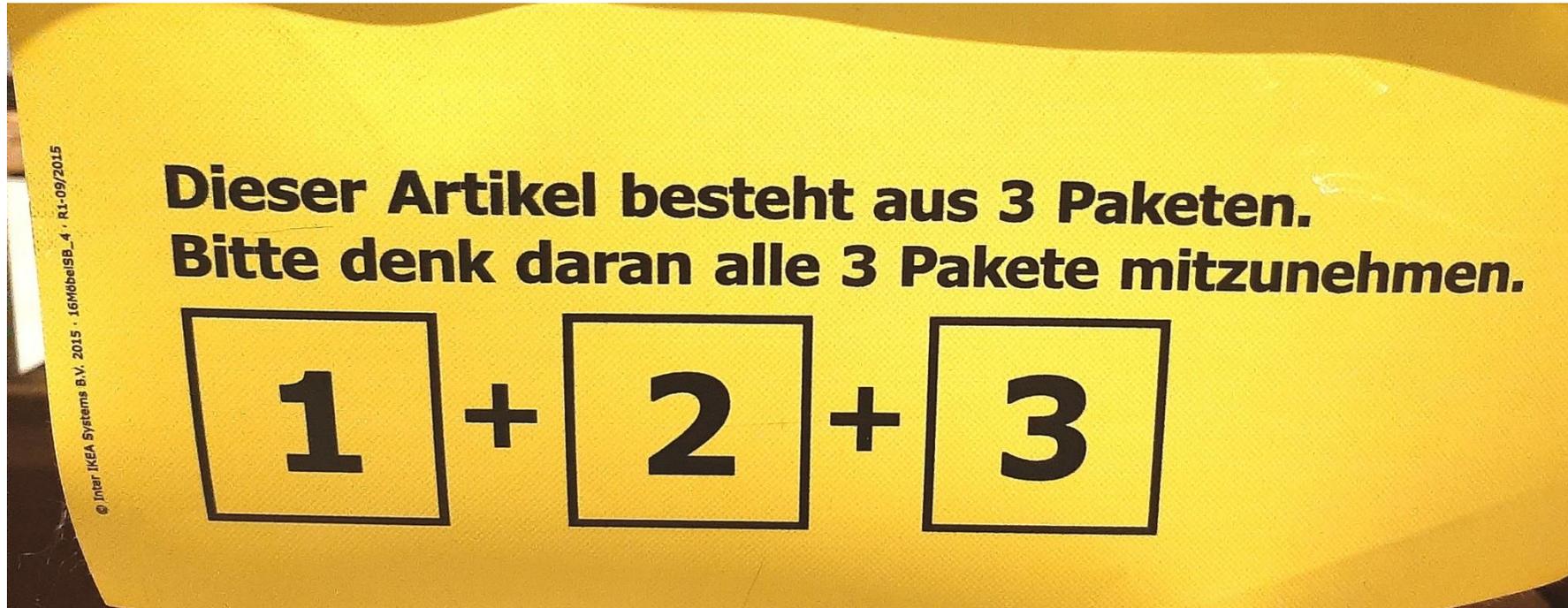


Rahmenplan-Spirale



Enaktiv-haptischer Ansatz in der Jahrgangsstufe 9

Veranschaulichung der Paketvermittlung





Andockstellen im RP SII



- zu Beginn der SII als erstes Thema
- nach Datenbanken als „Datenbanken im Web“
- nach Rechnerarchitektur
- nach TI als „praktisches Thema“
- ...

→ Keine Voraussetzungen aus Themen der SII benötigt



Fragen



- Welche Voraussetzungen werden benötigt?
- **Was muss nicht (mehr) vermittelt werden?**
- Wie tief sind die fachlichen Grundlagen zu vermitteln?
- Wo gibt es Materialien/Bücher/Anregungen?
- ...?



Wie/Was nicht (mehr)?



- theoretische Abhandlungen
- umfangreiche mathematische Berechnungen (z. B. händische Umwandlung zwischen Zahlssystemen)
- nicht mehr allgemeingültige Prinzipien
- detaillierte Beschreibung von Protokollen oder Verfahren
- streng UML-konforme Sequenzdiagramme



Class	Network number field	Size of rest bit field	Number of networks	Number of addresses	Address range
Class A	8	24	128 (2^7)	16,777,216 (2^{24})	0 - 16,777,215
Class B	16	16	16,384 (2^{14})	65,536 (2^{16})	16,777,216 - 33,554,431
Class C	24	8	2,048 (2^{11})	256 (2^8)	33,554,432 - 50,331,615
Class D (multicast)	not defined	not defined	not defined	not defined	224,000,000 - 238,336,000
Class E (reserved)	not defined	not defined	not defined	not defined	248,000,000 - 268,435,000



Wie/Was nicht (mehr)?



- Topologien: Differenzierung zwischen
 - logischer/physischer Topologie
 - Bus, Stern, Ring, Masche, ... (Masche und Stern genügen)
- Subnetze
 - Bildung/Berechnung
 - Begriff Subnetzmaske → besser: Netzmaske
- Netzklassen A/B/C/...
- Websitegestaltung und Web-Programmierung



Denglisch



Englische Aussprache

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

Deutsche Aussprache

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



Fragen



- Welche Voraussetzungen werden benötigt?
- Was muss nicht (mehr) vermittelt werden?
- **Wie tief sind die fachlichen Grundlagen zu vermitteln?**
- Wo gibt es Materialien/Bücher/Anregungen?
- ...?



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, statische/dynamische IP: DHCP

TCP, UDP

IP im Kontext der IP-Adressierung,
ggf. Erwähnung: ICMP bei Nutzung von ping

ARP

(MAC-Adressierung)



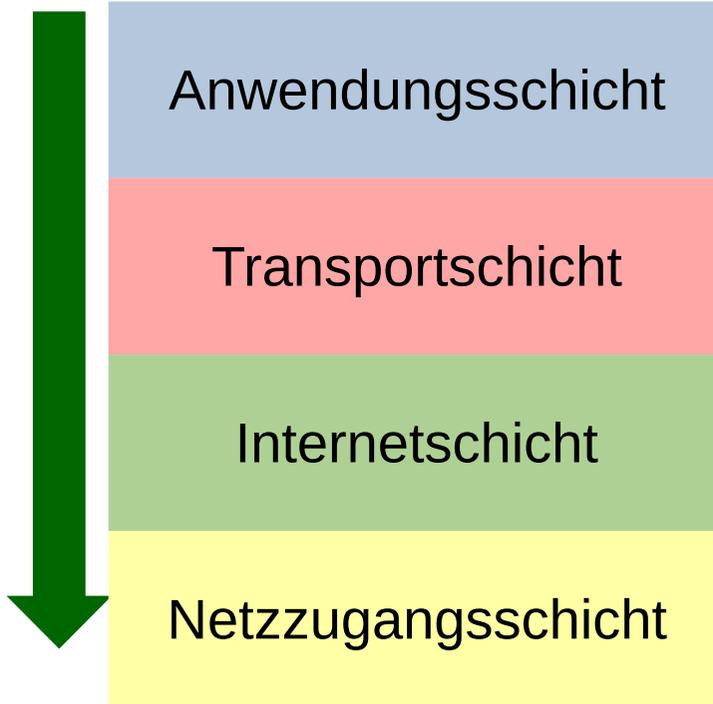
Schichtenmodell – Strukturierung?



Schichten

Protokolle

von oben
nach unten,
wie etwa auf
inf-schule.de
oder in
Schöningh:
Informatik 2?



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

TCP, UDP

IP im Kontext der IP-Adressierung,
ggf. Erwähnung: ICMP bei Nutzung von ping
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, statische/dynamische IP: DHCP

TCP, UDP

IP im Kontext der IP-Adressierung,
ggf. Erwähnung: ICMP bei Nutzung von ping
ARP

(MAC-Adressierung)



Schichtenmodell – Strukturierung?



Schichten

Protokolle

Anwendungsschicht

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

Transportschicht

TCP, UDP

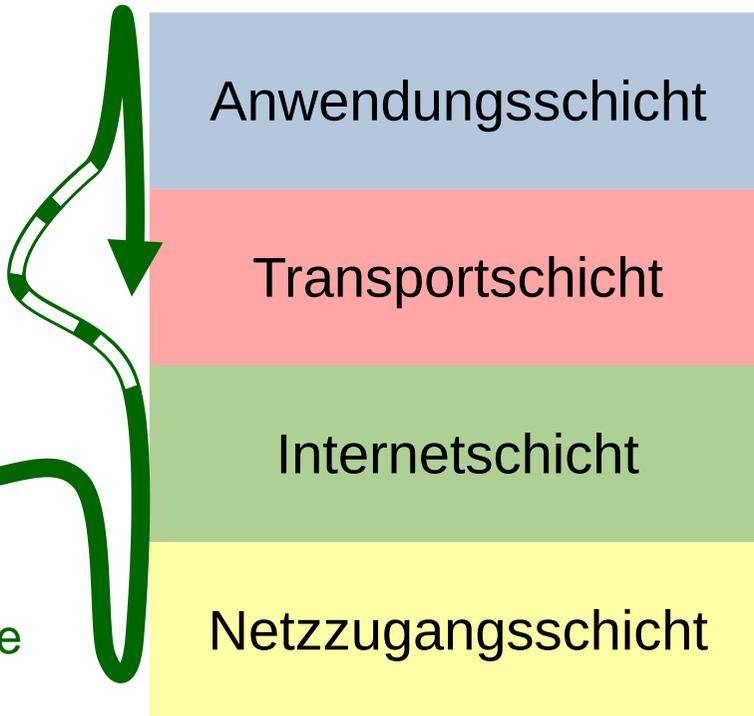
Internetschicht

IP im Kontext der IP-Adressierung,
ggf. Erwähnung: ICMP bei Nutzung von ping
ARP

Netzzugangsschicht

(MAC-Adressierung)

Start mit
numerischer
Adressangabe





Sender- und Empfängernummer

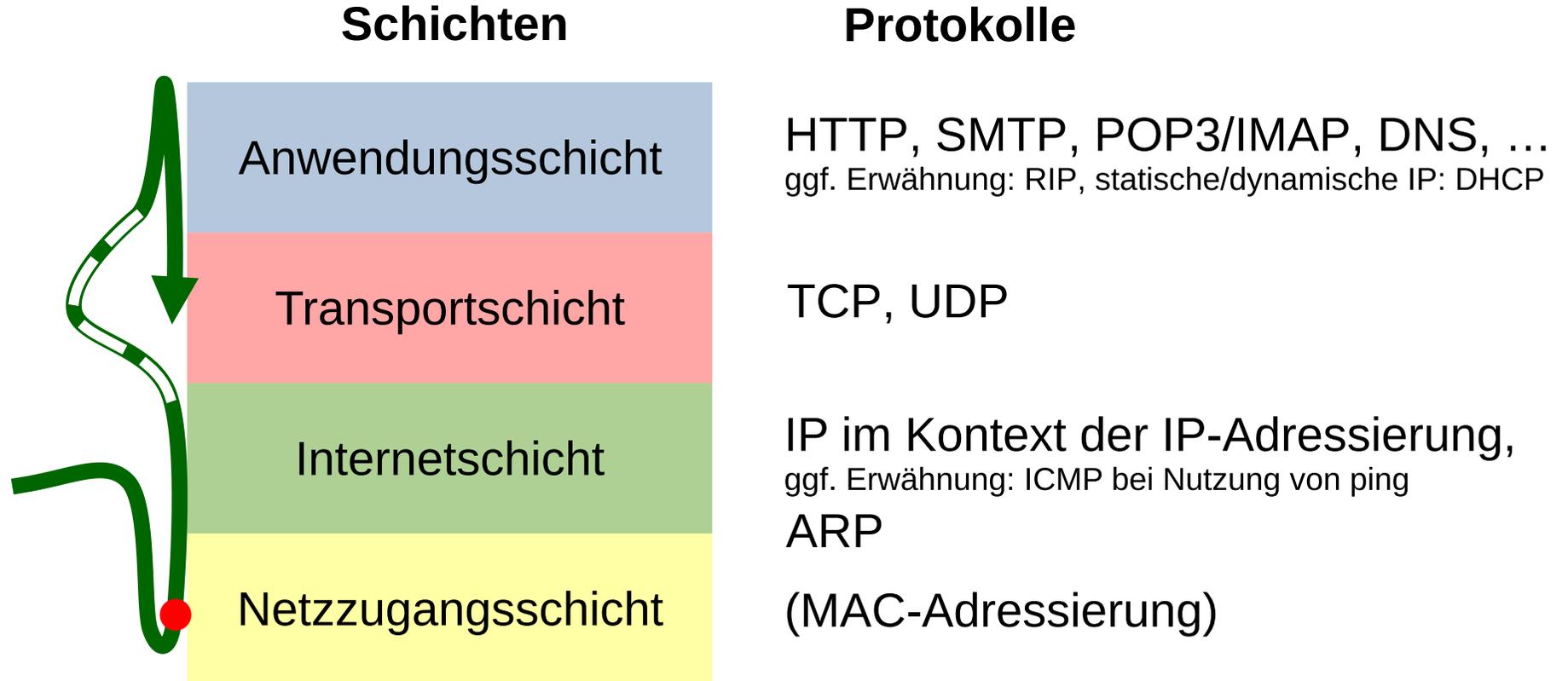


- Reaktivierung aus Rollenspiel, Internetspiel, Analogiebetrachtung, Mausfilm, ...
- Kommunikationsvoraussetzung:
eindeutige Zuordnung einer Zahl zu Sender/Empfänger
= Internetadresse





Schichtenmodell





Netzzugangsschicht

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



Bandbreite

maximale Datenübertragungsrate
= Datenmenge pro Zeit
Einheit: Bit/s



Durchsatz

aktuelle Datenübertragungsrate
= Datenmenge pro Zeit
Einheit: Bit/s



Die Einheit Baud ist nicht zu verwenden, da diese die **Symbolrate** pro Zeit angibt.



Netzzugangsschicht

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



Antwortzeit – Round Trip Time (RTT)

Zeitspanne vom Absenden bis zum Eintreffen des Antwortpakets

```
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
```



1_ping.flv



Netzzugangsschicht

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



```
Eingabeaufforderung
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 [139.30.4.1]
 2  <1 ms  <1 ms  <1 ms  hondo.informatik.uni-rostock.de [139.30.5.20]
 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 [188.1.244.177]
 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 [72.52.48.200]
10   *     *     *     Zeitüberschreitung der Anforderung.
11  15 ms  14 ms  22 ms  ae121.access-a.sech-fra.netarch.akamai.com [72.52.48.205]
12  15 ms  15 ms  21 ms  a72-52-52-242.deploy.static.akamaitechnologies.com [72.52.52.242]
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.
```



Netzzugangsschicht

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



Übung in Simulation/im realen Netz – Befehle: ping, traceroute

– Ping auf Geräte im Internet (Liste: Dot-Com-Monitor)

– Signalwegverfolgung mit Geotrace 

– Messung der „Geschwindigkeiten“ via Breitbandmessung

– Diskussion von Providerangaben

		Empfangsrichtung	Senderichtung
DSLAM-Datenrate Max.	kbit/s	8192	2800
DSLAM-Datenrate Min.	kbit/s	712	360
Leitungskapazität	kbit/s	12348	1652
Aktuelle Datenrate	kbit/s	8188	1622





Netzzugangsschicht

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



Hinweise zu ping/traceroute

- nutzen Internet Control Message Protocol (ICMP)
- blockierbar in (Router-) Firewall
- Lebensdauer Time To Live (TTL):
 - Angabe im IP-Header
 - Restlebenszeit eines Pakets in Hops
 - Vorgabewerte durch Betriebssystem: 32, 64, 128 oder 255
 - Verminderung um eins bei Durchgang durch Router (Hop)
 - Paket wird verworfen, falls $TTL = 0$





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



Netzzugangsschicht

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelements Switch beschreiben



- Übung in Simulation – Netzkonfiguration, Befehle: ipconfig, arp
- Ping auf Geräte bei stark reduzierter Geschwindigkeit
 - Beobachtung der Reihenfolge der „Kabelaktivitäten“ in Abhängigkeit vom Befehlsdurchlauf



Neustart:
1_ping.flr



Netzzugangsschicht

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelements Switch beschreiben



Schlussfolgerungen

- 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



Netzzugangsschicht

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelements Switch beschreiben



Schlussfolgerungen aus der Analyse der Tabelle

- Erwartungsbild: Internetadresse und Port
- Realisierung: MAC und Port → Analyseanlass
- Address Resolution Protocol – ARP

```
/> 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

das Adressierungsprinzip mithilfe der MAC-Adresse beschreiben



Media Access Control = MAC-Adresse = physische Adresse

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



keine händischen Umrechnungen: Dez – Bin – Hex



Netzzugangsschicht

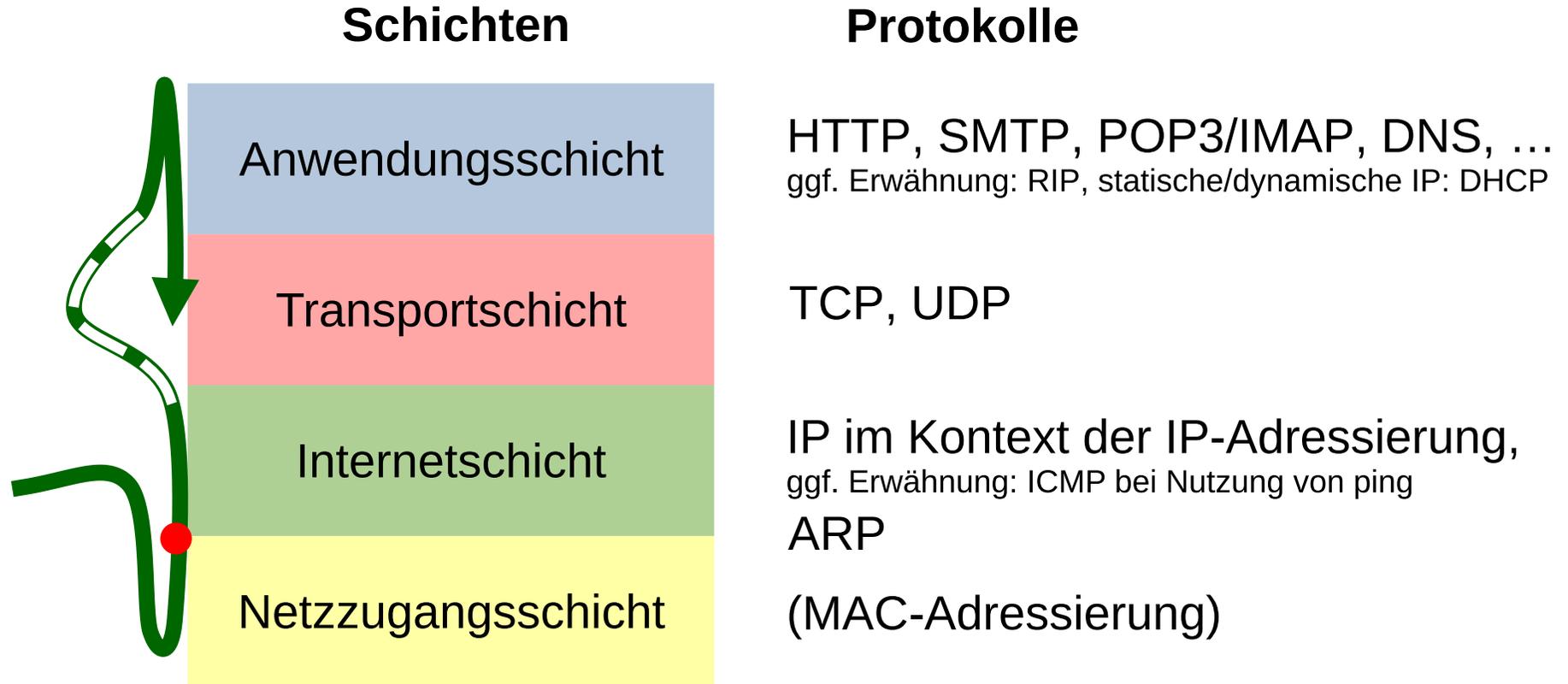


Querverweise/Vertiefungen

- Historische Aspekte der Vernetzung, z. B. Seekabel, Bandbreiten, Telefon mit Klappenschrank, ...
- Prüfziffern/Prüfverfahren bei Bitübertragungen
- ...



Schichtenmodell





Übergang zur Internetschicht

Aufgabe des Protokolls ARP beschreiben



Schlussfolgerung aus der Analyse – ARP-Protokoll



1_ping.flx

Datenaustausch

192.17.9.65 X

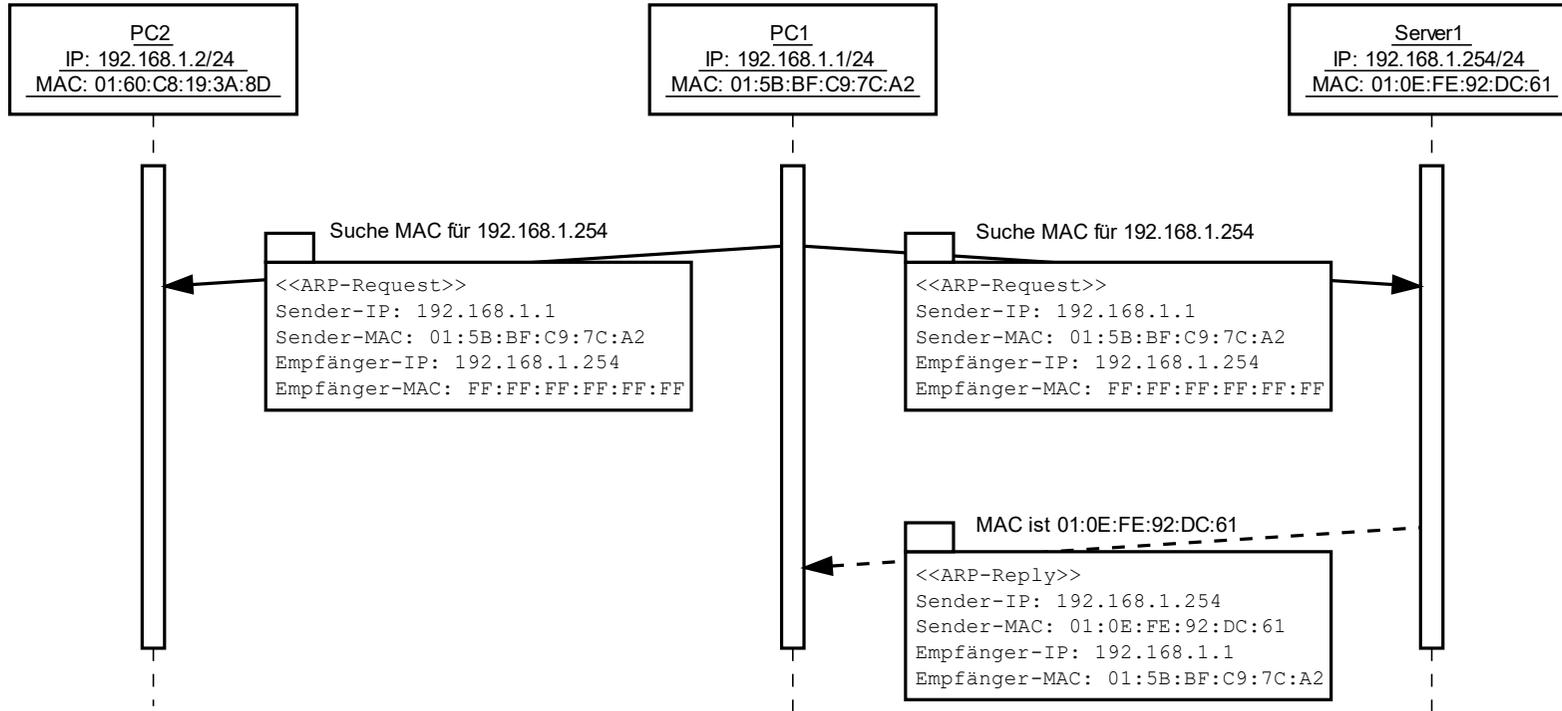
Nr.	Zeit	Quelle	Ziel	Protokoll	Schicht	Bemerkungen / Details
1	12:12:21.023	192.17.9.65	192.195.0.7	ARP	Vermittlung	Suche nach MAC für 192.195.0.7 [op=REQUEST, sender...
2	12:12:21.255	192.195.0.7	192.17.9.65	ARP	Vermittlung	MAC ist 6F:B5:36:C4:47:C0 [op=REPLY, sender=6F:B5:...
3	12:12:21.256	192.17.9.65	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]



Sequenzdiagramm



Sequenzdiagramme nicht unnötig verkomplizieren (nicht streng UML-konform).



Internetschicht

das Adressierungsprinzip mithilfe der
klassenlosen IPv4-Adressierung erläutern



- Warum gibt es zwei Adressen: MAC und Internetadresse?
- Warum kann man nicht die MAC-Adresse zur globalen Kommunikation nutzen?



Internetschicht

das Adressierungsprinzip mithilfe der klassenlosen IPv4-Adressierung erläutern



- Übung in Simulation – Netzkonfiguration, Befehl ping
- Untersuchung der Erreichbarkeit der Geräte untereinander

```

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
=====
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

/>

```



2_ip.flr



Internetschicht

das Adressierungsprinzip mithilfe der klassenlosen IPv4-Adressierung erläutern



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



Internetschicht

das Adressierungsprinzip mithilfe der
klassenlosen IPv4-Adressierung erläutern



– Analyse der Internetadressenangaben

IP-Adresse/Netzmaske	letztes Byte der IP-Adresse mit Maskierungskennzeichnung
192.178.178.61/25	00111101
192.178.178.62/26	00111110
192.178.178.119/26	01110111
192.178.178.121/26	01111001
192.178.178.129/26	10000001
192.178.178.130/26	10000010



Internetschicht

das Adressierungsprinzip mithilfe der
klassenlosen IPv4-Adressierung erläutern



IPv4-Adressierung

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



Internetschicht

das Adressierungsprinzip mithilfe der klassenlosen IPv4-Adressierung erläutern



IPv4-Adressierung und 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



Internetschicht

das Adressierungsprinzip mithilfe der
klassenlosen IPv4-Adressierung erläutern



Besondere Adressen

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

Übungen

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



Internetschicht

Prinzip der statischen und dynamischen Zuweisung von IP-Adressen beschreiben



Vor- und Nachteile statischer/dynamischer Adresszuweisung (ggf. später im Kontext von DHCP als Vertiefung möglich)

DHCP-Server einrichten

Grundeinstellungen | **Statische Adresszuweisung**

Adress-Untergrenze: 192.168.1.1

Adress-Obergrenze: 192.168.1.20

Netzmaske: 255.255.255.0

Gateway: 0.0.0.0

DNS-Server: 0.0.0.0

Manuelle Einstellungen

DHCP aktivieren



Nr.	Zeit	Quelle	Ziel	Protokoll	Schicht	Bemerkungen / Details
1	16:04:54.679	0.0.0.0:68	255.255.255.255:67	DHCP	Anwendung	DHCPDISCOVER yiaddr=0.0.0.0 chaddr=7C:BB:D1:61:84:8F
2	16:04:54.904	192.168.1.250:67	255.255.255.255:68	DHCP	Anwendung	DHCPOFFER yiaddr=192.168.1.1 chaddr=7C:BB:D1:61:84:8F router=0.0.0.0 subnetmask=255.255.255.0 dnsserver=0.0.0.0 serverident=192.168.1.250
3	16:04:54.908	0.0.0.0	192.168.1.1	ARP	Vermittlung	Suche nach MAC für 192.168.1.1 [op=REQUEST, sender=7C:BB:D1:61:84:8F 0.0.0.0, target=FF:FF:FF:FF:FF:FF 192.168.1.1]
4	16:04:56.286	0.0.0.0	192.168.1.1	ARP	Vermittlung	Suche nach MAC für 192.168.1.1 [op=REQUEST, sender=7C:BB:D1:61:84:8F 0.0.0.0, target=FF:FF:FF:FF:FF:FF 192.168.1.1]
5	16:04:57.664	0.0.0.0:68	255.255.255.255:67	DHCP	Anwendung	DHCPREQUEST yiaddr=0.0.0.0 chaddr=7C:BB:D1:61:84:8F requested=192.168.1.1 serverident=192.168.1.250
6	16:04:57.888	192.168.1.250:67	255.255.255.255:68	DHCP	Anwendung	DHCPACK yiaddr=192.168.1.1 chaddr=7C:BB:D1:61:84:8F serverident=192.168.1.250



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



Internetschicht

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelelements Router beschreiben

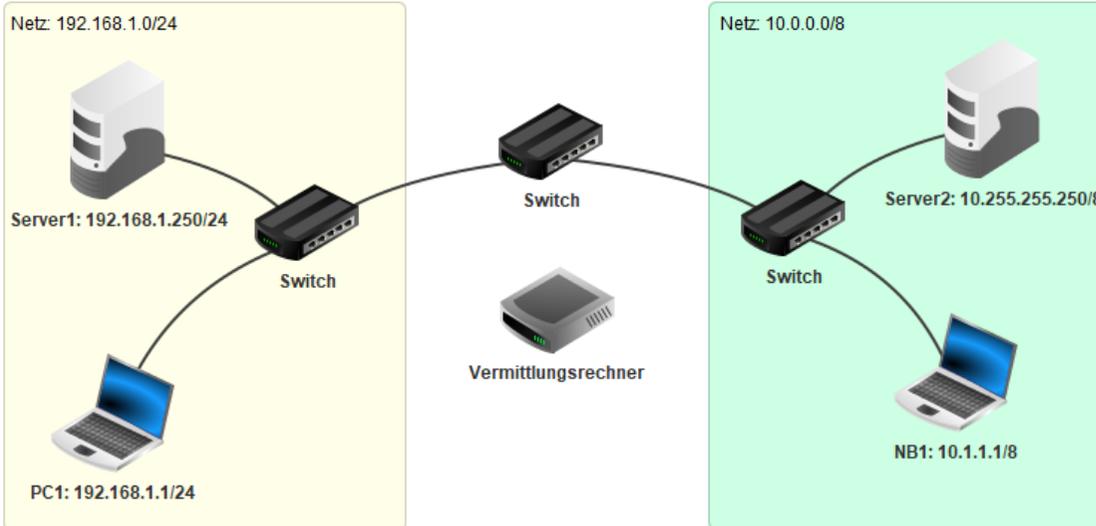


IP-Adressierung ermöglicht Strukturierung in Netze. Pakete in andere Netze werden gar nicht erst auf den Weg gebracht.

Wie gelingt die Kommunikation mit einem Teilnehmer aus einem anderen Netz?



3_routing1.flr



```

/> ping 192.168.1.1
PING 192.168.1.1 (192.168.1.1)
From 192.168.1.1 (192.168.1.1): icmp_seq=1 ttl=64 time=475ms
From 192.168.1.1 (192.168.1.1): icmp_seq=2 ttl=64 time=224ms
From 192.168.1.1 (192.168.1.1): icmp_seq=3 ttl=64 time=225ms
From 192.168.1.1 (192.168.1.1): icmp_seq=4 ttl=64 time=226ms
--- 192.168.1.1 Paketstatistik ---
4 Paket(e) gesendet, 4 Paket(e) empfangen, 0% Paketverlust

/> ping 10.255.255.250
Zieladresse nicht erreichbar
  
```



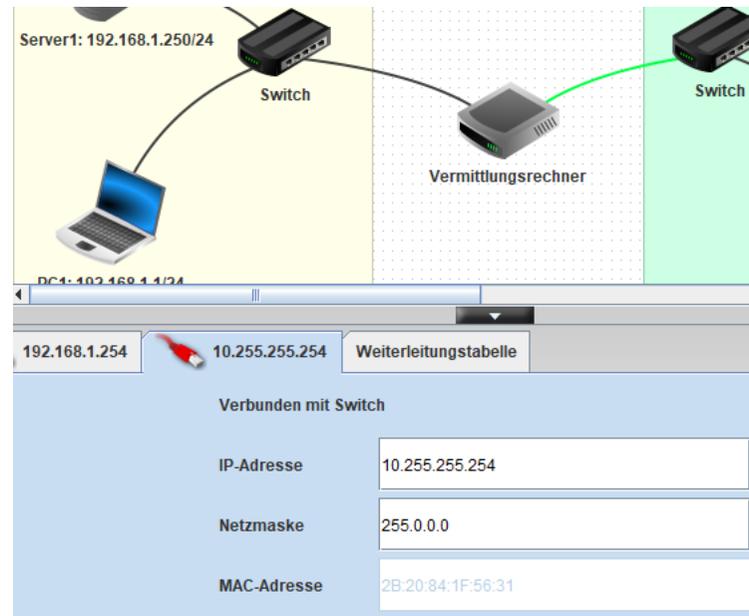
Internetschicht

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelelements Router beschreiben



Teillösung 1:

- Vermittlungsrechner (Router) zum Verbund der Netze
- IP-Adressierung der Router-Netzarten passend zum Netz



3_routing1.flr



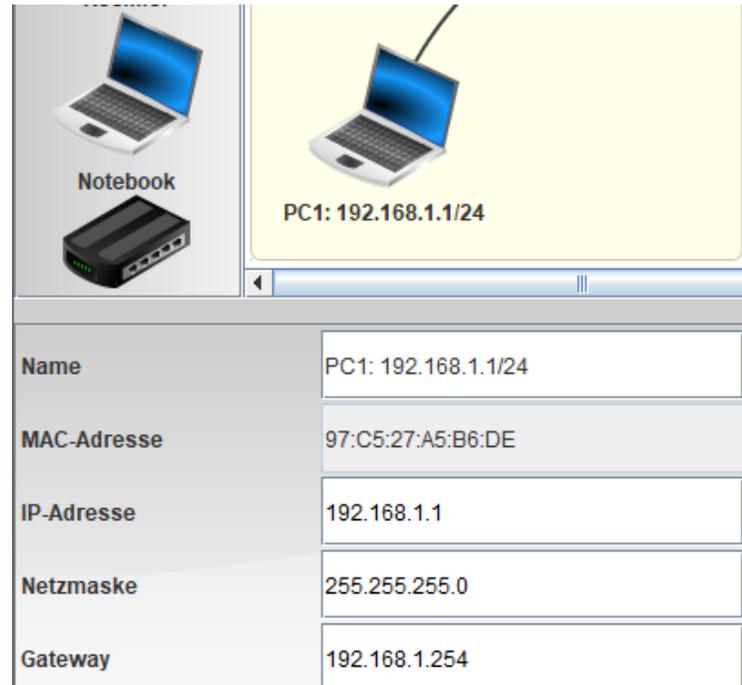
Internetschicht

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelementes Router beschreiben



Teillösung 2:

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



The screenshot shows a network configuration window for a device named 'PC1'. On the left, there are icons for a 'Notebook' and a 'Router'. The main area shows a laptop icon with the text 'PC1: 192.168.1.1/24'. Below this is a table with configuration details:

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



3_routing1.flr



Internetschicht

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelements Router beschreiben



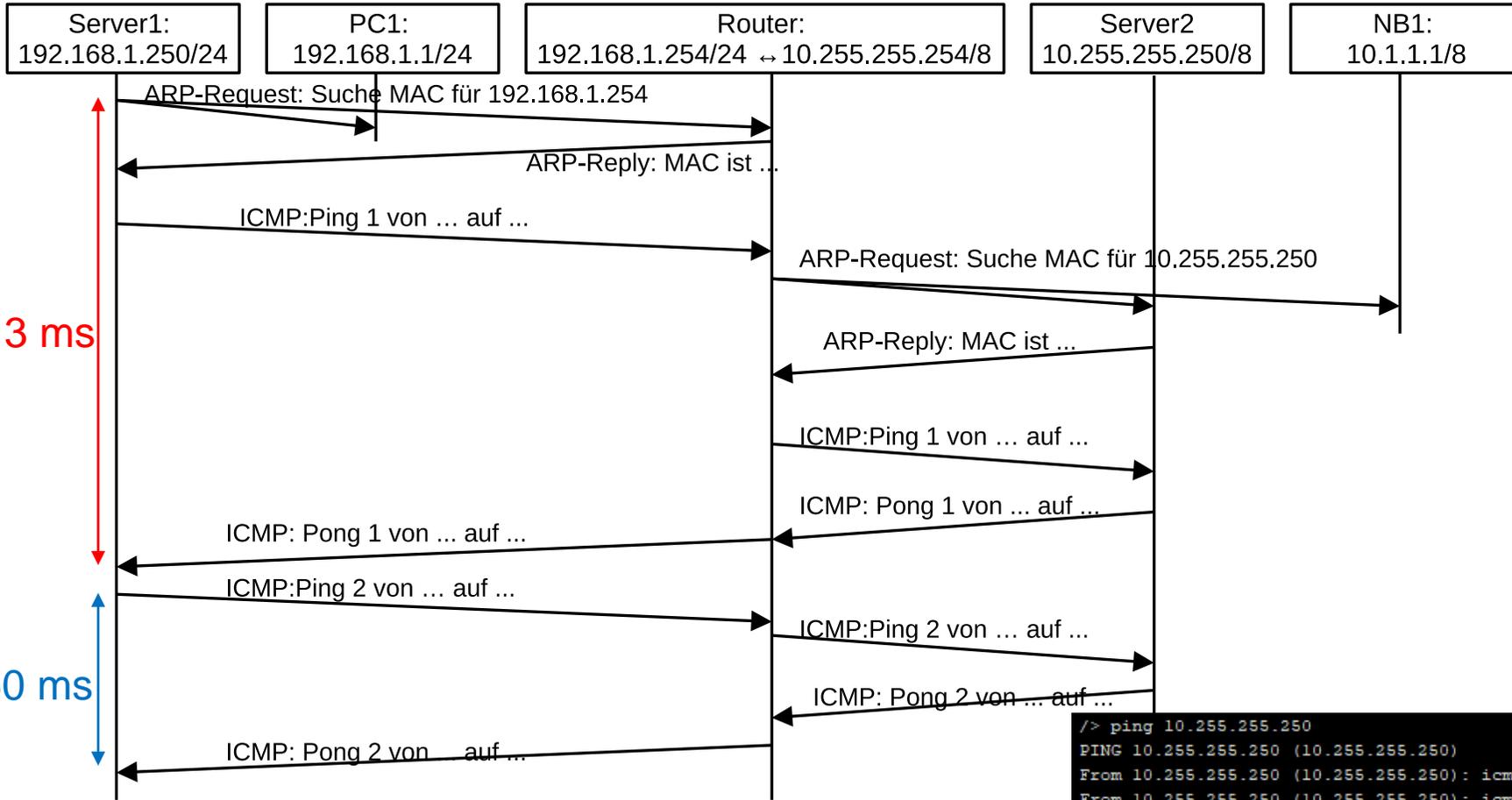
- Erklärung des starken Zeitunterschiedes zwischen dem ersten und zweiten Ping

```
/> 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
```



Internetschicht

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 (z. B. Fritzbox) = Modem + Router + Switch + Repeater + Medienkonverter + Accesspoint + NAS + DNS-/DHCP-Server + ...





Internetschicht

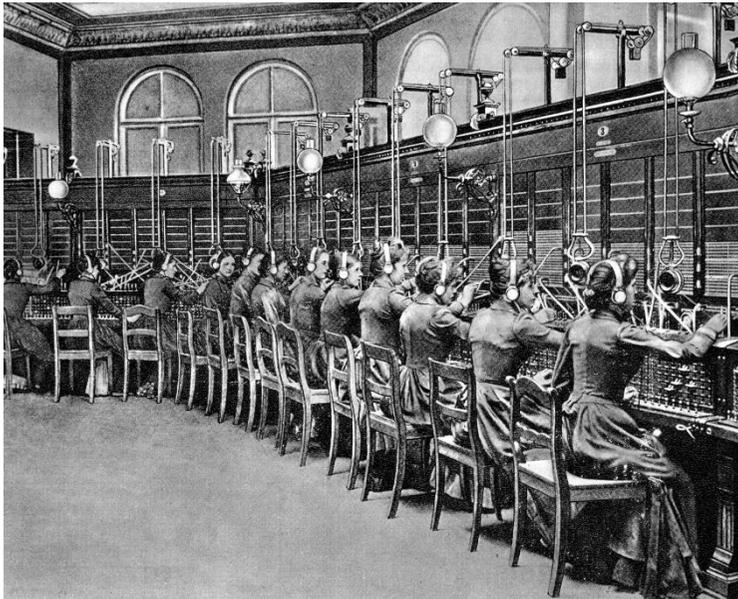
die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelelements Router beschreiben



Netze verbinden

Daten weiterleiten

- Vermittlungsrechner



- statisch via Tabelle

Ziel	Netzmaske	Nächstes Gateway	Über Schnittstelle
10.2.2.254	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
10.2.2.0	255.255.255.0	10.2.2.254	10.2.2.254
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

- dynamisch via Routing Information Protocol – RIP

Allgemein 192.168.1.254 10.2.2.254 Weiterleitungstabelle

Name: Vermittlungsrechner

Gateway:

Automatisches Routing

Vermittlungsrechner - 192.168.1.254 X

Nr.	Zeit	Quelle	Ziel	Protokoll
1	09:27:02.991	192.168.1.254:521	255.255.255.255:520	SMTP
2	09:27:36.714	192.168.1.254:521	255.255.255.255:520	SMTP

Fehler in Filius Version ≤ 1.13.2

GK: exemplarisch; LK: Tabelle, kein RIP



Internetschicht

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelelements Router beschreiben

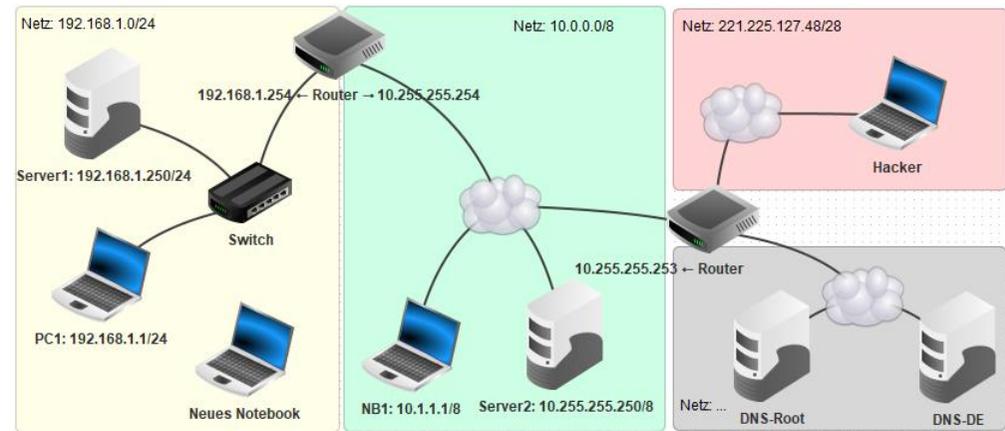
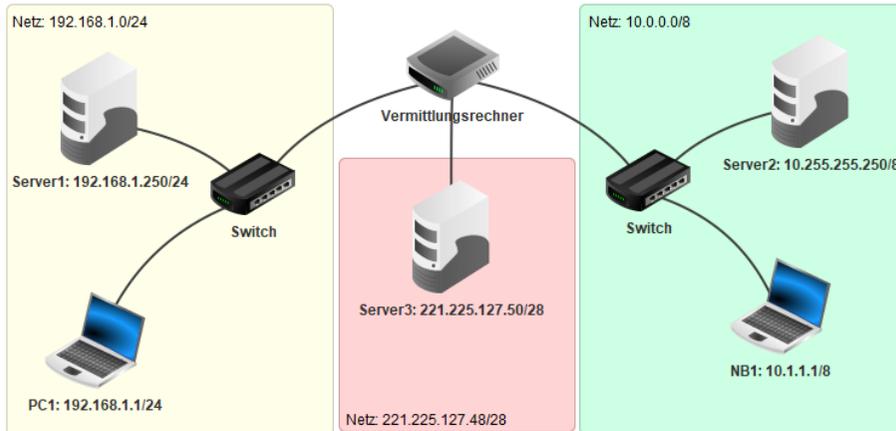


GK

LK

mehrere Netze – ein Router

mehrere Netze – mehrere Router

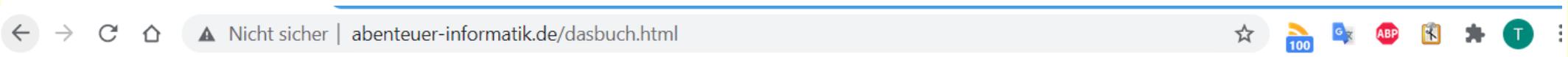


dynamisches Routing oder Tabellenanpassung notwendig



Internetschicht

die Aufgabe und die Funktionsweise des Netzkoppelelements Router beschreiben



NEU: Etliche Kapitel seit November 2020 Open Access

Die Kapitel 1, 2, 3, 8, **9**, 11, 12, 14 und 15 sind seit November 2020 unter der Lizenz CC-BY-NC-ND 4.0 für alle kostenlos zugänglich. Sie dürfen diesen Auszug als PDF herunterladen, ausdrucken und sogar weitergeben, solange Sie keine kommerziellen Ziele damit verfolgen und keine Veränderungen vornehmen.

Sie können hier mehrere Versionen laden:

Die **Leseversion** ist zum Anschauen und Lesen auf dem Bildschirm am besten geeignet. Die Empfehlung ist, das Programm auf Anzeige/Seitenansicht/Zweiseitenansicht zu stellen, da so die Ränder korrekt dargestellt werden.

Die **Druckversion A4** ist zum Ausdrucken auf entsprechenden Druckern vorgesehen. Wenn Sie duplex (zweiseitig) drucken, sollten Sie "lange Seite" einstellen und können das Papier dann an einer Seite binden.

Die **Druckversion A3** ist zum Ausdrucken auf A3-Format vorgesehen und so "ausgeschossen", dass die Seitenzuordnung genau stimmt, wenn Sie die Blätter in der Mitte heften und falten. Dafür müssen Sie unbedingt duplex (zweiseitig) drucken und "kurze Seite" einstellen (!!!) Selbstverständlich können Sie die Version auch auf A4 drucken, um insgesamt ein A5-Heft zu erzeugen, das man aber nur noch mit sehr guten Augen lesen kann...

Alle Versionen sind der Konsistenz halber im Originalformat des Buches.

<https://t1p.de/5cth>



Internetschicht

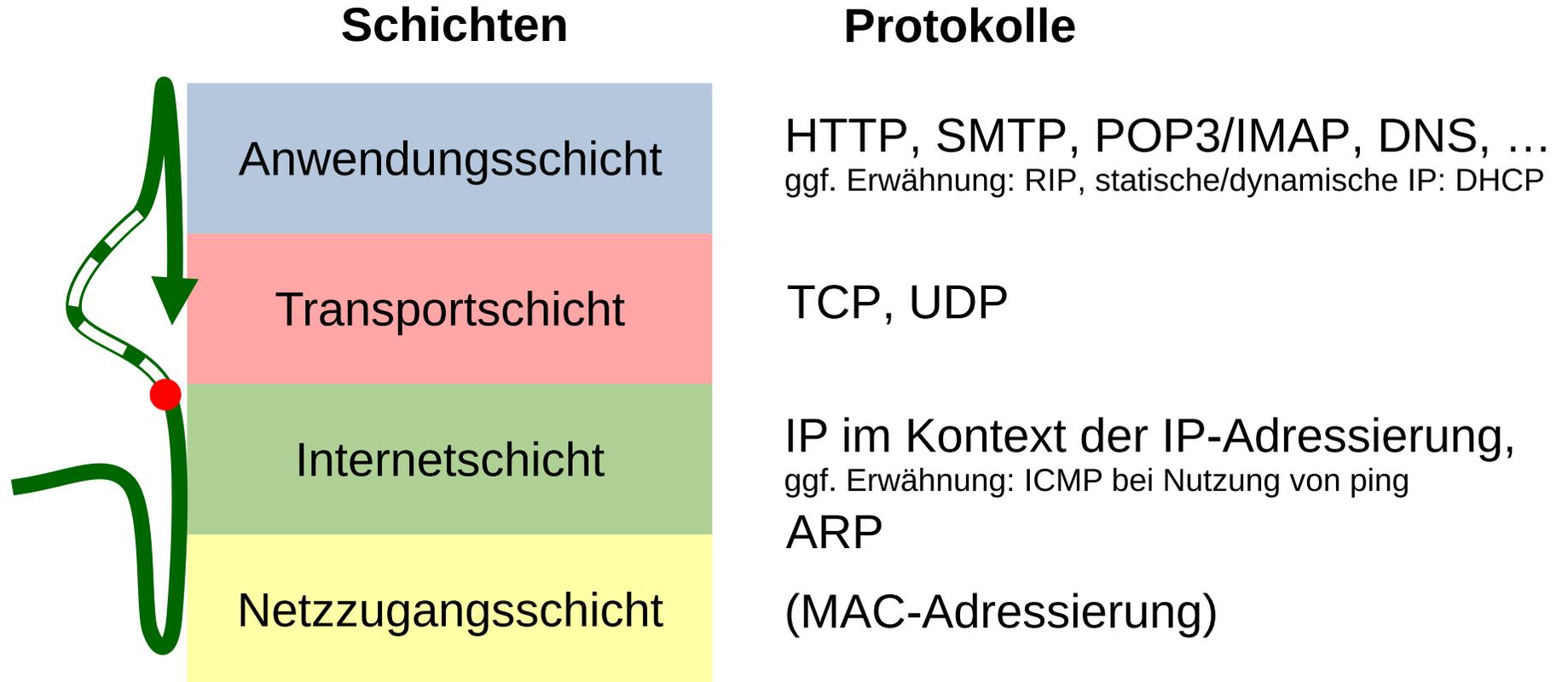


Querverweise/Vertiefungen

- Historische Aspekte, z. B. Vermittlungsarten, ...
- RP-Bezüge:
 - Rechner: Logik-Gatter
 - DB: logische Operatoren in SQL
 - SE: Berechnungen rund um IP-Adressierung, Grenzen von Datentypen (Java: integer bis $2^{31} - 1$, byte bis 127)
 - TI: Automaten zur Analyse von Bitfolgen
 - ...



Schichtenmodell





Transportschicht

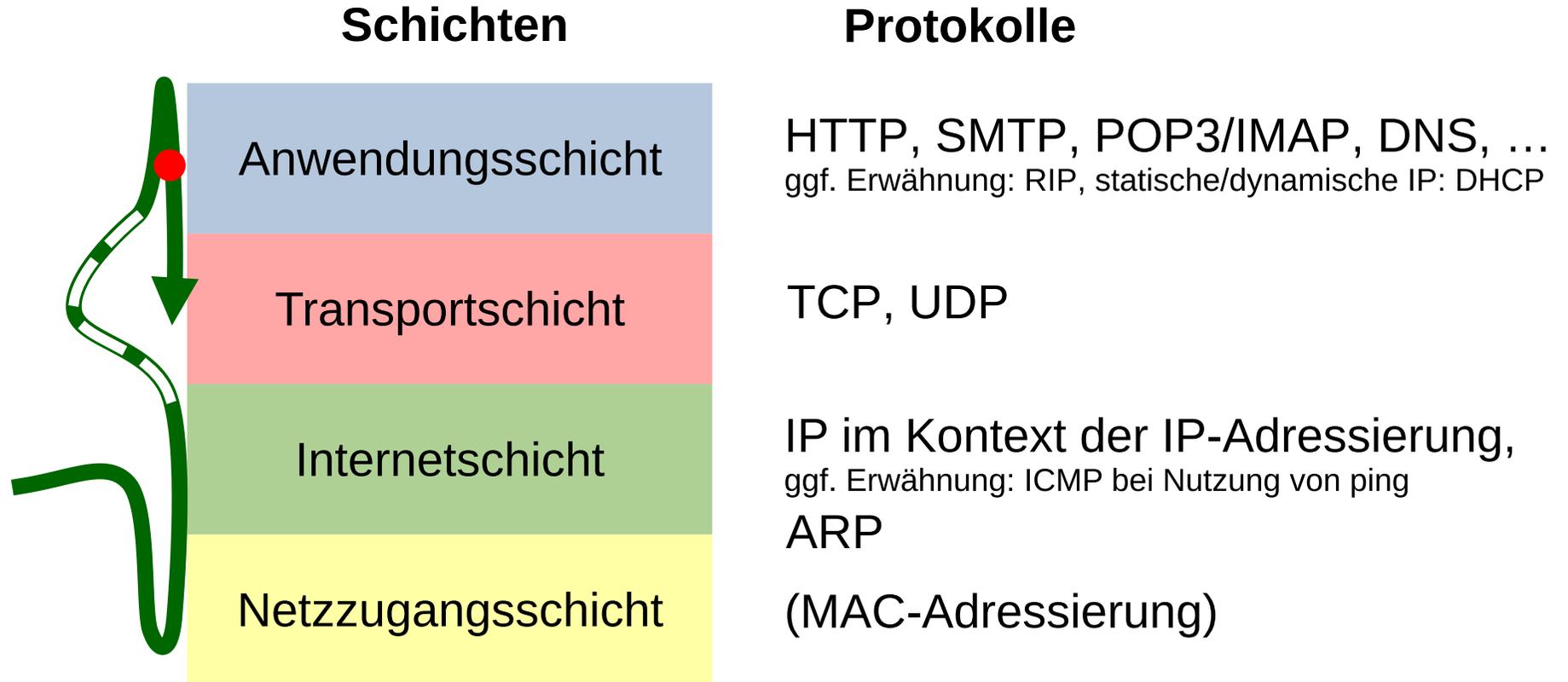


Aus didaktischen Gründen erst nach der Anwendungsschicht.





Schichtenmodell





Anwendungsschicht

Client-Server-Prinzip mithilfe von Protokollen erklären

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

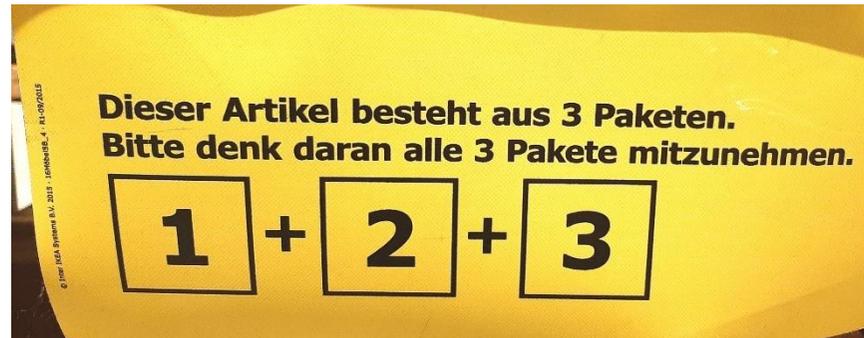


Untersuchung vorgefertigter Szenarien: lokales Web

- per IP-Adresse ohne Bildübertragung:
Hypertext Transfer Protocol HTTP (GET, ...)
- per IP-Adresse mit Bildübertragung:
Hinweis auf „Zwischenschicht“ (Bildzerlegung in Teilpakete)



4_anwendung_mail.flv





Anwendungsschicht

Client-Server-Prinzip mithilfe von Protokollen erklären

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



Untersuchung vorgefertigter Szenarien: E-Mail



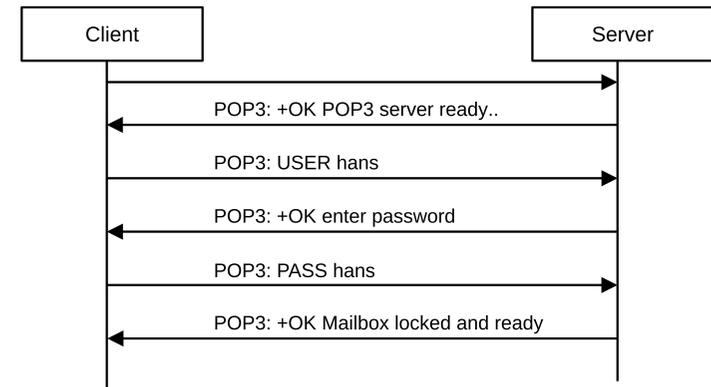
4_anwendung_mail.flr

- Abrufen – POP3, Senden – SMTP

Post Office Protocol, Simple Mail Transfer Protocol

- Hinweis auf „Zwischenschicht“ zur „Nachrichtenkapselung“ insbesondere bei mehreren Anfragen

```
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
```





Anwendungsschicht

die prinzipielle Funktionsweise des Dienstes DNS erläutern

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



Untersuchung vorgefertigter Szenarien – Befehl host



- DNS (A) über Web-Dienst mit echter Domain: [4_anwendung_mail.flis](#)
Domain Name System DNS und weiterer Hinweis auf „Zwischenschicht“
- LK: DNS-Hierarchie (NS) mit Root- und TLD-Server [4_anwendung_dns.flis](#)
(Fehler in Filius bei verknüpften DNS-Strukturen)
- ggf. DNS (MX) über E-Mail mit Domain-Angabe für Mail-Server





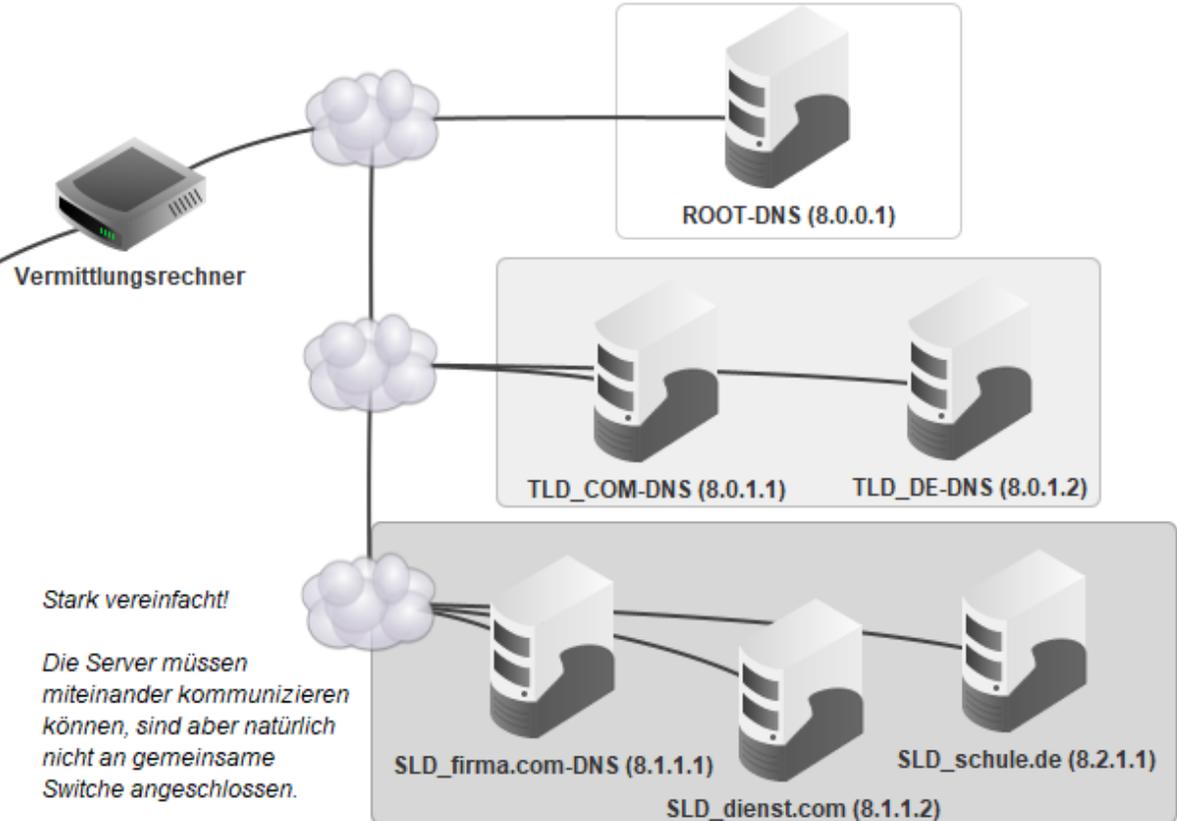
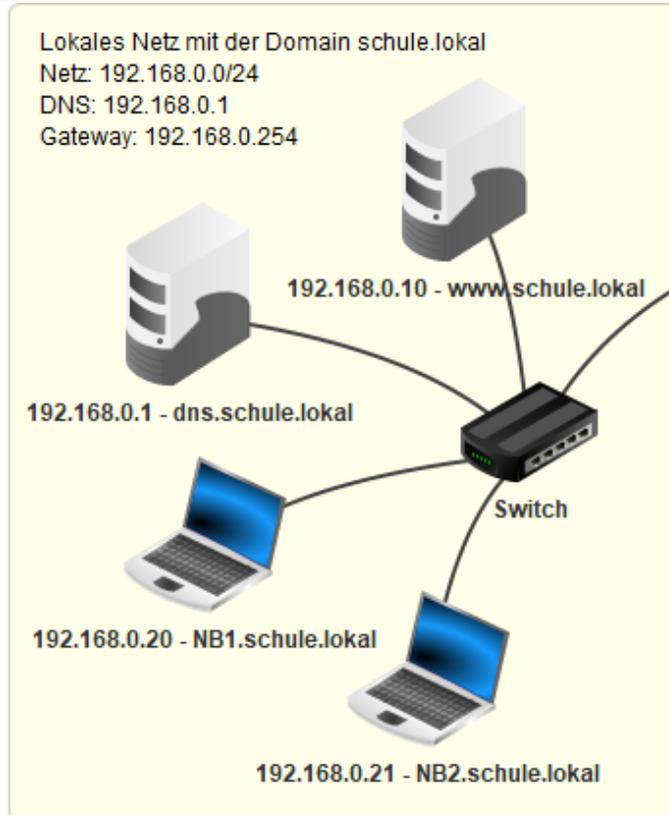
Anwendungsschicht

die prinzipielle Funktionsweise des Dienstes DNS erläutern



Grundkurs (nur linke Seite)

Leistungskurs (alles)





Anwendungsschicht

die prinzipielle Funktionsweise des Dienstes DNS erläutern



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

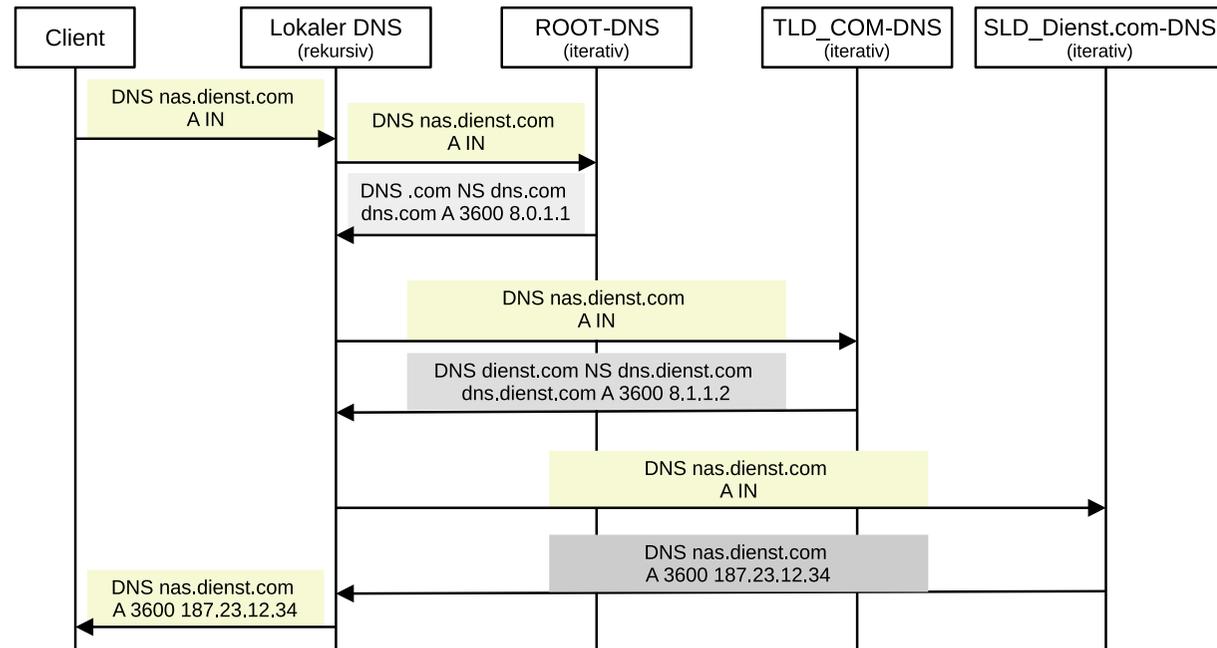
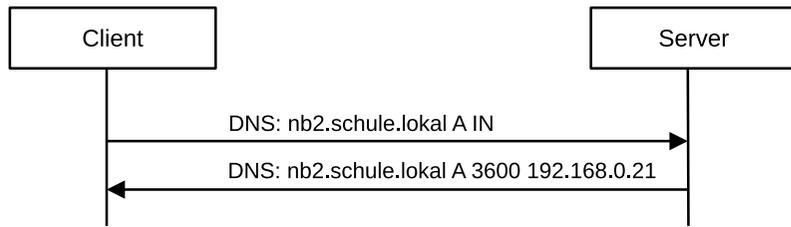


Grundkurs

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



Anwendungsschicht

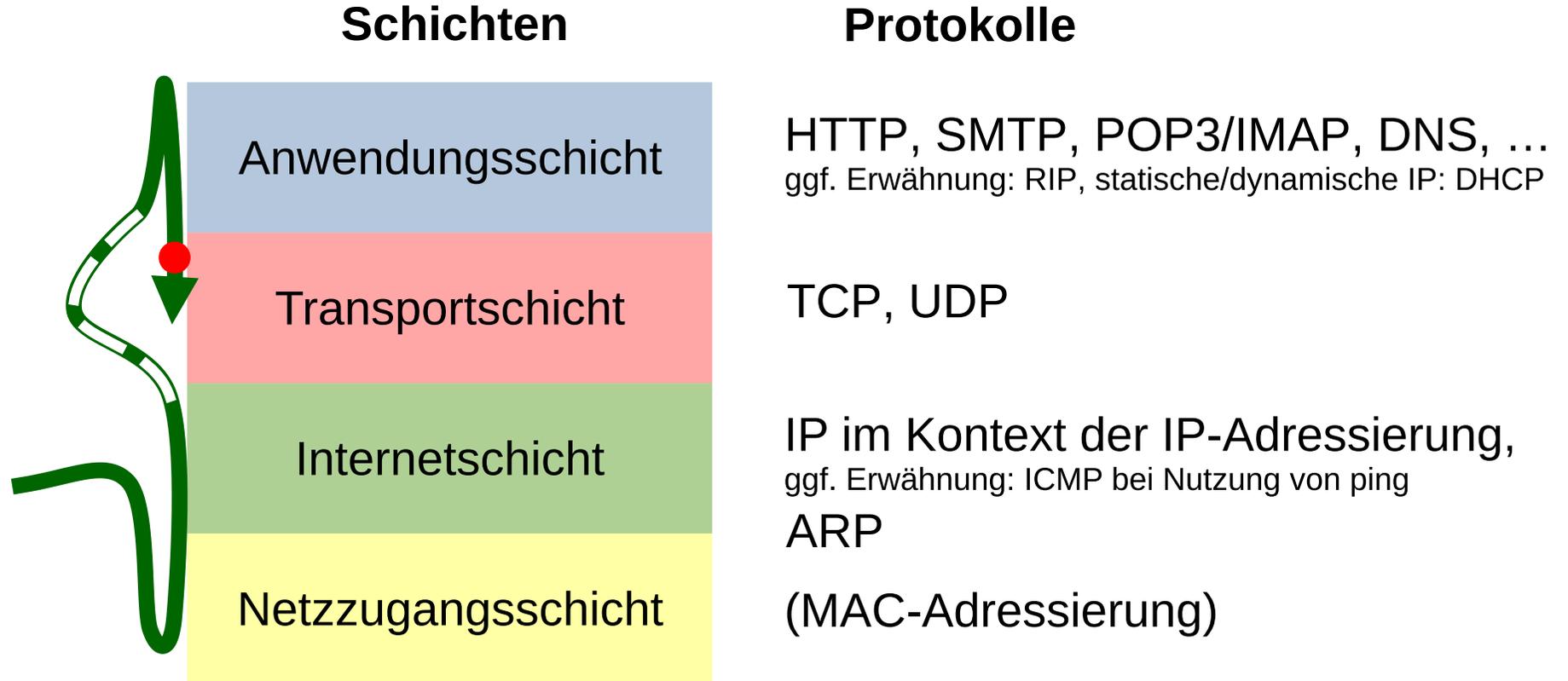


Querverweise/Vertiefungen

- Historische Aspekte, Protokollentwicklung, ...
- RP-Bezüge
 - Sichere Kommunikation: Verschlüsselung
 - IMG: Einsatz/Manipulation von Informatiksystemen (DNS)



Schichtenmodell





Transportschicht

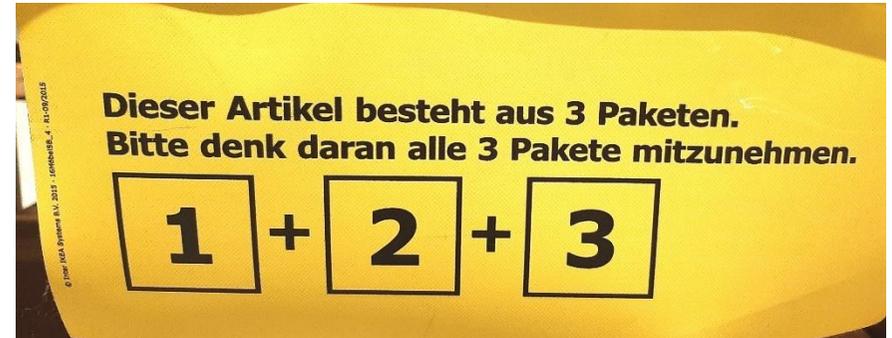
Prinzip der Zerlegung von Daten in Pakete beschreiben
Protokolle UDP und TCP anhand der Merkmale Verbindung und Zuverlässigkeit gleichen



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



- Bildzerlegung in Teilpakete
- „Nachrichtenkapselung“





Transportschicht

Prinzip der Zerlegung von Daten in Pakete beschreiben
 Protokolle UDP und TCP anhand der Merkmale Verbindung und Zuverlässigkeit gleichen



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	Transport	SYN, SEQ: 51.000.000
8	17:16:20.982	192.168.0.10:80	192.168.0.20:58914	TCP	Transport	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	Transport	SEQ: 51.000.001, ACK: 50.000.001
10	17:16:21.039	192.168.0.20:58914	192.168.0.10:80	HTTP	Anwendung	GET / HTTP/1.1 Host: www.schule.lokal
11	17:16:21.265	192.168.0.10:80	192.168.0.20:58914	TCP	Transport	SEQ: 50.000.001, ACK: 51.000.039
12	17:16:21.321	192.168.0.10:80	192.168.0.20:58914	HTTP	Anwendung	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	Transport	SEQ: 51.000.039, ACK: 50.000.494
14	17:16:21.377	192.168.0.20:58914	192.168.0.10:80	HTTP	Anwendung	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	Transport	SEQ: 50.000.494, ACK: 51.000.097
16	17:16:21.658	192.168.0.10:80	192.168.0.20:58914	HTTP	Anwendung	HTTP/1.1 200 OK Content-type: image/png iVBORw0KGgoAAAANSU.

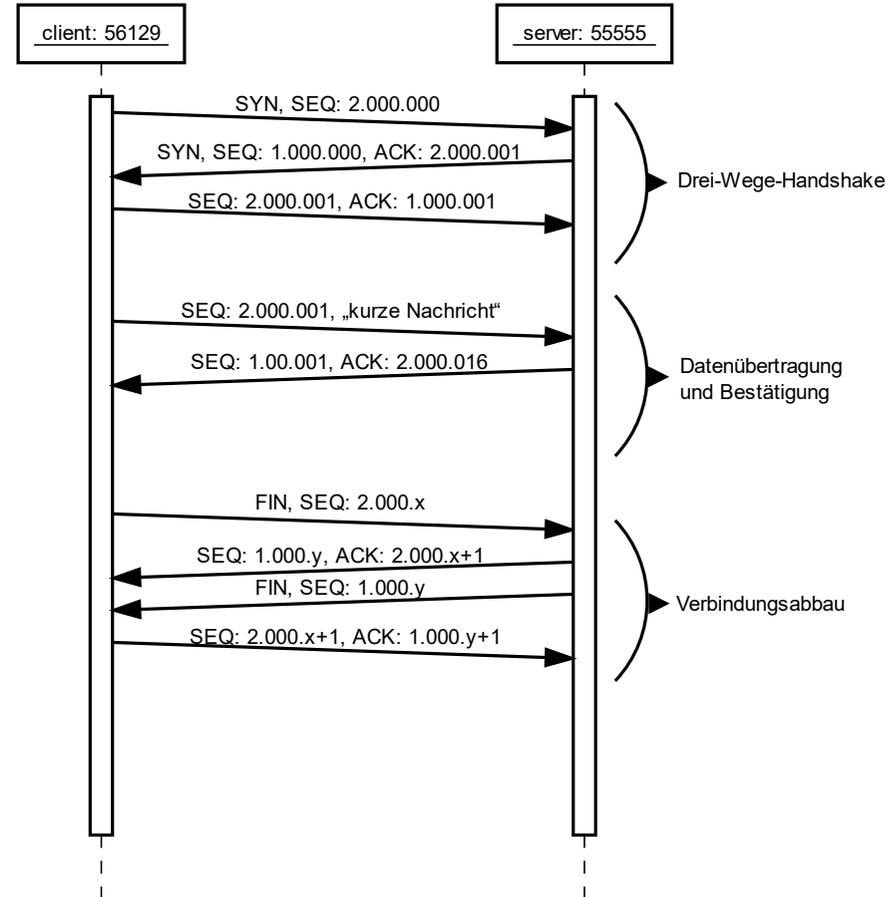


Transportschicht

Prinzip der Zerlegung von Daten in Pakete beschreiben
Protokolle UDP und TCP anhand der Merkmale Verbindung und Zuverlässigkeit gleichen



- TCP-Handshake





Transportschicht

Prinzip der Zerlegung von Daten in Pakete beschreiben
 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

```



Transportschicht



Querverweise/Vertiefungen

- Historische Aspekte, Protokollentwicklung, ...
- Portnummern als Fortschreibung des Adressierungsprinzips
- Firewall, Portweiterleitung im heimischen Netz



Schichtenmodell: Systematisierung



Schichten



Protokolle

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

TCP, UDP

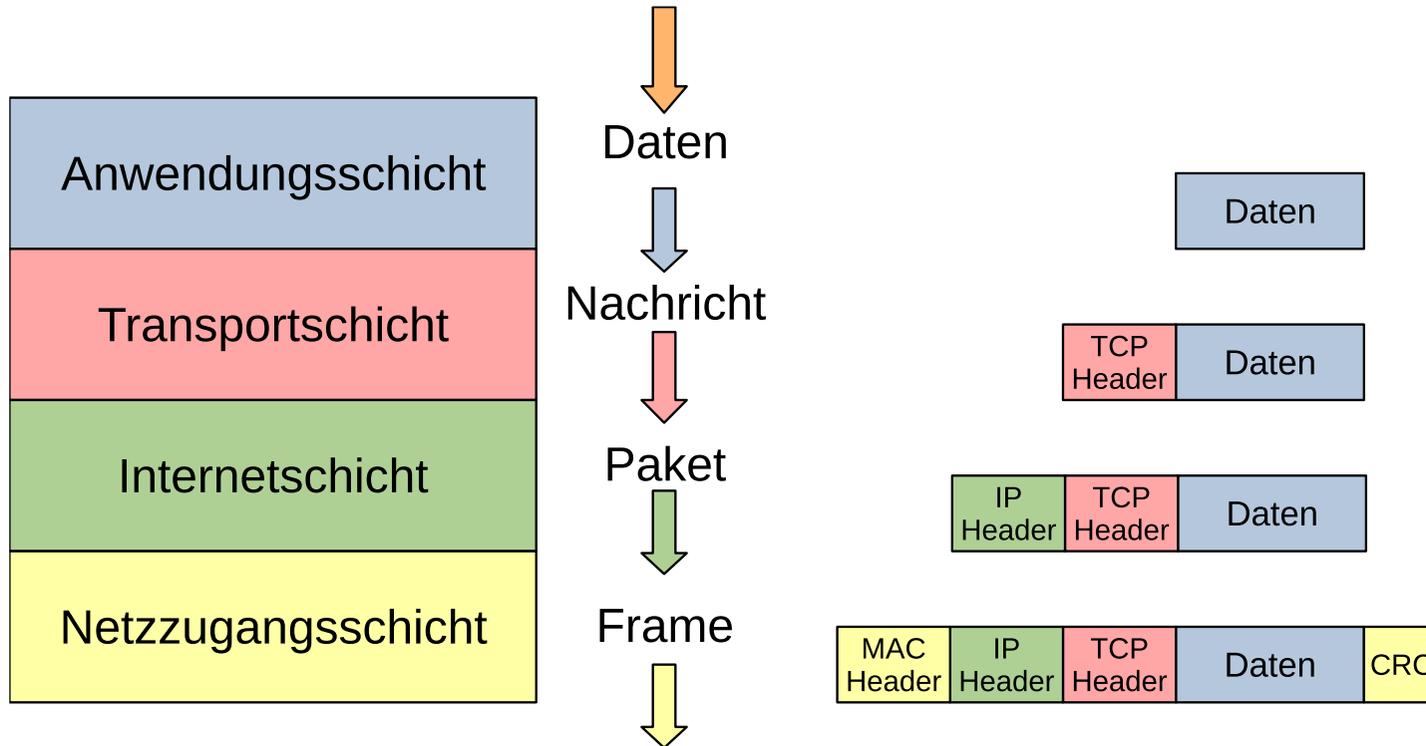
IP im Kontext der IP-Adressierung,
ggf. Erwähnung: ICMP bei Nutzung von ping

ARP

(MAC-Adressierung)



Schichtenmodell: Systematisierung

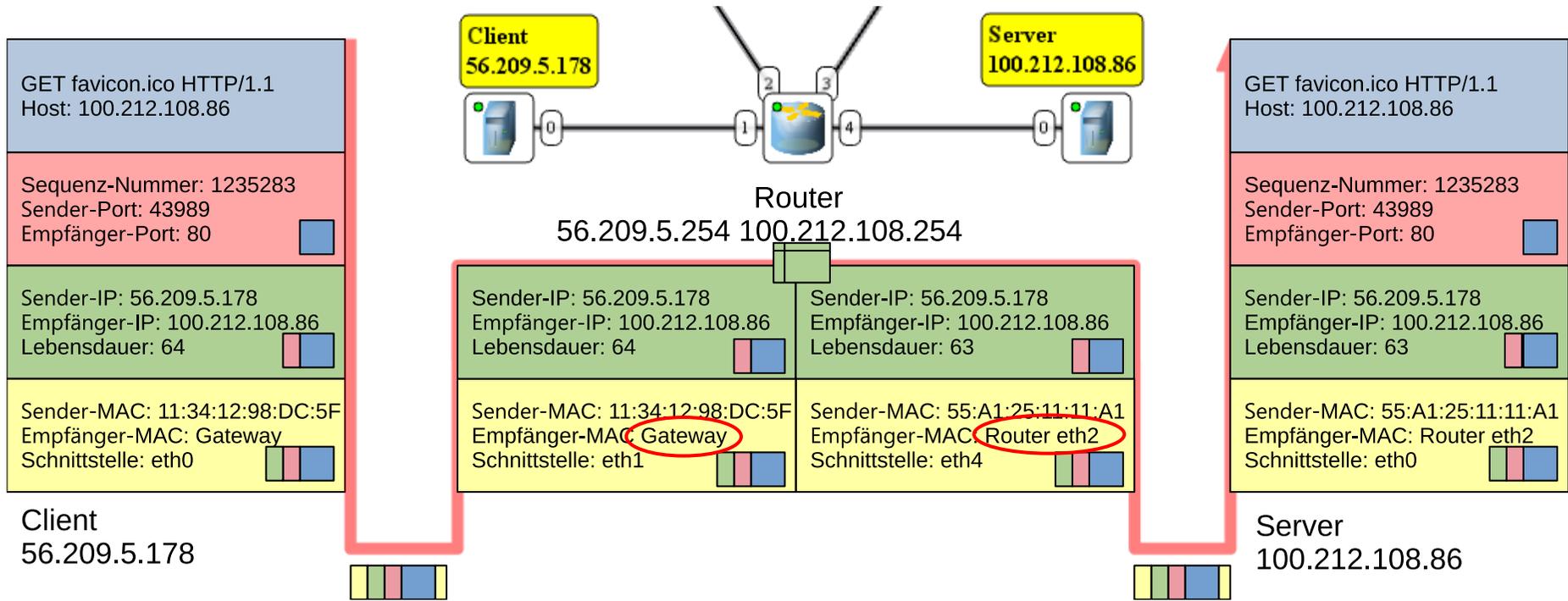




Schichtenmodell: Systematisierung



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

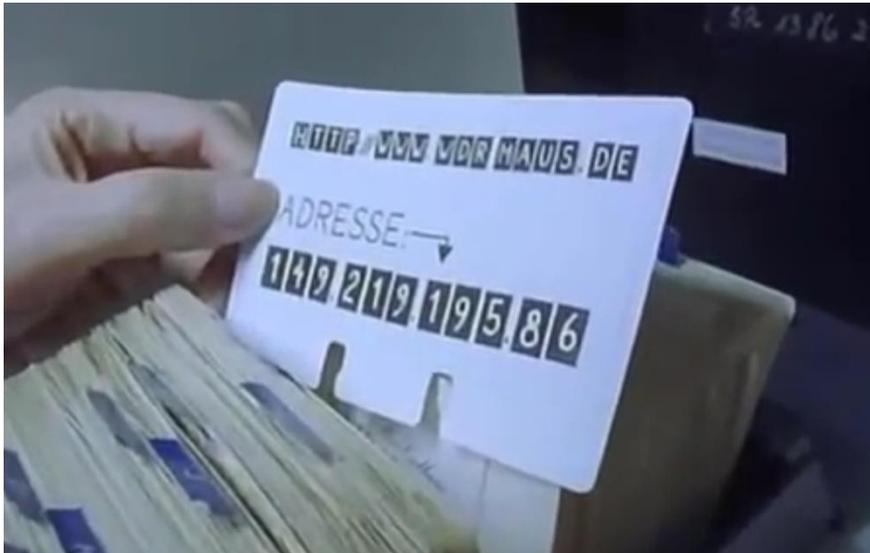




Systematisierung



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



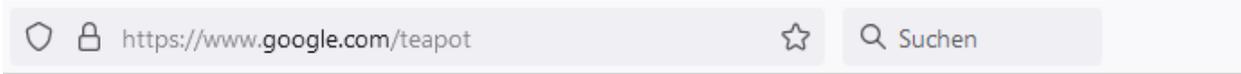
- Datenfluss durch das Schichtenmodell
- Analogien zu „alter“ Kommunikation und zu OSI
- Request for Comments: DNS, IP, ARP
- Querverweise/Vertiefungen auch mit Filius:
Firewall, DHCP, Ports, DNS-Hierarchie, Mail-System über mehrere Server, MX-Record bei DNS für Mail, virtuelle Webseiten, Peer-to-Peer-Netzwerk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



LK: Request for Comments



https://de.wikipedia.org/wiki/Hyper_Text_Coffee_Pot_Control_Protocol



Google

418. I'm a teapot.

The requested entity body is short and stout.
Tip me over and pour me out.





Rückblick: Ablauf



- (1) Vernetzung herstellen und bewerten
- (2) Pakete adressieren und zustellen
- (3) Netzdienste analysieren und absichern
- (4) Schichtenmodell zur Strukturierung verstehen



Fragen



- Welche Voraussetzungen werden benötigt?
- Was muss nicht (mehr) vermittelt werden?
- Wie tief sind die fachlichen Grundlagen zu vermitteln?
- **Wo gibt es Materialien/Bücher/Anregungen?**
- ...?



INFSCHULE

10. Startseite / Kommunikation in Rechnernetzen

Kommunikation in Rechnernetzen

Worum geht es?

Ein beträchtlicher Teil von Kommunikationsvorgängen wird heute mit computergestützten Kommunikationssystemen erledigt. Wenn wir E-Mails verschicken, mit dem Handy telefonieren oder uns Webseiten mit neuesten Informationen anschauen, werden Daten über Rechnernetze übermittelt. Wie so etwas möglich ist und mit welchen Schwierigkeiten das verbunden ist, soll in diesem Kapitel genauer untersucht werden.



Kommunikationssysteme

Um Grundbegriffe wie *Protokoll* oder *Codierung*, die für alle Kommunikationssysteme von Bedeutung sind, kennenzulernen, kannst Du Dich alternativ mit folgenden Abschnitten beschäftigen:

[Ein Kabel über den Atlantik](#)



[Optische Telegrafie](#)



<https://www.inf-schule.de/rechnernetze/>



Materialien



Kommunikation in vernetzten Systemen

Startseite > Kurse > Informatik in der Qualifikationsphase M-V > Kommunikation in vernetzten Systemen

Werkzeuge

Vernetzte Systeme

 Software Filius

 Software NetEmul

Sichere Kommunikation

 Software Cryptool

 Software Krypto

Lehrbücher

<https://schule.informatik.uni-rostock.de/course/view.php?id=21>



Fragen



- Welche Voraussetzungen werden benötigt?
- Was muss nicht (mehr) vermittelt werden?
- Wie tief sind die fachlichen Grundlagen zu vermitteln?
- Wo gibt es Materialien/Bücher/Anregungen?
- ...?