

## **Fortbildung Filius**

**Begründung – Lehrplan**

**Begriffe – Themen – Quellen**

**Einstiege**

**Vorstellung von Filius**

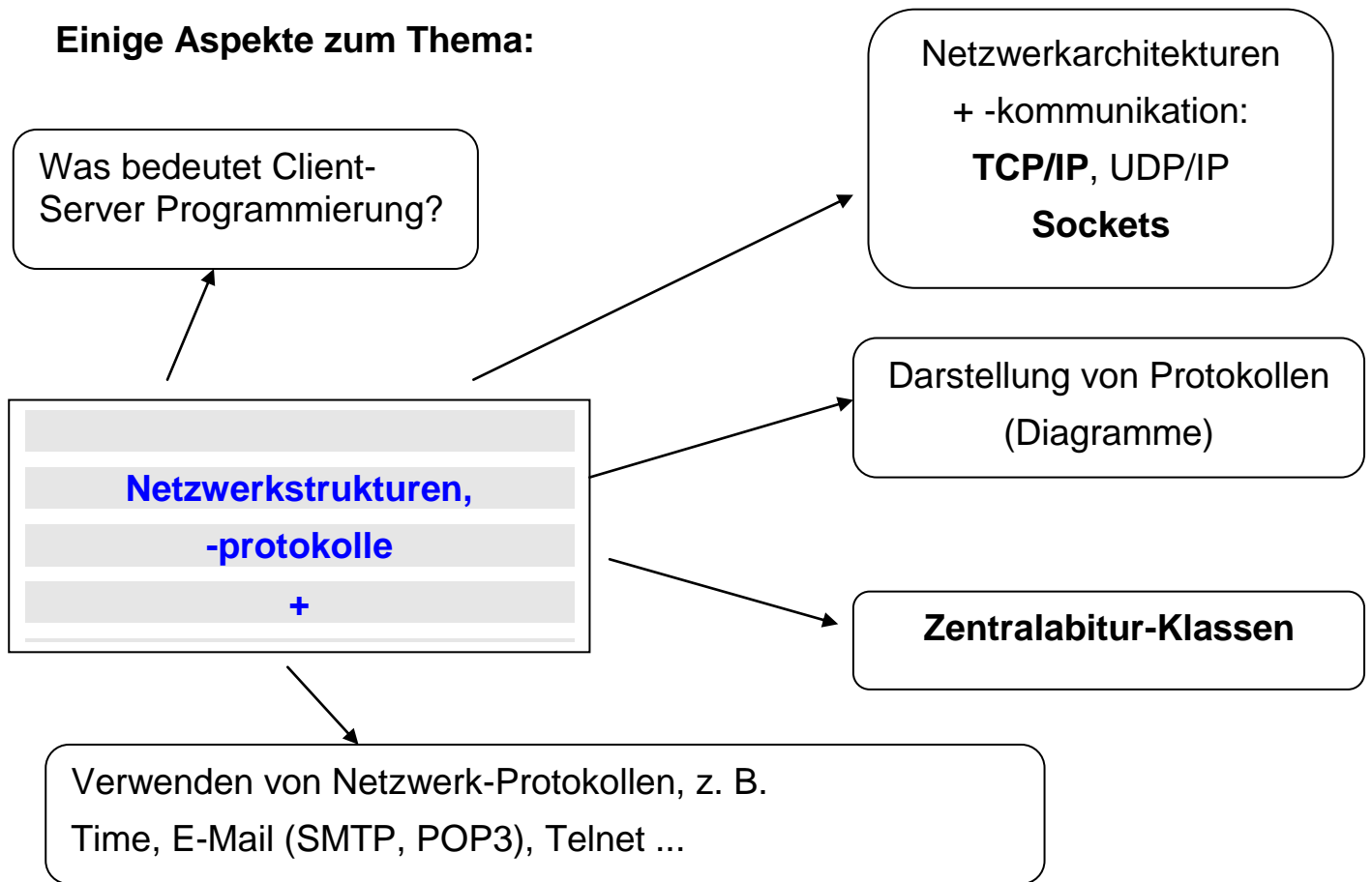
**Arbeiten mit Filius**

**mgl. Unterrichtssequenzen**

## 1) Netzwerke im Kernlehrplan Informatik

---

### Einige Aspekte zum Thema:



## Vorgaben im Kernlehrplan ab 2014/15

**Kompetenzerwartungen in der QF** (zu diesem Thema):

### GK Inhaltsfeld 4: Informatiksysteme (S. 29)

#### Inhaltliche Schwerpunkte

- Einzelrechner und Rechnernetzwerke
- Nutzung von Informatiksystemen
- Sicherheit

#### *Einzelrechner und Rechnernetzwerke*

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern die Ausführung eines einfachen maschinennahen Programms sowie die Datenspeicherung auf einer „Von-Neumann-Architektur“ (A),
- **beschreiben** und **erläutern** **Netzwerk-Topologien**, die **Client-Server-Struktur** und **Protokolle** sowie ein **Schichtenmodell** in Netzwerken (A).

### *Nutzung von Informatiksystemen*

- nutzen bereitgestellte Informatiksysteme und das Internet reflektiert zur Erschließung, Aufbereitung und Präsentation fachlicher Inhalte (D),
- nutzen das verfügbare Informatiksystem zur strukturierten Verwaltung von Dateien unter Berücksichtigung der Rechteverwaltung (K),
- **wenden eine didaktisch orientierte Entwicklungsumgebung** zur Demonstration, zum Entwurf, zur Implementierung und zum Test von Informatiksystemen **an** (I).

### *Sicherheit*

...

### **Im LK zusätzlich: (S. 35)**

- **analysieren** und **erläutern** **Protokolle zur Kommunikation** in einem Client-Server-Netzwerk (A),
- **entwickeln** und **erweitern** **Protokolle** zur Kommunikation in einem Client-Server-Netzwerk (M).

## Schwerpunktsetzungen GK

- **Keine Implementation** von Client-Server im **GK** notwendig
- Vermittlung von **Grundverständnis** und **Überblickswissen** steht im Vordergrund
- Anwendungskontexte => praktische Arbeit mit **Simulationsumgebungen** (z. B. Filius, NetEmul ...)

## Thematische Übersicht

(Quelle: Oliver Zimmermann)

- Internet: Geschichte, Entwicklung & Protokolle
- Netztopologien (Bus, Ring, Stern)
- Hostarchitekturen: Peer-To-Peer versus Client-Server
- Grundbegriffe:
  - Hardware: Router, Switch, Hub, „Multifunktionsgeräte“, Kabelarten, ...
  - Software: Gateway, Port, NAT, Dienst, ...
- Schichtenmodell: TCP/IP und/oder OSI
- Adressierung: MAC, IPv4/v6, Adressraum, ...
- evtl. Algorithmen: Client-Server, Routing, ...

## **Möglichkeiten der Sequenzierung im Unterricht**

### **Top-Down: Vom Internet zum Kabel**

- Internet
- Anwendungsprogramme
- Client-Server-Kommunikation
- Protokolle für
- Adressierung (von Rechnern und Teilnetzen)
- Hardware (im Rechner)
- Leitungen

### **Bottom-Up: Vom Kabel zum Internet**

#### **JoJo-Verfahren: Kombination beider Verfahren, z. B.**

- für verschiedene einfache [Anwendungskontexte](#) benötigte Hardware klären
- für gegebene Hardwarekomponenten Konfigurationen und Einsatzmöglichkeiten überlegen

## **Gute Quellen**

z. B.

**Daniel Garmann**

<http://projekte.gymnasium-odenthal.de/informatik/index.php>

**Martin Jacobs:**

[www.martinjacobs.de](http://www.martinjacobs.de)

**Tino Hempel:**

[www.tinohempel.de](http://www.tinohempel.de)



## Inhalt dieser Veranstaltung

### Das Lernumgebung Filius



**wird** verwendet, um

- in einzelne einzelne Bestandteile der thematischen Übersicht einzuführen und isoliert zu erarbeiten
- Basiswissen zu definieren
- Übungs- und Testmöglichkeiten zu bieten

**Gemäß dem JoJo-Prinzip führen die folgenden Kontexte zu einer immer umfassenderen Betrachtung von Netzwerken:**

- Kontext 1: Grundlagen**
- Kontext 2: Adressierung und Schichtenmodell**
- Kontext 3: Kommunikation über die Transport-Schicht**
- Kontext 4: Adressraumwechsel**
- Kontext 5: Routing**
- Exkurs: Routing-Protokolle und -algorithmen**

## (Evt.) Einstieg: Bestandteile eines Rechnernetzes





### Warriors of the net (German)

 **FrippeMaxs kanal**  
 **Abonnieren** 542

30.329

 Hinzufügen  Teilen  Mehr  80  3

Hochgeladen am 11.08.2010  
For more information check the warriors home page <http://www.warriorsofthe.net>

Kategorie	Bildung
Lizenz	Standard-YouTube-Lizenz

## **Einstiege:**

### **a) s.o. Warriors oft he net**

- Alle spezifischen Begriffe herausschreiben
- Diese mit eigenen Worten erläutern => Problemaufriss: Wie funktioniert das im Detail...?

### **b) It. Schöningh – Buch**

### **c) Schulnetz analysieren**

### **d) Rechnernetz-Szenarien erstellen lassen (Gruppenarbeit):**

- Firmen – Intranet
- LAN – Party
- zu Hause

...

## Kontext 1: Grundlagen der Rechnerkommunikation

### Einführung / Leitfrage / Projekt

Verbinde 2 Rechner, nehme die notwendigen Einstellungen vor und prüfe die Verbindung.

### Filius:

#### Aufgabe 1: 2 Rechner zu einem Rechnernetz **verbinden**

- a) Neues Projekt: **01Kabel1.flb**
- b) **Entwurfsmodus**: 2 Rechner, 1 Verbindungskabel

#### Aufgabe 2: Rechner **konfigurieren**

- a) Voreinstellung: IP-Adresse 192.168.0.1 bzw. 192.168.2.11
- b) Recherche: IP-Adresse eines Rechners  
Netzmaske

#### Aufgabe 3: **Test** der Verbindung

- a) **Aktionsmodus**
- b) Software installieren: -> Desktop anzeigen -> Software-Installation  
-> Befehlszeile -> in Fenster **Installiert**: verschieben
- c) Systembefehle: **ipconfig (Systembefehle)**  
**ping** <IP-Adresse des anderen Rechners>
- d) Recherche: **MAC-Adresse** (Physische Adresse)

## Kontext 2: Mehrere Rechner in einem LAN, Schichtenmodell

### Einführung / Leitfrage / Projekt

Mehrere Rechner zu einem lokalen Netzwerk erweitern.

### Aufgabe 4: Rechnernetz mit einem Switch

- a) **Filius:** Erstelle ein kleines Rechnernetz mit 3 Rechnern:  
1 PC, 2 NB
- b) Ermittle, welche Filius-Hardware zur Verbindung von mehr als 2 Rechnern zur Verfügung steht, welche geeignet ist. Verwende einen **Switch**.
- d) Installiere wieder auf jedem Rechner die Software **Befehlszeile**.
- e) Teste analog zu Kontext 1.

### Aufgabe 5: Analyse des Datenaustauschs

- a) **Filius:** Rechner -> Aktionsmodus -> rechte Maustaste  
-> Datenaustausch anzeigen
- b) Doppelklick Zeile Nr. xx -> Informationen zu den beteiligten Schichten des Schichtenmodells
- c) Recherche: Schicht: **Vermittlungs-Schicht (Internet-Schicht)**  
**Netzzugangs-Schicht**  
Schichtenmodelle: **OSI, TCP/IP**  
Protokolle: **ARP, ICMP**

### Hinweis zu Filius:

Die unterste Netzzugangs-Schicht wird in Filius im oberen Teil nicht angezeigt, vermutlich aus Gründen der Übersichtlichkeit: Jede Kommunikation erfolgt jedoch physikalisch über diese unterste Schicht.

*Hinweise zur Lösung:*

Schichtenmodelle:

OSI-Modell:

TCP/IP-Modell:

OSI-Schicht	TCP/IP-Schicht	Beispiel
Anwendungen (7)	Anwendungen	HTTP, UDS, FTP, SMTP, POP, Telnet, OPC UA
Darstellung (6)		
Sitzung (5)		
		SOCKS
Transport (4)	Transport	TCP, UDP, SCTP
Vermittlung (3)	Internet	IP (IPv4, IPv6), ICMP (über IP)
Sicherung (2)	Netzzugang	Ethernet, Token Bus, Token Ring, FDDI, IPoAC
Bitübertragung (1)		

(Quelle: Wikipedia)

### Internet-Schicht (Vermittlungs-Schicht)

Das Internet Control Message Protocol **ICMP** dient in Rechnernetzwerken dem Austausch von Informations- und Fehlermeldungen über das Internet-Protokoll (IPv4), s. u.

## Netzzugangs-Schicht

Das Protokoll **ARP** ermittelt beim ersten Kontakt mit einem anderen Rechner zugehörigen (weltweit eindeutigen!) die MAC-Adressen der beteiligten Rechner und speichert sie dort (für weitere Kommunikation).

ARP (Address Resolution Protocol)	
<b>Familie:</b>	Internetprotokollfamilie
<b>Einsatzgebiet:</b>	Netzwerkadressenzuordnung
ARP im TCP/IP-Protokollstapel:	
Anwendung	HTTP IMAP SMTP DNS ...
Transport	TCP UDP
Internet	IPv4
Netzzugang	ARP
	Ethernet Token Bus Token Ring FDDI ...
<b>Standards:</b>	RFC 826 <a href="#">🔗</a> (1982)

(Quelle: Wikipedia)



## IP-Adressen (IPv4)

Eine IP Adresse im (noch aktuellen) **IPv4-Format** wird als 4 Byte (32-Bit) Zahl dargestellt.

Bit	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Wert	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1

Zur besseren Lesbarkeit werden die 4 Bytes durch einen Punkt getrennt und jedes Byte dezimal geschrieben.

Bit	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Wert	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
dezimal	172				.				16				.				200				.				101							

Zum Aufbau privater Netze können **reservierte IP Adressen** benutzt werden:

Netzwerkklasse	Anzahl der Netzwerke	Adressbereich
<b>A</b>	<b>1</b>	10.0.0.0 ... 10.255.255.255

<b>B</b>	<b>16</b>	172.16.0.1 ... 172.16.31.255
<b>C</b>	<b>256</b>	192.168.0.0 ... 192.168.255.255

## Subnet-Masken

Mithilfe von **Subnet-Masken** kann man prüfen, ob IP Adressen zum gleichen Netzwerk gehören. Eine Subnet-Maske ist wie eine IP-Adresse 32 Bit lang. Die Subnet-Maske wird jeweils mit der Sender- und der Empfängeradresse durch eine logische **and**-Operation verknüpft und die Ergebnisse miteinander verglichen. Stimmen sie überein, so gehören Sender- und Empfängerrechner zum gleichen Netz.

**Beispiel: Prüfung, ob zwei Rechner zum gleichen Klasse C-Netz gehören**

Sender:

Bit	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0			
IP-Adresse					172			.					16		.					200		.					101								
dual:	1	0	1	0	1	1	0	0	.	0	0	0	1	0	0	0	0	.	1	1	0	0	1	0	0	0	.	0	1	1	0	0	1	0	1
and																																			
Subnet-M.					255			.					255		.						255		.					0							
dual	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	0	0	0	0	0	0	0	
Ergebnis	1	0	1	0	1	1	0	0	.	0	0	0	1	0	0	0	0	.	1	1	0	0	1	0	0	0	.	0	0	0	0	0	0	0	
dezimal					172			.					16		.						200		.					0							

Empfänger

Bit	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IP-Adresse				172				.				16		.			200		.				.				254					
dual:	1	0	1	0	1	1	0	0	.	0	0	0	1	0	0	0	0	.	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0
and																																
Subnet-M.				255				.				255		.			255		.				.				0					
dual	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Ergebnis	1	0	1	0	1	1	0	0	.	0	0	0	1	0	0	0	0	.	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
dezimal				172				.				16		.			200		.				.			0	0	0	0	0	0	0

Die beiden Rechner gehören also beide zum gleichen Klasse C-Netz **172.16.200.xxx**

## Kontext 3: Kommunikation über die Transport-Schicht

### Einführung / Leitfrage / Projekt

Installation einer PeerToPeer-Software und einer Client-Server-Software.  
Analyse der Datenflüsse.

### 1. PeerToPeer -Anwendungen

Ein PeerToPeer-Anwendung besteht aus gleichberechtigten vernetzten Rechnern, die sich gegenseitig kennen.

#### Beispiel: Texteditor + Gnutella

Hinweis Filius:

Der Download von Dateien mithilfe von Gnutella funktioniert in der Filius-Version 1.6.1 nicht.

#### Aufgabe 4:

- a) **Filius:** Installiere auf den 3 Rechnern jeweils die Software **Texteditor** und die Software **Gnutella**
- b) Erstelle im ersten Rechner mit dem Texteditor einen kurzen Text.  
Speichere ihn im Unterverzeichnis PeerToPeer
- c) Starte auf einem 2. Rechner Gnutella, verbinde dich mit dem 1. Rechner.
- d) Lade die Textdatei vom 1. Rechner auf den 2. Rechner herunter.  
Überprüfe den Datentransfer durch Anzeige im Texteditor des 2. Rechners.

#### Aufgabe 5: Analyse des Datenaustauschs

- a) Netz beitreten: Transportschicht (TCP)
- b) Datei suchen
- c) Datei Download

## Beispiel: Netz beitreten

Datenaustausch						
192.168.0.11						
Nr.	Zeit	Quelle	Ziel	Protokoll	Schicht	Bemerkungen
1	10:52:52.173	192.168.0.11:62789	192.168.0.1:6346	TCP	Transport	SYN, SEQ: 3367251018
2	10:52:52.423	192.168.0.1:6346	192.168.0.11:62789	TCP	Transport	SYN, ACK:3367251019, SEQ: 3876326970
3	10:52:52.423	192.168.0.11:62789	192.168.0.1:6346	TCP	Transport	ACK: 3876326971
4	10:52:52.485	192.168.0.11:62789	192.168.0.1:6346	Anwendung		413139638//0x00//0//8//0//192.168.0.11
5	10:52:52.735	192.168.0.1:6346	192.168.0.11:62789	TCP	Transport	ACK: 3367251020
6	10:52:52.797	192.168.0.1:6346	192.168.0.11:62789	Anwendung		413139638//0x01//0//8//104//192.168.0.1//6346//1//7
7	10:52:52.797	192.168.0.11:62789	192.168.0.1:6346	TCP	Transport	ACK: 3876326972

Nr.: 4 / Zeit: 10:50:59.432	
Netzzugang	
Quelle:	CC:DA:F1:57:C2:22
Ziel:	9A:CC:A1:87:14:C7
Bemerkungen:	0x800
Vermittlung	
Quelle:	192.168.0.11
Ziel:	192.168.0.1
Protokoll:	IP
Bemerkungen:	Protokoll:6, TTL: 64
Transport	
Quelle:	60972
Ziel:	6346
Protokoll:	TCP
Bemerkungen:	SEQ: 1634094832
Anwendung	
Bemerkungen:	1430816451//0x00//0//8//0//192.168.0.11

Recherche: *evt. auch Analyse Schöningh-Buch S. 255f*

Schichten: **Anwendungs-Schicht**

**Transport-Schicht:** Aufgaben

Port als Identifikator für die Anwendung

Protokolle: **TCP**

### *Hinweise zur Lösung:*

#### Aufgaben der Transportschicht

Datenströme in Segmente (Pakete) zerlegen (max. 1500 Byte "Nutzlast")

Virtuelle Verbindung zwischen Anwendungen (Dienste, Programme, Prozesse...) im paketvermittelnden Netz bereitstellen

Ein Socket (Buchse, Anschluss) einer Verbindung ist das Paar  
IP-Adresse:Portnummer

Fehlererkennung, Fehlerkorrektur, Flusskontrolle (auf dieser Ebene der virtuellen Verbindung)

#### Wichtige Protokolle

UDP: Unsicher, Pakete können verloren gehen, Reihenfolgeerhalt nicht garantiert, einfacher, schneller

TCP: langsamer, zuverlässig durch Flusskontrolle, stellt Zustellung und Reihenfolgeerhalt sicher durch

#### TCP

Virtuelle Verbindung

Aufbau und Paketversand durch 3-Wege-Handshake:

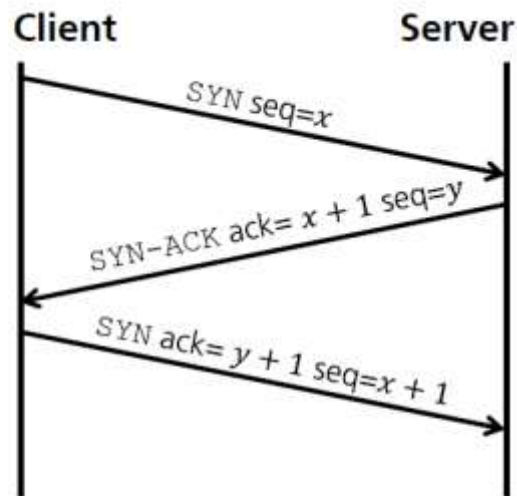
Anfrage, Bestätigung, Gegenbestätigung

Pakete erhalten aufsteigende Sequenznummern

Empfänger bestätigt Pakete, indem er die Sequenznummer des nächsten erwarteten Pakets sendet.

## Verbindungsaufbau: 3-Wege-Handshake

- Client sendet SYN- Segment mit zufälliger Sequenznummer  $x$  an Server.
- Server bestätigt mit einem SYN-ACK Segment, das neben  $x + 1$  auch eine eigene, zufällige Sequenznummer  $y$  enthält.
- Client sendet ACK- Segment mit Sequenznummer  $x + 1$  und bestätigt das SYN-ACK mit  $y + 1$ .
- Ab diesem Zeitpunkt ist die Verbindung aufgebaut. Client und Server sind jetzt gleichberechtigte Kommunikationspartner, jeder kann senden und empfangen.



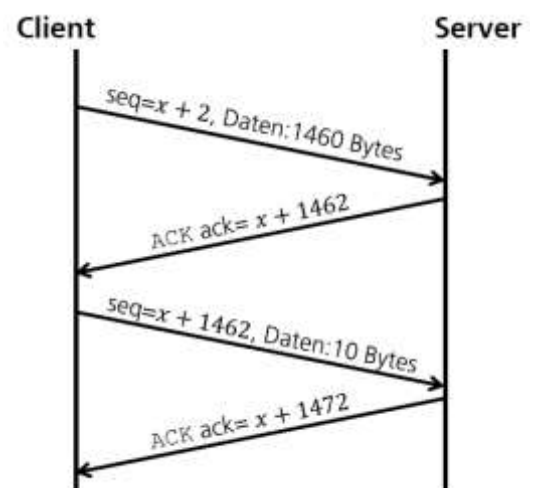
## Datenübertragung: 3-Wege-Handshake

### Sender:

- Beim ersten Segment nach Verbindungsaufbau wird als Sequenznummer  $x + 2$  verwendet (bzw.,  $y + 1$  aus Sicht des „Servers“).
- Alle weiteren Segmente erhalten als Sequenznummer die Sequenznummer des vorangegangenen Segmentes **plus** die Größe der darin übertragenen **Nutzlast** in Bytes (maximal 1460).

### Empfänger:

- Der Empfänger **bestätigt** ein Segment, indem er ein ACK-Segment sendet, dass die erwartete Sequenznummer des **nachfolgenden** Segmentes enthält.

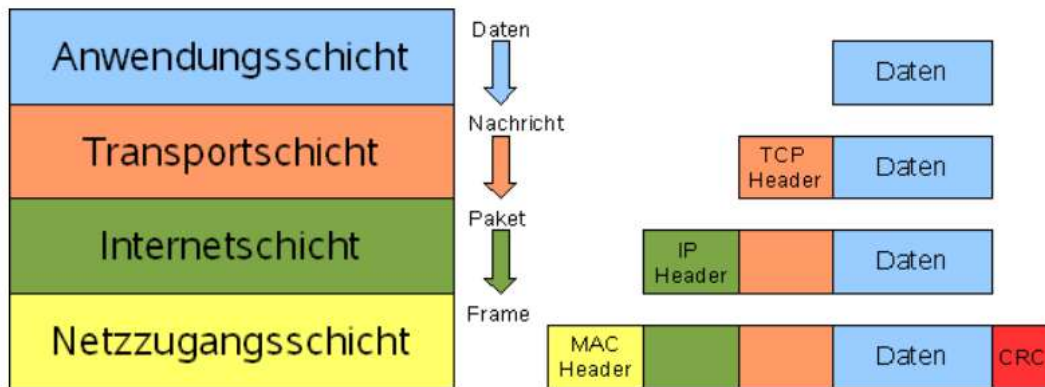


## Timeout bei Paketverlust

Erfolgt eine Bestätigung nicht in der vorgesehenen Wartezeit (**RTO**: Retransmission Timeout), wird die Verbindung das Paket als verloren angenommen und erneut gesendet.

## Datenpakete

Die Übertragung der Daten erfolgt in einzelnen Datenpaketen. In jeder Schicht werden dem Pakete neue Kontrolldaten hinzugefügt:



(Quelle: Tino Hempel)



## 2. Client-Server-Anwendungen

Eine Client-Server-Anwendung besteht aus (mindestens) einem Server(dienst), der gestartet wird und permanent auf die Verbindung mit einem Client wartet, z. B.

**Mail-Server, Chat-Server, Web-Server**, oder hier als erstes einfaches

### Beispiel: Echo-Server + Echo-Client

Ein Echo-Server sendet die als Bestätigung (Echo) zurück

#### Aufgabe 6:

- Filius:** Installiere auf dem PC (= Server-Rechner) die Software **Echo-Server**, auf den Notebooks (=Clients) **Einfacher Client** .
- Starte auf dem Server(-PC) das Echo-Server(-Programm).  
Wähle vorher ggfls. eine andere Portnummer, z.B. 12345
- Starte auf dem NB den Client, gib die Server-Adresse ein (IP + Port), verbinde den Client mit dem Server.
- Sende Nachrichten
- Trenne die Veebindung
- Analysiere wie oben (PeerToPeer-Anwendung) die Datenflüsse bei den Aktionen: Verbinden, Senden, Trennen  
Suche Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede.

#### *Hinweise zur Lösung:*

Einige Portnummern bekannter Dienste

Portnummer	Dienst	
20	FTP Datenkanal	liefert Daten
21	FTP Steuerkanal	
23	Telnet	Kommunikation mit anderen Rechnern
25	SMTP	versendet E-Mails

53	DNS	liefert IP-Adressen
80	HTTP	liefert Webseiten
110	POP3	liefert E-Mails

**Verbinden:** Beim Echo-Server besteht nach der Anmeldung eine virtuelle Verbindung.

**Senden:** Beim Senden der Nachrichten wird diese gemäß dem 3-Wege-Handshake verschickt und bestätigt.

**Trennen:** Der Client sendet das "FIN-Paket"

**PeerToPeer-Anwendung:** Bei jeder Aktion (Beitreten, Suchen, herunterladen) wird die Verbindung neu aufgebaut. Dabei werden die Portnummern jedesmal neu (zufällig!) gewählt.

## Kontext 4: Adressraumwechsel

### Einführung / Leitfrage / Projekt

Verbinde Rechnernetze mit unterschiedlichen Adressräumen.

### 1. Möglichkeit: Erweiterung des Adressraums (Netzmaske)

#### Aufgabe 7:

- Erstelle ein Filius-Netz, bestehend aus 2 Netzen mit je 3 Rechnern, einem Switch und den Adressräumen 192.168.0.xxx und 192.168.1.xxx. Installiere das Programm **Befehlszeile** auf jedem der 6 Rechner.
- Verbinde die beiden Switches mit einem weiteren Kabel und teste, welche der 6 Rechner sich jetzt erreichen.
- Wiederhole die Funktion einer **Netzmaske**. Ändere die Netzmasken in den Rechnern so, dass gemeinsame Kommunikation möglich wird. Ermittle dabei mehrere Möglichkeiten.
- Ermittle/recherchiere/überlege dir Vorteile und Nachteile der Möglichkeit, mit einer geänderten Netzmaske die dieser Möglichkeit.

*Hinweise zur Lösung:*

Beispiel:	Netz	Rechner	anderes Netz				
192.168.	0	.	1	192.168.	1	.	2
255.255.	11111111	.00000000		255.255.	11111111	.00000000	
192.168.	00000000	.00000001		192.168.	00000001	.00000002	

Netzweiterung durch eine andere Netzmaske:

255.255.11111110.00000000 = 255.255.254.0

255.255.254.0

Weitere Möglichkeit: z. B. Netzmaske 255.255.0.0

Der entscheidende Nachteil:

Hierzu müssen den "Nachbarnetzen" sämtliche Informationen über die interne Struktur des Netzwerkes *bekannt sein* (Fremdfirmen, Behörden...).

Sie werden damit logisch zu einem Gesamtnetz, auch wenn sie vielleicht physikalisch auseinander liegen.

## 2. Möglichkeit: Verbindung von 2 Netzwerken mit einem Vermittlungsrechner (Router)

### Aufgabe 8:

- a) Verbinde die beiden Netzwerke aus der vorigen Aufgabe mit einem Router (Vermittlungsrechner).
- b) Verbinde den Router mit den beiden Netzwerken: Rechner, Switch? Der Router enthält "per Voreinstellungen die beiden IP-Adressen 192.168.0.10. Diese sind falsch! Welche sind richtig?
- c) Ein Router fungiert in einem Netzwerk als **Gateway**. Ein Gateway ist eine Rechner-Adresse, die angesprochen wird, wenn im eigenen Adressraum die Ziel-Adresse nicht existiert.  
Leite hieraus die Einstellungen ab, die in jedem Rechner zum Erreichen des Routers vorgenommen werden muss.
- d) Und wie immer: Gründliche Tests mit **ping**.
- e) Ermittle/recherchiere allgemein die Funktionen eines Routers. Das sehr verbreitete Gerät "Fritzbox" des Herstellers AVM wird im Allgemeinen als DSL-Router bezeichnet. Was bedeutet das? Was hältst du davon?

### Aufgabe 9:

Öffne im Router die Weiterleitungstabelle und analysiere sie:

- a) Bedeutung der ersten beiden Zeilen, dabei insbesondere
- b) Bedeutung der IP-Adresse 127.0.0.1
- c) Bedeutung der Einträge Zeile 3 - 4

*Hinweis zur Lösung:***Router**

Ein Router (vermittlungsrechner) kann im Gegensatz zu einem lokalen Netzwerk (**LAN**) an mehrere unterschiedliche Knoten (Knoten, LAN, Gateway) weiterleiten.

Die Verbindung von Routern erfordert jeweils einen neuen eigenen Adressraum.

Ein Router verwendet zur Weiterleitung entweder wiederum sein **Gateway**, oder

seine **Routingtabelle** (Weiterleitungstabelle), in die der benötigten Informationen abgelegt sind:

- Zieladressraum
- + "Gateway" dahin
- + Anschluss am Router (Schnittstelle, "Netzwerkkarte")

**IP-Adresse 127.0.0.1**

Der Adressraum **127.0.0.0/8** (also die Adressen 127.0.0.0 bis 127.0.0.255) ist ein für interne Zwecke und Tests reservierter Adressraum, welcher nie aus dem aktuellen Gerät herausführt.

-> Wikipedia: **localhost**, **Loopback** (im Internet Protokoll)

## Lineares Routing

### Aufgabe 10:

- a) Verbinde die beiden Netzwerke aus der vorigen Aufgabe mit 2 Routern.
- b) Verbinde 3 lokale Netzwerke (LAN) mit einer Kette von 3 Routern.  
Für jedes Netzwerk genügt hier 1 Rechner.

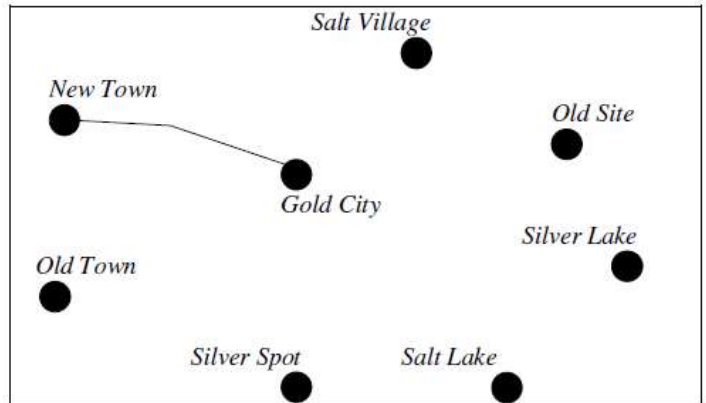
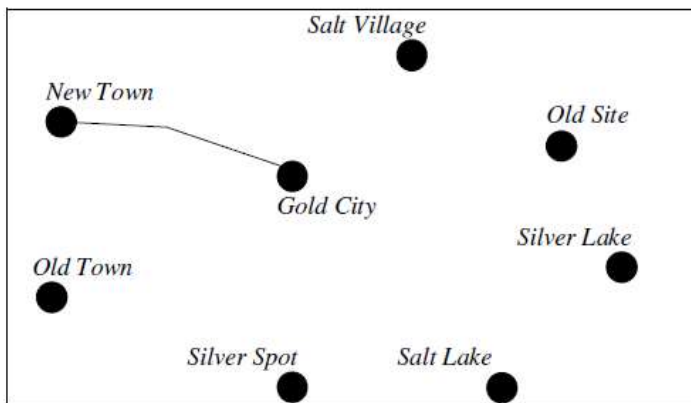
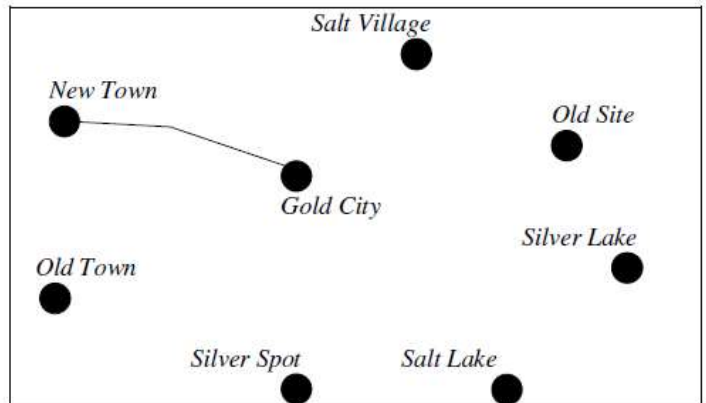
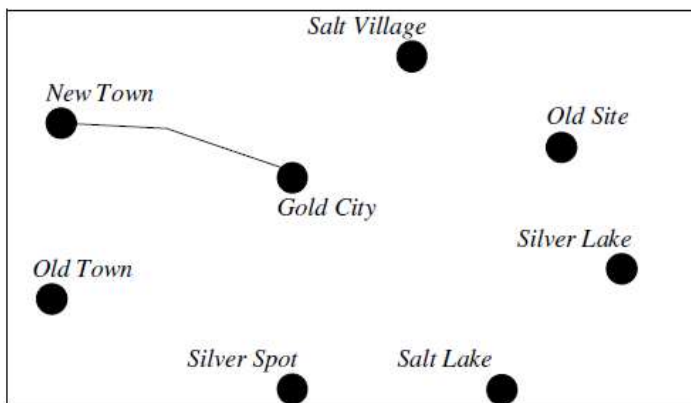
## Kontext 5: Statisches Routing

Welchen Weg nehmen Pakete, wenn es mehrere Möglichkeiten gibt?

### Aufgabe 11: *(Idee und Quelle: Daniel Garmann)*

Neben Gold City, New Town, Silver Lake und Salt Lake wollen auch die Orte Silver Spot, Old Site, Old Town und Salt Village in ein gesamtes Kommunikationsnetz aufgenommen werden.

- a) Überlege dir verschiedene Möglichkeiten, wie man aus dem bestehenden Netz ein gesamtes Netzwerk aufbauen könnte.



- b) Recherchiere über die Netzwerktopologien **Bus-Topologie**, **Ring-Topologie**, **Stern-Topologie**, **Baum-Topologie**, **Vermaschte** bzw. **teilvermaschte Topologie**.

Zeichne diese jeweils beispielhaft in unser Kommunikationsnetz ein.

- c) Suche reale Beispiele für diese Topologien, möglichst für reale Topologien in der Rechnerkommunikation.
- d) Welche dieser Topologien hat sich im Internet durchgesetzt und warum?
- e) Entscheide sich für einen eigenen Vorschlag, auch als Grundlage für spätere weitere Betrachtungen. Begründe!

### *Hinweise zur Lösung:*

#### Toplogien

siehe Buch Schöningh S. 248, Material Garman, Jakobs

Beispiele:

**Stern** bzw. **Baum**: Telefon (ATM)

Am Ende ("letzte Meile"): Stern, sonst Baum (Leitungsvermittlung)  
nicht aktuelle Entwicklung VoIP = Voice over IP (Paketvermittlung)

**Ring**: Token Ring (IBM, LAN)

**Bus**: Ethernet, Fast Ethernet (Das Ethernet-Protokoll ist ein Bus-Protokoll, auch wenn die Rechner "sternförmig" am Switch angeschlossen werden.  
Recherchiere auch Unterschied Switch, HUB (nicht mehr üblich, seit die "Elektronik" eines Switch (ARP-Protokoll, SAT-Tabelle) extrem billig geworden ist).

**Vermascht**: Internet, Begründung z. B.- Schöningh S. 248

Mithilfe einer weiteren Verbindung lässt von Routern lassen sich vermaschte Netzstrukturen aufbauen, z. B.  
3 Netze, 3 Router.

### **Aufgabe 12:**

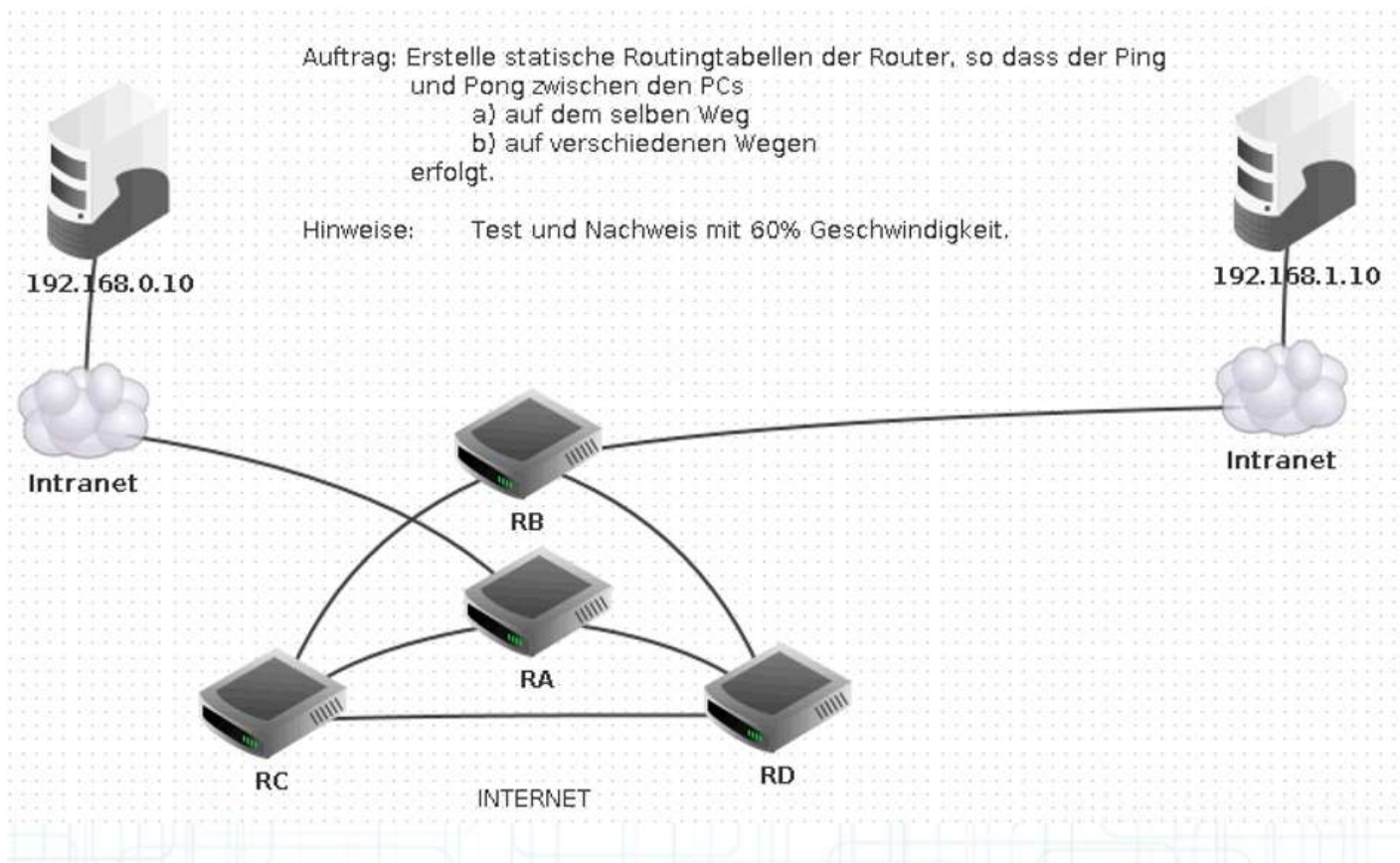
- a) Modifiziere dein Netzwerk so, dass die Router vollvermascht vernetzt sind, also jeder mit jedem verbunden ist.
- b) Ermittle das Grundprinzip (Algorithmus), wie die Routingtabelle ausgewertet wird.
- c) Konfiguriere die 3 Router so, dass die Pakete immer "ringförmig", aufsteigend modulo 3 + 1, verwendet werden: R1 -> R2 -> R3 -> R1 ...  
Was bedeutet das für die Signale **ping** und **pong**?



Oder etwas anspruchsvoller: 2 Netze, 4 Router

**Aufgabe 13:** (Quelle: Oliver Zimmermann)

- a) Erstelle mit Filius zwei Rechnernetze mit verschiedenen Adressräumen und den Netzmasken 255.255.255.0, welche durch mehrere Router-Router-Wege verbunden sind. Konfiguriere die Struktur derart, dass eine Kommunikation zwischen den Netzen (ohne automatisches Routing) möglich ist.
- b) "Herausforderung": Der Weg, den ein ping-Paket nimmt, muss ein anderer sein, als der Weg für das pong-Paket.



*Hinweise zur Lösung:*

a) Es genügt ein Weg durch das Netz, z. B.

$0.10 \leftrightarrow 0.1, 2.1 \leftrightarrow 2.3, 5.3 \leftrightarrow 5.4, 1.2 \leftrightarrow 1.10$

b) z. B.  $0.10 \rightarrow 0.1, 2.1 \rightarrow 2.3, 5.3 \rightarrow 5.4, 1.4 \rightarrow 1.10$

$1.10 \rightarrow 1.4, 4.4 \rightarrow 4.2, 3.2 \rightarrow 3.1, 0.1 \rightarrow 0.10$

