

Rechnernetze & Netzwerkprogrammierung - VO-Vorbereitung

T. Auer, C. Bauer

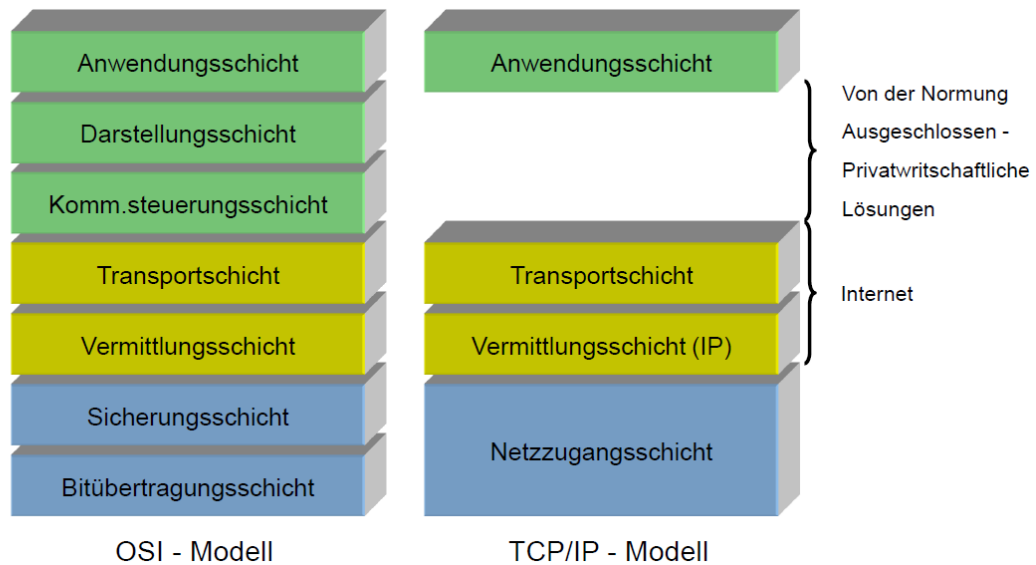
Latest Update: 24. Februar 2018

Inhaltsverzeichnis

1	ISO/OSI-Referenzmodell vs TCP-IP	4
1.1	OSI-Modell	4
1.1.1	Application Layer	4
1.1.2	Presentation Layer	4
1.1.3	Session Layer	5
1.1.4	Transport Layer	5
1.1.5	Network Layer	6
1.1.6	Data Link Layer	6
1.1.7	Physical Layer	6
1.2	TCP-IP Modell	7
1.2.1	Application Layer	7
1.2.2	Transportlayer	7
1.2.3	Vermittlungsschicht (Internet Layer - IP)	7
1.2.4	Network Layer	8
1.3	Networklayer – Data Plane and Control Plane	8
2	Wichtige Protokolle	8
2.1	DHCP	8
2.2	HTTP	8
2.3	FTP	9
2.4	SMTP	10
2.5	Post Office Protokol (POP3)	10
2.6	Internet Message Access Protocol (IMAP)	11
2.7	Simple Network Management Protocol (SNMP)	11

2.8	Domain Name Service (DNS)	12
2.9	Transmission Control Protocol (TCP)	14
2.10	UDP	17
2.11	BGP	18
2.12	OSPF	18
2.13	SDN	20
2.14	TDMA, FDMA, CDMA	21
2.15	SALOHA	21
2.16	CSMA/CD	22
2.17	CSMA/CA	23
2.18	ARP	23
2.19	IEEE 802.11 Wireless LAN	24
3	Networking in Java	24
3.1	Processes	24
3.2	Threads	24
3.3	Readers and Writers	24
3.4	Sockets and Exceptions	24
4	Begriffe und Definitionen	24
4.1	Weitere Übertragungstypen	27
4.2	Berechnungen	28
4.2.1	Graph Abstractions of the Network	28
4.2.2	IP-Addressberechnungen	29
4.2.3	Link Layer - Parity Checking	30
4.2.4	Cyclic Redundancy Check	30
4.2.5	CDMA Encoding/Decoding	31
5	Typische Klausurfragen & Fallbeispiele	31
5.1	Probeklausur WS2016/2017, 3. Termin	31
5.2	Frei erfundene Bsp.	32
5.2.1	Theorie	32
5.2.2	Berechnungen	33
5.2.3	Wahr oder Falsch	33
6	Typische Klausurfragen & Fallbeispiele – Lösungen	35
6.1	1. Klausur WS2017, 1. Termin	35
6.2	2. Klausur WS2018	35
6.3	Probeklausur WS2016/2017, 3. Termin	36
6.4	Frei erfundene Bsp.	40
6.4.1	Theorie	40
6.4.2	Berechnungen	41
6.4.3	Wahr oder Falsch	41

1 ISO/OSI-Referenzmodell vs TCP-IP



1.1 OSI-Modell

1.1.1 Application Layer

Im OSI-Modell dient der Application Layer dem Userinterface. Es handled I/O, bietet Userfunktionen und initiiert Verbindungen zu unterliegenden Schichten. Bsp.: Webbrowser, E-Mail Dienste, Instant Messaging.

Protokolle:

- HTTP,
- DNS,
- BGP,
- SMTP,
- POP3,
- IMAP.

1.1.2 Presentation Layer

Wandelt systemabhängige Daten (ASCII, EBCDIC) in systemunabhängige Datenformate (ASN.1) um oder behandelt Datenkompression und Verschlüsselung.

Protokolle:

- Telnet,
- Tox,
- Network Data Representation,
- NetWare Core Protocol.

1.1.3 Session Layer

Steuert Verbindungen in Form von Prozesskommunikation zweier Systeme, zum Datenaustausch. Es handelt sich hierbei um einen semi-permanenten Dialog bestehend aus Anfragen und Antworten.

Hauptfunktionalitäten:

- Authentifizierung,
- Session Restoration.

Protokolle:

- Remote Procedure Call Protocol,
- Point-to-Point Tunelling Protocol,
- Real-Time Transport Control Protocol,
- Session Control Protocol.

1.1.4 Transport Layer

In TCP/IP als auch im OSI-Modell: Realisiert Verbindung zwischen Quell-, und Zielhost mittels TCP und UDP. Es dient dem Zuordnen von Datenpaketen zu einer spezifischen Anwendung.

TCP	UDP
Congestion Control	Best Effort
Flow Control	Fast
'Handshake'	Low Overhead
Full-Duplex Data	Multicast
Connection-oriented	Connectionless
Point-to-Point	Point-to-X
Reliable stream	Unreliable
Pipelined	

Weitere Protokolle:

SCTP – Stream Control Transmission Protocol,

TLS – Transport Layer Security: TCP + Verschlüsselung,

DTLS – Datagram Transport Layer Security: TLS + UDP.

1.1.5 Network Layer

Implementiert Internet Protocol, IP. Die Zustellung der Daten zum richtigen Empfänger ist die Aufgabe von IP, e.g. das Routing, in sowohl leitungsorientierten als auch paketorientierten Verbindungen. Zudem das Bereitstellen netzwerkübergreifender Adressen, Aktualisierung von Routingtabellen und Fragmentierung von Datenpaketen.

IP – Internet Protocol: Übertragung,

IPsec – Internet Protocol Security: Sichere Datenverbindung,

ICMP – Internet Control Message Protocol: Kontrollnachrichten, Teil jeder IP,

OSPF – Open Shortest Path First: Informationsaustausch zwischen Routern,

BGP – Border Gateway Protocol: Informationsaustausch zwischen autonomen Systemen,

IGMP – Internet Group Management: Definiert Multicast-Gruppen.

1.1.6 Data Link Layer

Segmentiert Pakete in Frames und checkt Prüfsummen. Man prüft die fehlerfreie Übertragung als auch Zugriff auf Übertragungsmedium, Bridge und/oder Switch. Nach IEEE ist sie in Logical Link Control und MAC aufgeteilt (In der VO: Data Plane, Control Plane).

1. ARP - IPv4 Adressierung in Ethernet-Netzwerken (IPv6 – NDP),
2. Shortest Path Bridging,
3. IEEE 802.11 - WLAN,
4. IEEE 802.4 - Token Bus, 802.5 - Token Ring.

1.1.7 Physical Layer

Wandelt Bits in ein angemessenes Signal zur Übertragung um und handled physikalische Übertragungsmöglichkeiten. Behandelt die unterliegenste Hardware: Repeater, Hubs, Leitungen, Stecker usw.

1.2 TCP-IP Modell

1.2.1 Application Layer

Das TCP/IP Modell hat keinen Session oder Presentation Layer. Somit inkludiert eine Applikation beliebige Session oder Presentation Funktionen, die benötigt werden. Der *Application Layer* befindet sich über dem *Transport Layer*.

Umfasst alle Protokolle die mit Anwendungsprogrammen zusammenarbeiten und Netzwerke zum Datenaustausch nutzen.

NFS – Network File System: Rechnerverbindungen, virtuelle Verbindung zwischen Festplatten,

DNS – Domain Name System: Umsetzung zwischen Domainnamen und IP-Adressen,

SMTP – Simple Mail Transfer Protocol: E-Mail Versand,

FTP – File Transfer Protocol: Dateien externer Rechner übertragen, löschen, ändern oder umbenennen. Ports 20, 21,

Telnet Remote login via Terminal, TCP-Port 23,

IMAP – Internet Message Access Protocol: Zugriff auf E-Mail,

POP3 – Post Office Protocol V3: E-Mail Abruf,

HTTPS

NTP

RTP

SNMP

SSH

1.2.2 Transportlayer

Behandelt End-to-End-Kommunikation. Nutzt TCP als auch UDP zum Datenaustausch.

1.2.3 Vermittlungsschicht (Internet Layer - IP)

Umfasst die Weitervermittlungen von Paketen sowie Routing durch das Web, ermöglicht durch IP. Dual-Stacks erkennen IPv4 oder IPv6.

1.2.4 Network Layer

Festlegung von Datentransfer: Der Host muss einem Netzwerk zugehören. Es gilt allumfassend als Schicht zur Punkt-zu-Punkt-Datenübertragung.

1. Ethernet mit CSMA/CD: IEEE 802.3!,
2. Token Bus - IEEE 802.4,
3. Token Ring - IEEE 802.5,
4. WLAN: IEEE 802.11,
5. ARP – Address Resolution Protocol: Adressumsetzung zwischen IP und MAC,
6. RARP – Reverse Address Resolution Protocol (*deprecated*),
7. PPP: Point-to-Point Protocol.

1.3 Networklayer – Data Plane and Control Plane

Man differenziert den Network Layer grundlegend zwischen **Data Plane** und **Control Plane**. Der **Dataplane** beschreibt alles rund um den lokalen Router, während der **Control Plane** das gesamte Netzwerk betrachtet. Der Dataplane implementiert das Forwarding und Datenfragmentierung, während die Control Plane das Routing beschreibt. Letzteres kann via Routing Algorithmen oder SDNs definiert werden.

2 Wichtige Protokolle

2.1 DHCP

Das Dynamic Host Configurations Protocol dient einem jeden Gerät sich an das Internet zu verbinden. Es ist teil der Anwendungsschicht. DHCP wird primär verwendet, wenn ein Gerät zu einem neuen System angeschlossen wird.

Ein DHCP-Request wird an den Router gesendet, welcher dem Gerät eine IP-Adresse zuweist. Zudem weiß der Client nun die Adresse des DNS Servers als auch die IP-Adresse des FIRST-HOP Routers.

→ DNS (IPs) & ARP (MACs) resolve following addresses.

2.2 HTTP

Das Hyper Text Transfer Protokoll ist ein zustandsloses Protokoll zur Datenübertragung auf der Anwendungsschicht. Es gilt dabei Dokumente in einen Webbrowser zu laden.

HTTP/1.0 Bei HTTP/1.0 wird vor jeder Anfrage eine neue TCP-Verbindung aufgebaut und nach der Datenübertragung wieder geschlossen. Hier müssen per geladenem Element eine Verbindung aufgebaut werden.

HTTP/1.1 In HTTP/1.1 kann der Client durch den KeepAlive Headereintrag die Verbindung aufrecht erhalten. Mithilfe von HTTP-Pipelining kann somit mittels einer einzigen TCP-Verbindung alle Elemente eines Dokumentes anfordern. Dies führt zu Performanzsteigerungen.

Hinzu kommt der PUT-Befehl, womit man dem Server Daten senden kann, der DELETE-Befehl um diese Daten wieder zu löschen und eine TRACE-Methode zum Tracking von Paketen zum Server.

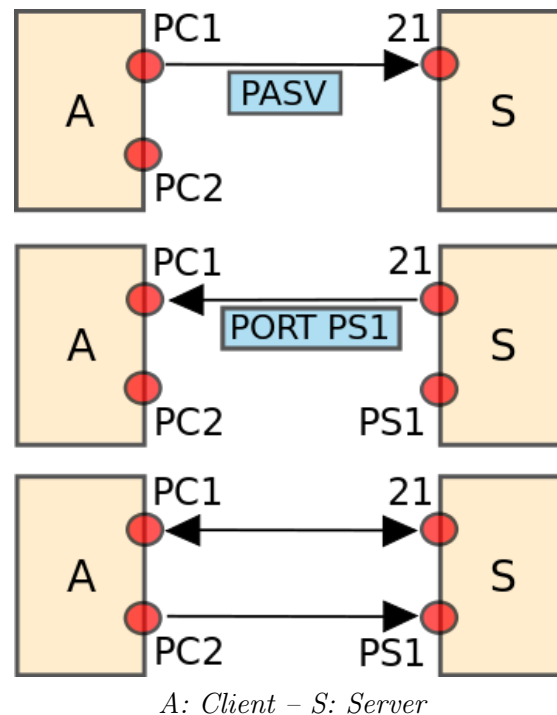
HTTP/2.0 HTTP/2.0 bietet das Zusammenfassen mehrerer Anfragen (Multiplexing), Datenkompressionsmöglichkeiten (HPACK), Inhaltsübertragung in Binärform und Push-Verfahren, Serverseitig initiierte Datenübertragung.

Befehle GET, POST, HEAD, PUT, PATCH, DELETE, TRACE, OPTIONS, CONNECT.

2.3 FTP

Das File Transfer Protokoll ist ein zustandsbehaftetes Protokoll zum Datentransfer über IP-Netzwerke. FTP ist Teil der Anwendungsschicht. Man soll mithilfe von FTP den Datenaustausch vom Server zum Client, vom Client zum Server oder zwischen zwei Servern ermöglichen.

FTP nutzt zur Steuerung und zum Übertragen von Daten zwei separate Verbindungen, wobei üblicherweise auf Port 21 der Controller aufgebaut wird und auf einem separaten Port die Datenübertragung stattfindet.



Man unterscheidet zwischen Aktivem FTP und Passivem FTP:

Aktives FTP wird vom Clienten mithilfe von PORT und EPRT initiiert und man unterscheidet wie oben beschrieben den Befehlskanal und den Datenkanal.

Passives FTP wird via PASV und EPSV Befehlen gestartet. Dieser Modus wird genutzt, wenn keine direkte Verbindung zum Clienten aufgebaut werden kann, etwas aufgrund einer Firewall oder Adressumschreibungen via NAT.

2.4 SMTP

Das Simple Mail Transfer Protocol dient dem Austausch von Emails, primär jedoch zum Senden und Weiterleiten – Zum Empfangen dieser dient üblicherweise POP3 oder IMAP. SMTP-Server liegen üblicherweise auf **Port 25** oder **587** für authentifizierte Mails.

Normalerweise wird SMTP vom Mail User Agent ausgeführt, welcher sich zum SMTP-Server verbindet und dann dem Nutzer die Mails weiterleitet:

Client	Server	
telnet x.y.z 25		Der User Agent ruft auf
	220 Ready	Server Meldet sich
EHLO Oi		Client identifiziert sich
	250 OK	Server bestätigt
MAIL FROM: <@.org>		Client definiert Absenderadresse
	250 OK	Server bestätigt
RCPT TO: <@.org>		Client definiert Empfängeradresse
	250 OK	Server bestätigt
DATA		Client initiiert die Email selbst
	354 Start Input	
(MailInput)		Die Email wird geschrieben. Ein '.' beendet die Email.
	250 OK	Server bestätigt die Email.
QUIT		Client initiiert Verbindungsabbau
	221 Closing	Verbindung ist terminiert.

2.5 Post Office Protokol (POP3)

Das Post Office Protokol 3 dient dem Empfangen von Daten auf dem lokalen Gerät. Es ist das minimalste Protokol, da es lediglich Auflisten, Abholen und Löschen implementiert. Im Gegensatz zu IMAP werden bei einem Pull-Request die Daten direkt vom Server gezogen, wo diese auch gelöscht werden. Zudem ist keine permanente Verbindung zum Server notwendig. Allerdings gibt es zwischen unterschiedlichen Mailclients keine einheitliche Synchronisierung – Wird eine Mail gelesen, so können andere Klienten diese Information nicht erhalten.

Um bei POP3 Datensicherheit zu gewährleisten wird APOP implementiert und/oder mittels SSL/TLS verschlüsselt.

Encrypte Kommunikation via POP3 wird entweder nach der Protocol Initiierung (durch Verwenden des STLS Kommandos) angefordert, oder mit **POP3S**, welches sich

zum Server mit **Transport Layer Security (TLS)** oder **Secure Sockets Layer (SSL)** am TCP Port 995 verbindet.

Befehle: USER, PASS, STAT, LIST, RETR, DELE, NOOP, RSET, QUIT.

2.6 Internet Message Access Protocol (IMAP)

Bei dem Internet Message Access Protocol handelt es sich um ein Internet Standard Protocol, dass von E-Mail Clients verwendet wird, um E-Mail Nachrichten von einem Mail Server über eine TCP/IP Verbindung zu erhalten.

Es erweitert POP3 um Userdefinierte Konfigurationen des Mailservers. Bei einem Serverzugriff werden Kopien der Mails dem Server entnommen, um Datenverlust vorzubeugen. Daher werden im Gegensatz zur POP3 Standard Konfigurationen E-Mails am Server gelassen, außer der User löscht diese explizit.

Mittels einer **SSL Verbindung** kann über IMAPS eine sichere Verbindung erstellt werden.

Der Datentransfer verläuft wie folgt:

```
-- Der Server begrüßt den Clienten.
-- Der Client authentifiziert sich.
-- Der Server bestätigt.
-- Der Client gibt einen Befehl ein (z.B. 'select Inbox').
-- Der Server gibt Daten über vorhandene und gelesene Mails wieder.
-- Der Client pullt die Mails oder Informationen.
-- Der Server beantwortet je nach Befehl mit angefordertem Datensatz.
-- ... Der Client meldet sich ab.
-- Server terminiert die Verbindung.
```

2.7 Simple Network Management Protocol (SNMP)

Das Simple Network Management Protocol dient der zentralen Überwachung und Steuerung von Geräten innerhalb eines Netzwerkes, als auch Fehlererkennung und -benachrichtigung. Es gilt daher als Protokol der Anwendungsschicht.

SNMP Agents empfangen an den jeweiligen Geräten die Befehle:

- GET-REQUEST,
- GETNEXT-REQUEST,
- GETBULK,
- SET-REQUEST,
- GET-RESPONSE,

- INFORM-REQUEST,
- Trap.

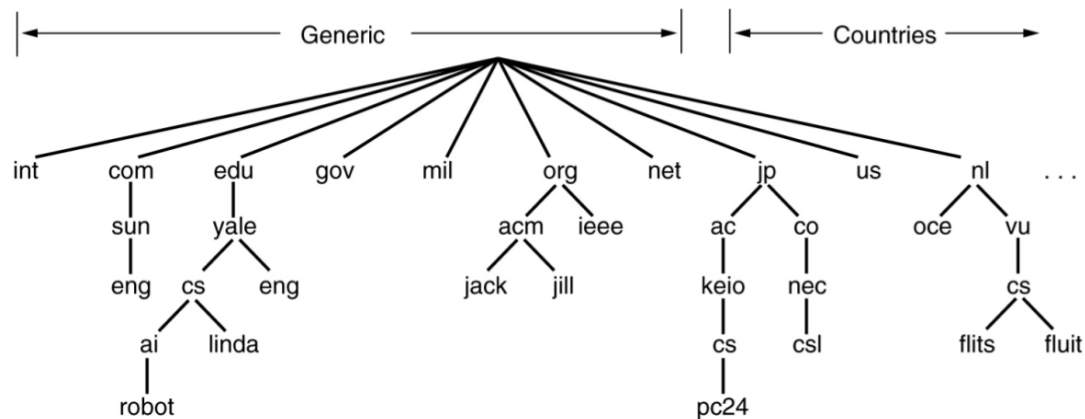
Die 3 Get-Befehlspakete können vom Manager zu einem Agenten gesendet werden, um Daten anzufordern. Die Antwort erfolgt mittels Response-Paket. Mittels SET können Agenten konfiguriert werden.

Sicherheitsprobleme: SNMP unterstützt keine Anmeldung mit Kennwort und Usernamen – Es werden lediglich Communities zum Management verwendet, etwa PUBLIC (read-only) und PRIVATE(read-write).

2.8 Domain Name Service (DNS)

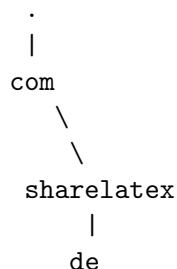
Der Domain Name Service bietet in Netzwerken die Namensauflösung der IPs und ist Teil des Application Layers – Nicht zu verwechseln mit ARP/RARP im Link Layer. Ähnlich einem Telefonbuch wird bei einer Anfrage ermittelt wo die angeforderte IP liegt und übermittelt.

Während DNS dezentral aufgebaut ist, gelten hierarchische Strukturierungen, in Form eines Baumes:



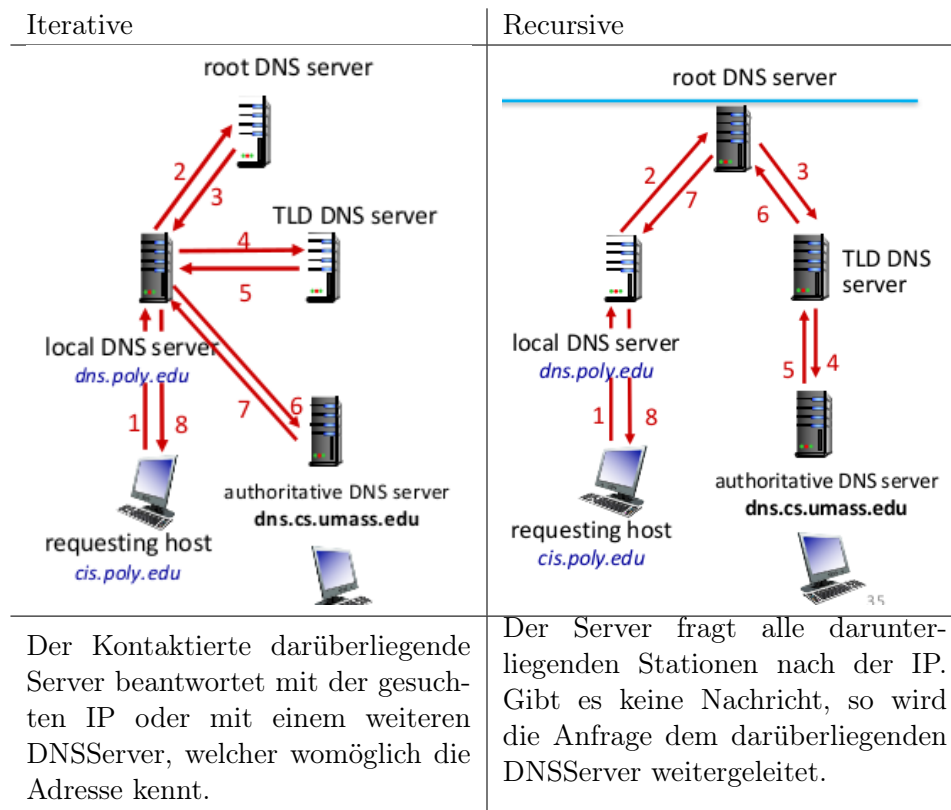
Man iteriert von oben nach unten.

Eine komplette Domain besteht aus der Konkatinierung aller Labels eines spezifischen Pfades. Die Adresse 'de.sharelatex.com' wäre beispielsweise:



Jedes einzelne Label sind jeweils mindestes 1 Byte und maximal 63 Byte lang und enden mit einem '.'.

Die Adressauflösung geschieht anhand der Zusammenarbeit mehrerer DNS-Server.



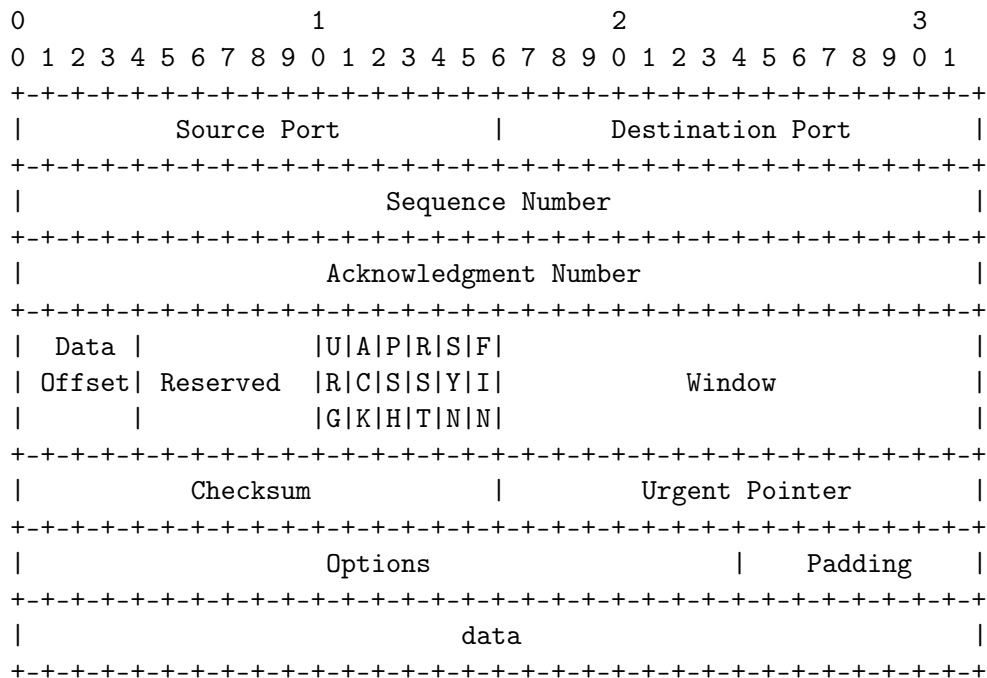
Für gewöhnlich werden Einträge von IPs in den jeweiligen Zonen unterscheidet.

2.9 Transmission Control Protocol (TCP)

Das Transmission Control Protocol arbeitet auf der Transportschicht und dient der Datenübertragung. TCP implementiert den sog. 'Handshake', wobei ein sicherer Datenübertragungskanal zwischen Server und Client aufgebaut wird.

Dabei bietet TCP eine verlässliche, geordnete und auf Fehler überprüfte Übertragung eines Streams von *Octets (Byte)* zwischen Applikationen von Host Systemen, die via einen IP Netzwerk miteinander kommunizieren. Es gilt als Stop-and-wait Protokoll.

Struktur des TCP-Segmentes:



Merkmale:

Full Duplex Data Bi-directional data flow in same connection.

MSS: maximum segment size.

Connection-oriented Initializes Channel before sending and terminates channel once everything's been sent.

Handshakeing (exchange of control messages).

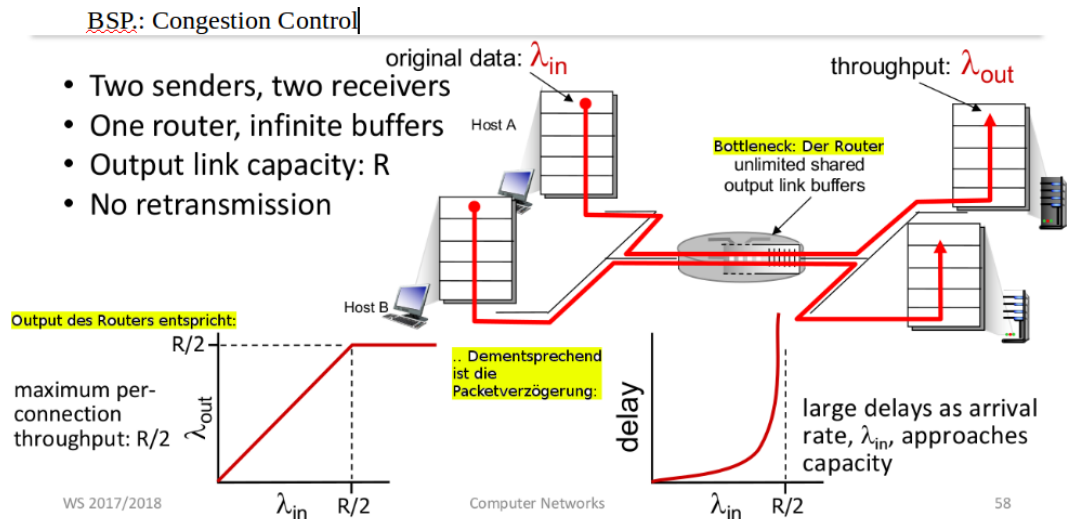
Flow Control Receiver controls sending rate of the Sender – Empfänger übermittelt Überlauf des Empfangsbuffers.

Congestion Control Bei zuvielen Daten von zuvielen Quellen: Verwurf von Daten auf der Netzwerkschicht durch Bufferoverflow.

Point-to-point One sender, one receiver.

Reliable, in-order byte stream No message boundaries.

Pipelined TCP congestion and flow control set window size.



Flow Control:

- Der Empfänger zeigt dem Sender das noch freie Buffer zur Verfügung steht, indem ein `rwnd` Wert im TCP Header mitgesendet wird.
 - `RcvBuffer` Größe wird mittels einer Socket Option gesetzt (Defaultwert typischerweise 4096 bytes).
 - Viele OS setzen `RcvBuffer` automatisch.

Congestion Control:

- Informally: "too many sources sending too much data too fast for network to handle."
- Different from flow control!
- Manifestations:
 - Lost packets (buffer overflow at routers).
 - Long delays (queueing in router buffers).
- A top-10 problem!

Wichtige Flags bei TCP:

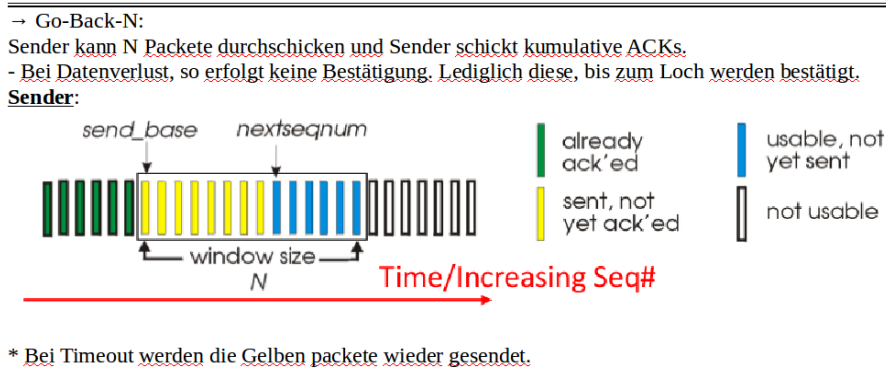
SYN-Flag Initiiere Channel,

FIN-Flag Terminiere Channel,

ACK-Flag Authentifiziert die ACK.

TCP im großem Ausmaß wird üblicherweise via Go-Back-N oder Selective Repeat implementiert.

Abbildung 1: G-Back-N



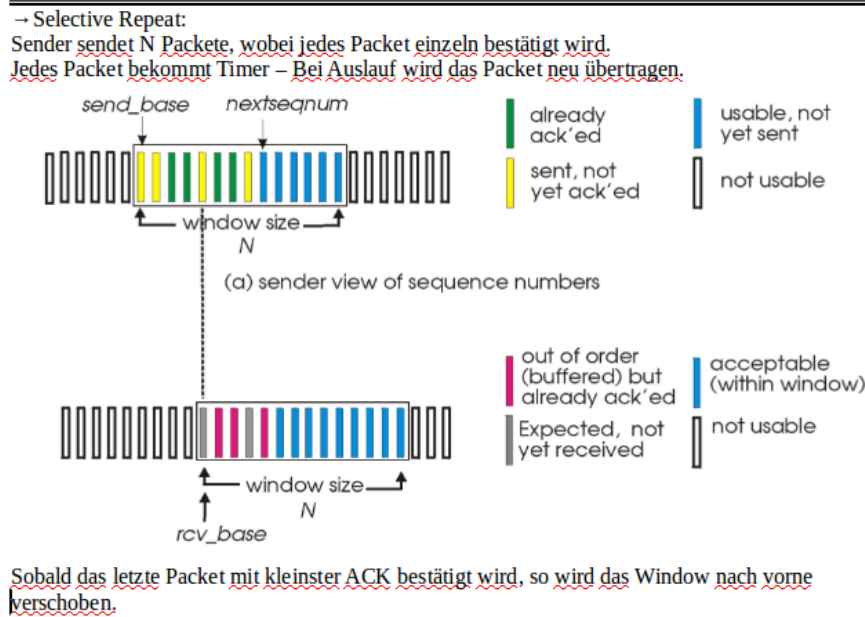
G-Back-N (GBN)

- Der Sender kann bis zu N **unack'ed Pakete** in der Pipeline haben.
- Der Empfänger sendet nur ein kumulatives **ack**
 - Wenn eine Lücke darin ist, wird kein **ack packet** gesendet.
- Sender hat einen Timer für das älteste *unack* Paket.
 - Wenn der Timer ausläuft, werden alle *unack* Pakete wiedergesendet.

Selective Repeat

- Der Empfänger sendet individuelle acknowledgements für jedes korrekt erhaltene Paket.
 - Buffered die Pakete, falls notwendig, für eventuelle *in-order delivery* an den upper layer.
- Der Sender muss nur die Pakete wieder senden, für welche das ACK noch nicht erhalten wurde.
 - Daher ein Sender Timer für jedes unACK'ed Paket.

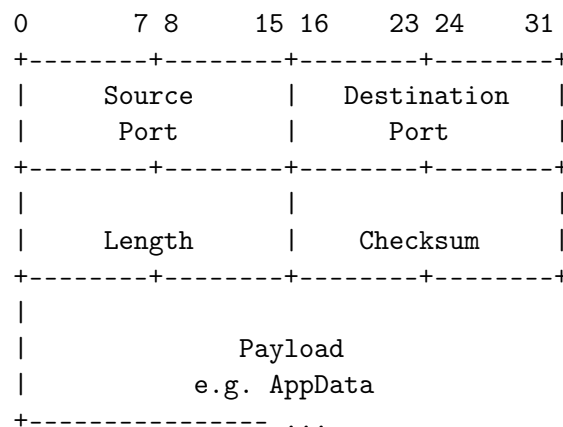
Abbildung 2: Selective Repeat



2.10 UDP

UDP ist im Grunde das Gegenstück zu TCP: Verbindungsfreie Datenübertragung ohne Sicherheiten, Zustandslose, jedoch weitaus schneller als TCP, aufgrund des fehlenden Overheads durch den Handshake und mit kleinerem Header.

UDP-Struktur:



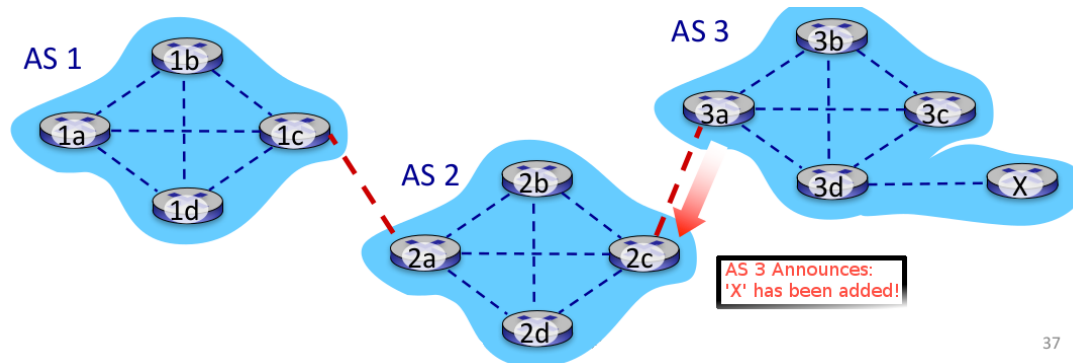
→ Daraus resultiert: Das kleinste UDP-Segment ist 8 Byte lang - Mit leerem Payload und den Headern zu je 2 Byte.

2.11 BGP

Das Border Gateway Protocol ist das Routingprotokoll das Autonome Systeme miteinander verbindet. Es ist Teil der Anwendungsschicht und basiert auf TCP.

Im Rahmen von BGP existieren **eBGP**, external BGP und **iBGP**, internal BGP. Internal BGP steht für das Routing innerhalb eines Subsystemes und External BGP steht für das Routing von Paketen in andere BGP-Systeme.

Das iBGP trackt hierbei stets, welche Elemente im jeweiligen System sind. Wird eine Komponente hinzugefügt, so wird dies über den eBGP-Knoten weitervermittelt.



37

AS2 informs AS1 aswell that AS3 has added 'X'

Das Routing innerhalb von BGP basiert auf mehreren Möglichkeiten:

1. Lokale Präferenz
2. Shortest AS-Path
3. Closest NEXT-HOP – Also known as Hot Potatoe Routing
4. Other, specifiable Criteria or identifiers.

2.12 OSPF

Das Open Shortest Path First ist ein Link State-Protocol und basiert auf dem Dijkstra-Algorithmus. Es ist im Gegensatz zu BGP in der Vermittlungsschicht angesiedelt.

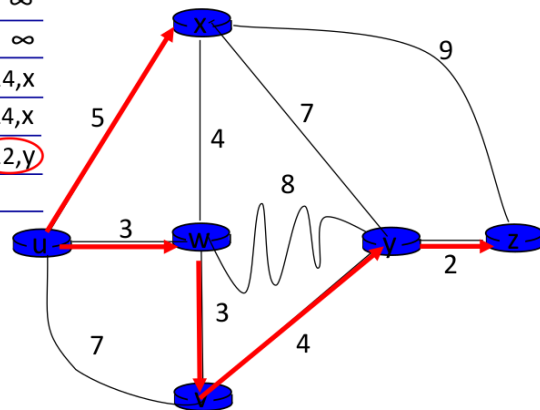
Der Dijkstra-Algorithmus:

Step	N'	D(v) p(v)	D(w) p(w)	D(x) p(x)	D(y) p(y)	D(z) p(z)
0	u	7,u	3,u	5,u	∞	∞
1	uw	6,w		5,u	11,w	∞
2	uwx	6,w			11,w	14,x
3	uwxv				10,v	14,x
4	uwxvy					12,y
5	uwxvyz					

Notes:

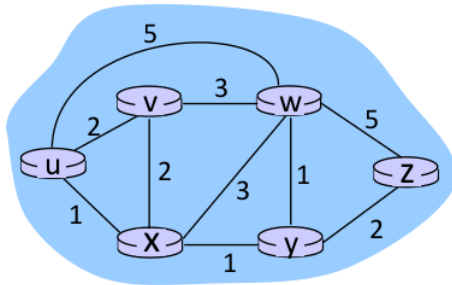
Construct shortest path tree by tracing predecessor nodes

Ties can exist (can be broken arbitrarily)



Wähle günstigste Kante für jeden Fall. Beachte noch offene Knoten!

Alternativ ist auch der Distanz-Vektor Algorithmus anwendbar:



Clearly, $d_v(z) = 5$, $d_x(z) = 3$, $d_w(z) = 3$

Bellman-Ford equation says:

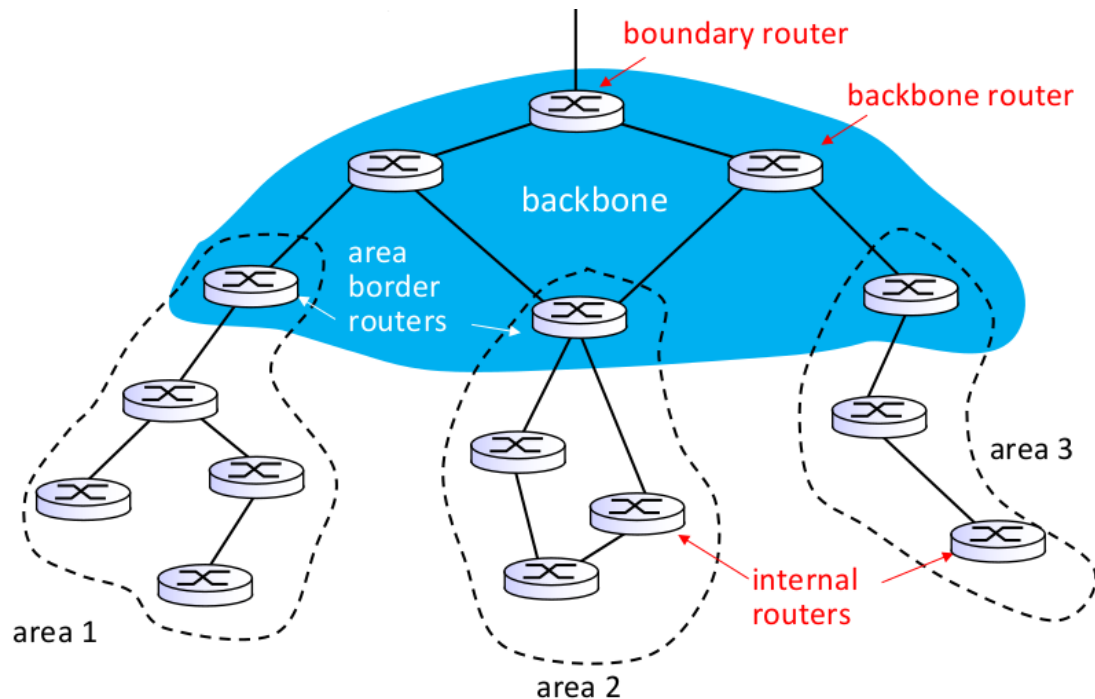
$$\begin{aligned}
 d_u(z) &= \min \{ c(u,v) + d_v(z), \\
 &\quad c(u,x) + d_x(z), \\
 &\quad c(u,w) + d_w(z) \} \\
 &= \min \{ 2 + 5, \\
 &\quad 1 + 3, \\
 &\quad 5 + 3 \} = 4
 \end{aligned}$$

Node achieving minimum is next hop in shortest path, used in forwarding table

Wähle Minimum aller Pfade von Knoten a zu b, wobei d_u die Distanz zum Knoten u von Knoten d(z) darstellt.

Es garantiert schleifenfreies Routing, es überwacht Nachbarn (Area-Konzept) und ist damit leichter zu warten, es unterstützt Klassenlose Internetadressierungen und kann im Fehlerfall des Routings das Bidirectional Forwarding Detection-Protokoll nutzen.

OSPF hält sich beim Routing immer an eine spezifische Hierarchie:

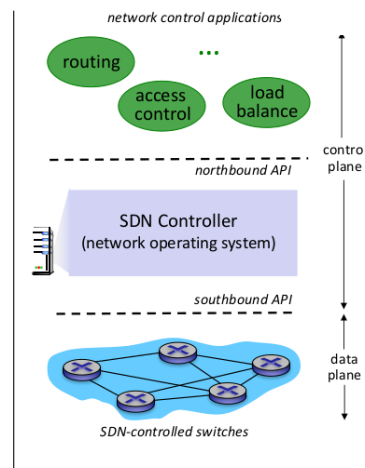


2.13 SDN

Das Software-Defined Networking ist ein, umgangssprachlich genannter, Clusterfuck mehrerer Protokolle, die aufeinander aufbauen und via Hardware gemanaged werden. Es implementiert Flow-Based forwarding, es trennt Dataplane und Control Plane mittels Switches und verfügt über ein programmierbares Netzwerk.

Prinzipiell gibt es die SDN Control Applications, den SDN Controller und die SDN-Controlled switches.

1. Die Kontrollapplikationen dienen dem konkreten Steuern des SDN.
2. Der SDN Controller erhält die Konsistenz des Netzwerkes. Als Verteiltes System hat es Zugriff auf sowohl Applikationen als auch Switches.
3. Die SDN Switches dienen dem Forwarding.



2.14 TDMA, FDMA, CDMA

TDMA, FDMA und CDMA dienen beispielgebend dazu, wie man Verbindungen effektiv einteilen kann.

1. TDMA

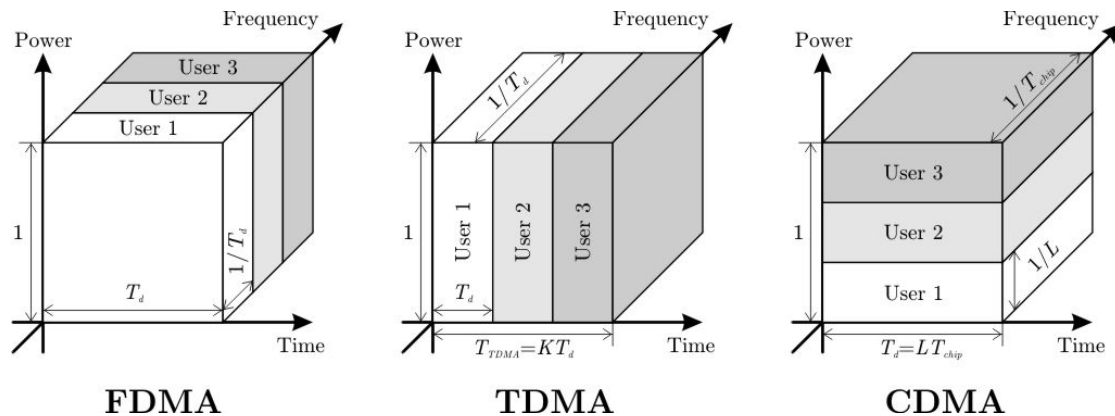
Im Time Division Multiple Access-Verfahren bekommt jeder User mittels zeitlichem Multiplexing einen Zeitrahmen zugesprochen, in welchem er Senden darf. Hierfür bekommt dieser User den gesamten Frequenzbereich zugesprochen.

2. FDMA

In Frequency Division Multiple Access bekommt jeder User eine fixierte Frequenz auf welcher er senden darf.

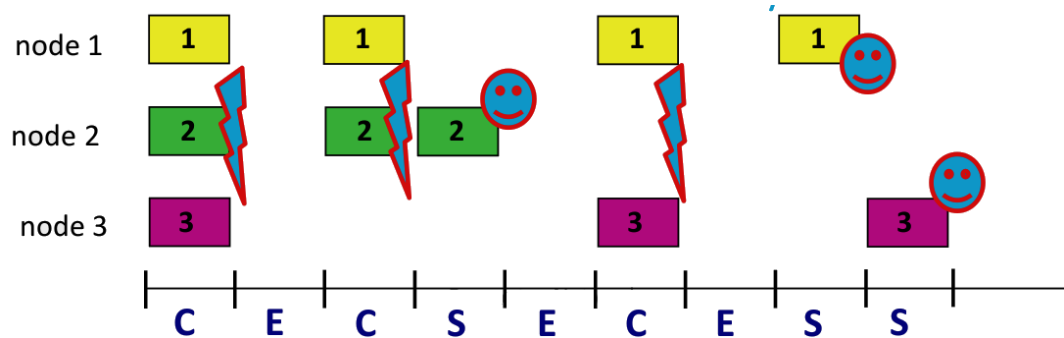
3. CDMA

Code Division Multiple Access gilt dem Wireless Bereich. Man kann simultan senden, wobei encodieren der Daten den Sender und Empfänger spezifizieren.



2.15 SALOHA

SALOHA, oder Slotted Additive Links On-Line Hawaii Area bedient sich dem TDMA, wobei jeder Slot Zeitslot miteinander synchronisiert wird. Sobald ein Frame zur Übertragung kommt, so wird dies unmittelbar für den nächsten Zeitslot eingetragen. Bei Kollisionen wird dem jeweiligen Paket ein Zeitstempel verpasst und diesem entsprechend in einen neuen Slot eingetragen.

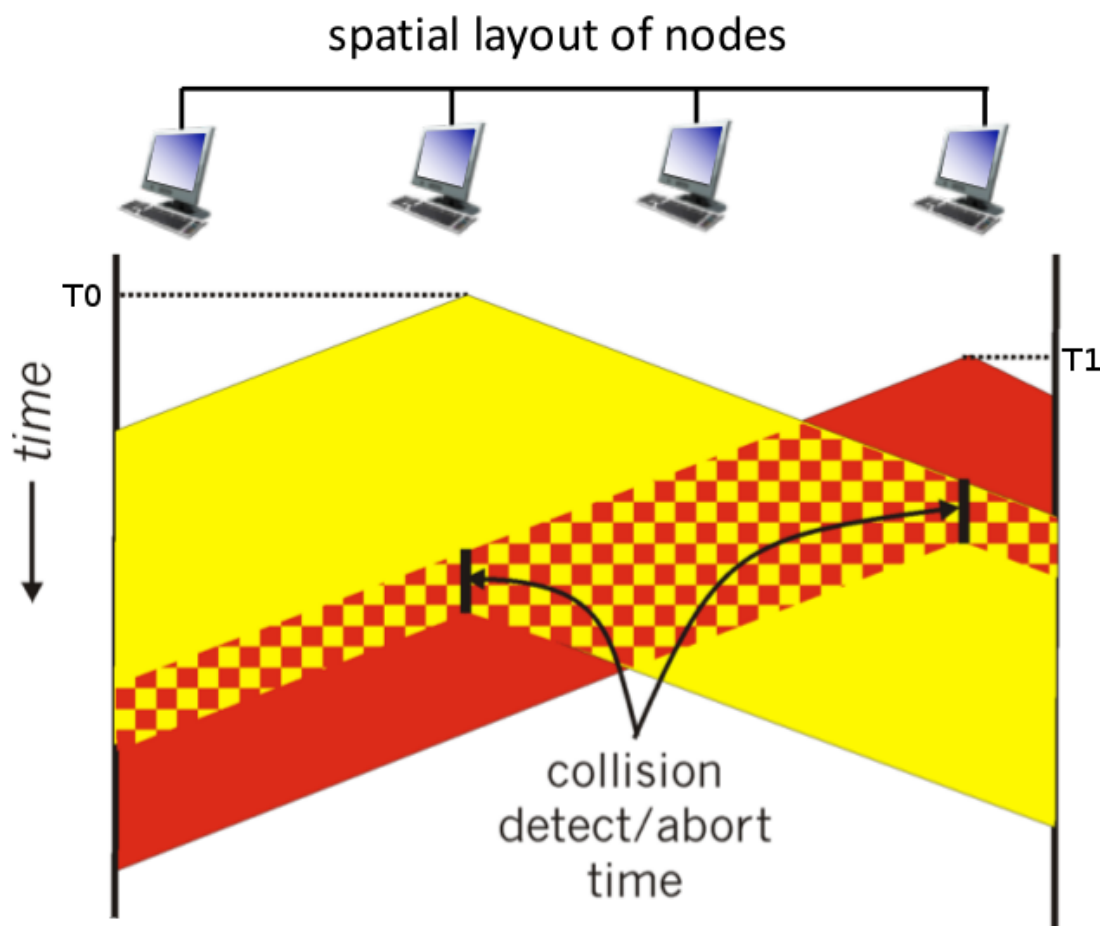


Eine weitere Version, das PURE oder unslotted ALOHA ist simpler, ohne Synchronisation. Hierbei werden eintreffende Frames sofortig gesendet. Bei einer Kollision werden die Übertragungen abgebrochen und man erwartet eine ACK des Empfängers – Siehe CSMA/CD.

2.16 CSMA/CD

Das Carrier Sensing Multiple Access/Collision Detection ist eine umfassende Übertragungsstruktur, aufbauend auf TDMA. In CSMA wird aktiv mitgehört wann eine Station etwas sendet. Wenn der Übertragungskanal unbenutzt ist, so startet unmittelbar die Übertragung. Ist der Kanal besetzt, so wird die Übertragung verlegt. Generell dient es im Ethernet.

Einzelne Übertragungsstationen agieren in einem spezifischen Frequenzbereich:



Kollision entdeckt – erwarte ACK

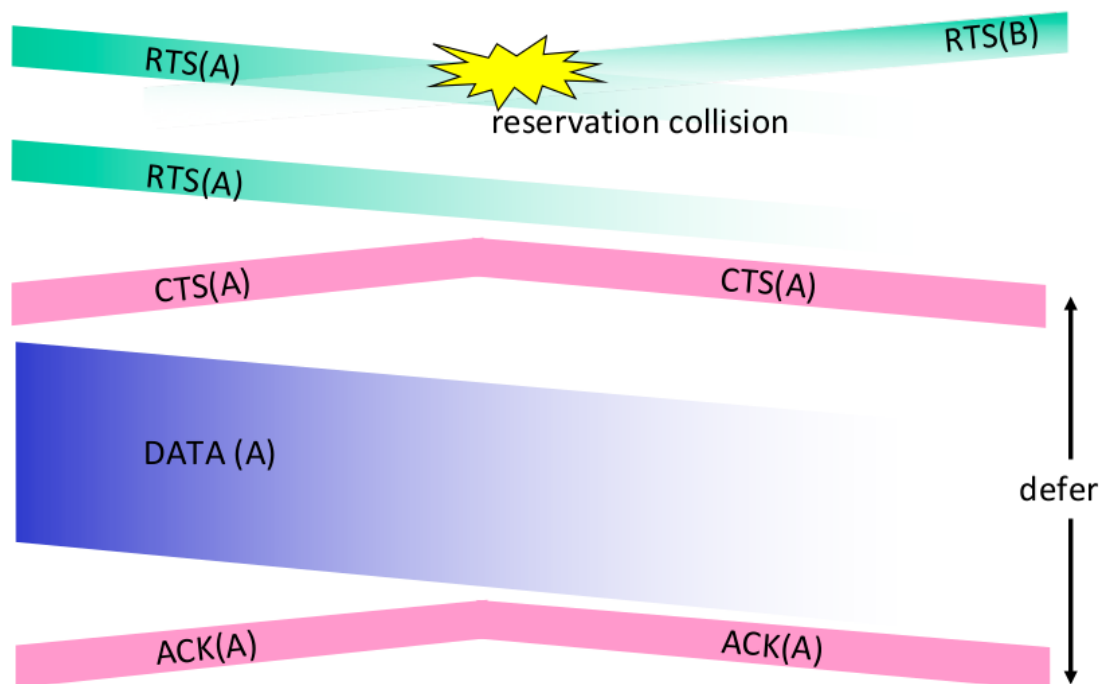
Wird keine Kollision entdeckt, so wird die Datei normal übertragen. Sollte eine Kollision entdeckt werden, so wird die Übertragung abgebrochen. Und die Übertragung wird

später ausgeführt, wobei man per Kollision exponentiell lange wartet.

2.17 CSMA/CA

Carrier Sensing Multiple Access/Collision Avoidance unterscheidet sich weitgehend von dessen Konterpart, CD. Es kombiniert mehrere Token-Topologien zu einem Protokoll und wird üblicherweise für 802.11, also WLAN, genutzt.

Innerhalb eines Netzwerkes bekommt der Router Anfragen, 'Requests to send', von den jeweiligen Geräten. Der Server sendet anschließend an alle Beteiligten im Netzwerk, dass der spezifisch gewählte Knoten senden wird und damit der Kanal besetzt ist. Nach der Datenübertragung sendet der Server eine ACK an alle, um den freien Kanal anzukündigen.



2.18 ARP

Das Address Resolution Protocol ist Teil der Netzzugangsschicht und dient der Zuordnung einer IPv4 Adressierung in Ethernet-Netzen zu einer MAC-Adresse. (IPv6 – Neighbor Discovery Protocol) Die Adresse einer jeder Schnittstelle ist dabei, theoretisch gesehen, weltweit eindeutig. Wird die MAC-Adresse des Zielrechners nicht spezifiziert, so ist ein IP-Paket unzustellbar. Jedoch kann man mithilfe von ARP die MAC-Adresse des Zielrechners.

2.19 IEEE 802.11 Wireless LAN

Das Wireless Local Area Network ist eine Verbindung via Funk. Man spezifiziert hier wiederum zwischen verschiedenen Frequenzbereichen, wodurch die Kompatibilität zu anderen Versionen nicht gegeben sein muss.

3 Networking in Java

3.1 Processes

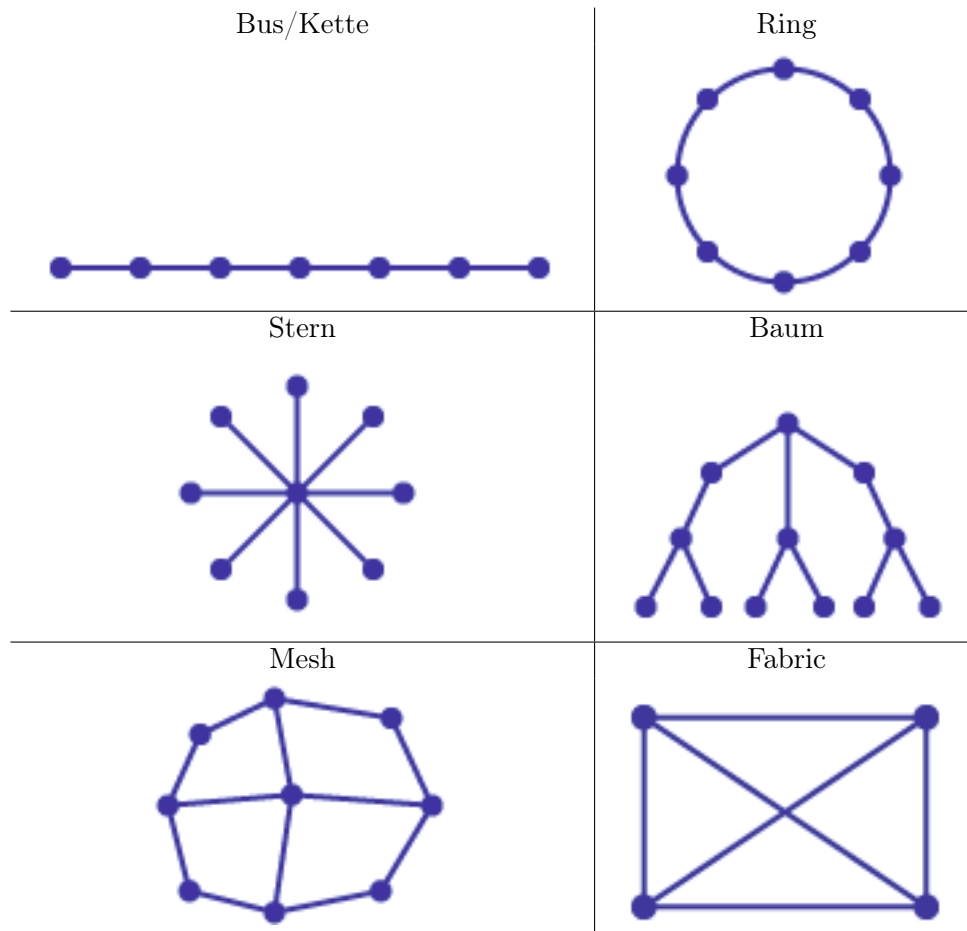
3.2 Threads

3.3 Readers and Writers

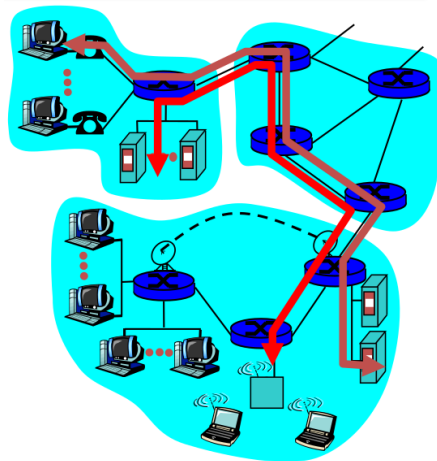
3.4 Sockets and Exceptions

4 Begriffe und Definitionen

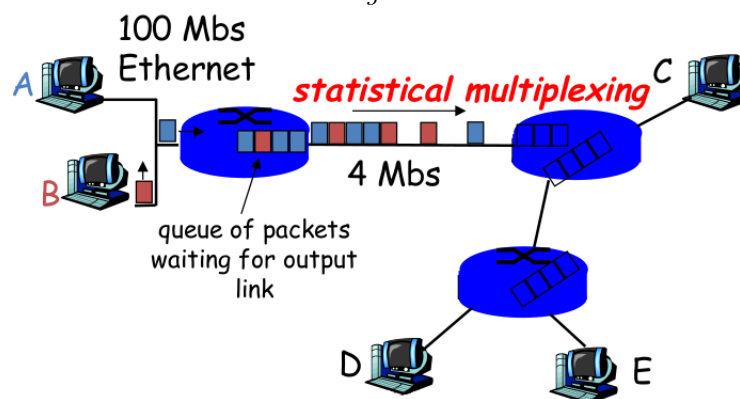
- **Das Internet:** Das Internet ist ein weltweiter Verbund von Rechnernetzwerken und autonomen Systemen (AS). Datenaustausch zweier Systeme wird spezifiziert in Protokollen, beschrieben in RFCs der Internet Engineering Task Force (IETF).
Vorläufer: ARPANet – Advanced Research Project Agency, US-Militär gefolgt von TCP/IP, DNS, Usenet und darauf Kommerz-WWW: 1991 weltweit öffentlich verfügbar.
- **Netzwerktopologie** Eine Netzwerk-Topologie ist die physikalische Anordnung von Netzwerk-Stationen, die miteinander verbunden sind. Sie ist unterteilbar in dessen *Logik* – *Wo befindet sich ein Gerät im Netzwerk* & *Physik* – *Ports und Kabel*. Typische Topologien sind:



- **Servicetypen:**
 - Connection oriented Services, auch 'Verbindungsorientierte': Ähnlich TCP. Vergleichbar mit einem Telefonanruf, beispielsweise Reliable Data Streams (Sequence of Pages or Remote Logins).
 - Connectionless Services, auch 'Verbindungslose': Ähnlich UDP. Vergleichbar mit Briefpost, oft in Form von Emails und Database queries.
- **Circuit Switching und Packet Switching:**
 - Bei Circuit Switching werden Leitungen gänzlich reserviert. Solange 2 Medien miteinander kommunizieren, können andere u.U. nichts versenden da die Leitung blockiert ist (no Sharing). Implementiert via FDMA (4 User auf 4) oder TDMA (4 User auf 1 Kanal).
 - Packet Switching bedient sich dem Aufteilen der Daten in Pakete. Zieladresse gibt an wohin das Paket gesendet werden muss, wobei die Routen je nach Forwarding-Funktion variieren.



Circuit Switching within a network.



Statistical Packet Switching.



Store And Forward Switching.

- Netzwerktypen:
 - a) Digital Subscriber Line
Nutzt Telefonverbindung zur Verbindung zum Netzwerk, DSLAM.
 - b) Cable Network
FDMA: Mehrere Nutzer hängen an einem Kabel.
 - c) Home Network
Typisches Heimnetzwerk mit zum Route verbundene Geräte.
 - d) Ethernet oder Enterprise Access Networks
Geräte sind zu einem Switch verbunden, welche mit ISP gekoppelt sind.

- Multiplexing/Demultiplexing
Beschreibt das Hinzufügen/Entfernen von Steuer- und Kontrollinformationen.
- Congestion Control und Flow Control
 - Congestion Control: Aufgrund zuvieler Quellen und Sender – Datenverwurf auf 2ter Schicht.
 - Flow Control: Empfänger benachrichtigt Sender Datenüberlauf im Router-buffer. Flow Control:
- Reliable Data Transfer
Zuverlässiger Datentransfer wird üblicherweise mittels verschiedener States gewährleistet. Vgl.: TCP
- Forwarding and Routing
 - Forwarding beschreibt den zu wählenden Pfad des Paketes.
 - Routing beschreibt den Pfad, welches das Paket zurückgelegt hat.
- MAC Adressen
Media Access Control-Adressen konkretisieren das Gerät innerhalb eines Netzes – Teil der 2. Schicht. Es gibt mehrere Arten der Syntax: 00-80-41-ae-fd-7e, wobei die Zeichentrennung via ',' gesetzt wird. Selten gibt es auch keine Zeichentrennung und es ist eine Zeichenkette.
- IPv4 und IPv6
- Routing Algorithm Classifications Es gibt mehrere Arten von Routing Algorithmen.
- Autonomous Systems in Scalable Routing
- Hot Potato Routing
- IP-Anycast
- Multiple Access Protocols
- Channel Partitioning
- The 5G Atom

4.1 Weitere Übertragungstypen

1. Adaptive Streaming
2. Client-Server Communication
3. Request-Response Protokoll
4. Stop-and-Wait
5. Go-Back-N

6. Selective Repeat
7. Classless Interdomain Routing & Network Address Translation
8. Multicast
9. OpenFlow
10. Network Management
11. Ethernet, Switches & Routers
12. Flooding
13. The Wireless Network
14. IEEE
 - a) 802.2 Logical Link Protocol - Medienzuteilung bei MAC
 - b) 802.4 Token Bus
 - c) 802.5 Token Ring
 - d) 802.11 WLAN

4.2 Berechnungen

4.2.1 Graph Abstractions of the Network

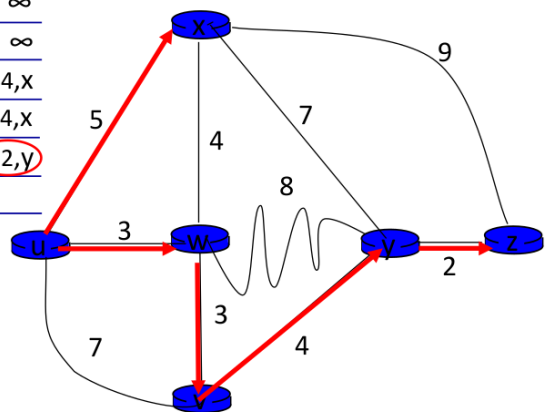
1. Dijkstra

		D(v)	D(w)	D(x)	D(y)	D(z)
Step	N'	p(v)	p(w)	p(x)	p(y)	p(z)
0	u	7,u	3,u	5,u	∞	∞
1	uw	6,w		5,u	11,w	∞
2	uwx	6,w			11,w	14,x
3	uwxv				10,v	14,x
4	uwxvy					12,y
5	uwxvyz					

Notes:

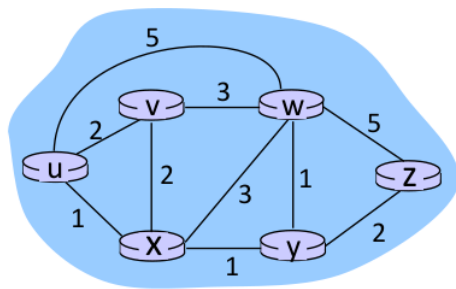
Construct shortest path tree by tracing predecessor nodes

Ties can exist (can be broken arbitrarily)



Wähle günstigste Kante für jeden Fall. Beachte noch offene Knoten!

2. Distance-Vector



Clearly, $d_v(z) = 5$, $d_x(z) = 3$, $d_w(z) = 3$

Bellman-Ford equation says:

$$\begin{aligned}
 d_u(z) &= \min \{ c(u,v) + d_v(z), \\
 &\quad c(u,x) + d_x(z), \\
 &\quad c(u,w) + d_w(z) \} \\
 &= \min \{ 2 + 5, \\
 &\quad 1 + 3, \\
 &\quad 5 + 3 \} = 4
 \end{aligned}$$

Node achieving minimum is next hop in shortest path, used in forwarding table

Wähle Minimum aller Pfade von Knoten a zu b, wobei d_u die Distanz zum Knoten u von Knoten d(z) darstellt.

4.2.2 IP-Addressberechnungen

IP-Adressberechnungen basieren auf deren Klassifizierung bzw. auf deren Netzanteil. IPv4 – Adressberechnung Bei einem Subnetz von 11111111.11111111.11111111.00000000 (255.255.255.0) wird der Netzteil auf 192.168.0 festgelegt \leftrightarrow E.g. wir besitzen 8 Bits für unsere Hostadressen.

→ Der Netzname ist predefined mit .0

→ Der Broadcast liegt auf .255

→ Wir können damit noch $2^8 - 2$ Adressen belegen, dementsprechend hat dieses Netz noch 254 Adressen zur Verfügung.

Dies funktioniert analog mit dem Klassenlosen IPv4 Verteilungsprinzip, bei welchem man die höchstwertigen Bits (von Links) dem Netzteil zuspricht. Der Rest resoliert die Anzahl an zu vergebene Adressen.

Für einen Netzteil von 192.168.120 \leftrightarrow 11000000.10101000.01111111 existiert ein möglicher Host-Adressbereich von $32 - 8 - 8 - 5 = 11$ setzbaren Bits, dementsprechend haben wir $2^{11} - 2 = 2046$ Adressen.

IPv6 – Adressberechnung

.. verläuft nach demselben Schema wie bei IPv4. Die Adressen werden in ihre Bits transformiert und es werden Netz- und Hostadressbereiche eingeteilt. Der Wert nach einer IPv6 Adresse (.../12) beschreibt die Anzahl der Bits für den Netzanteil. Der Rest der Adresse beschreibt den Hostanteil.

IPv4 to IPv6 Für eine IPv4, z.B. 192.168.99.1 erzeugt man die IPv6 Adresse durch Umschreibung in Hexadezimal. Wähle jedes Oktet und dividiere durch 16, um eine Hexadezimalzahl zu erzeugen.

192 -> C0

168 -> A8

99 -> 63

1 -> 01

Damit ist die IPv6-Representation von 192.168.99.1 die Konkatenation der Hexadezimalwerte C0A8:6301. Die Umsetzung ist vordefiniert nach dem Schema 2002:<32-Bit IPv4>:<16-Bit Network>::/64 Die vollständige IPv6-Adresse lautet 2002:C0A8:6301::1/64. (64 → '0' als 2ter Parameter von Links)

IPv6 to IPv4 Analog, nur rückwärts. Man extrahiert die 32-Bit aus der IPv6 Adresse und wandelt um. Mit C0A8 6301 haben wir insgesamt 8 Hexawerte zu je 4 Bit, dies entspricht 32 Bit. Wandle *16 in eine Dezimalzahl um und interpretiere das Ergebnis u.U. in Binärdarstellung.

4.2.3 Link Layer - Parity Checking

4.2.4 Cyclic Redundancy Check

Die Zyklische Redundanzberechnung dient der Fehlerkorrektur in Datenpaketen. Zur Datenüberprüfung wird ein Berechnungsverfahren angewandt und wenn dessen Ergebnis 0 ist, so ist der Datenblock fehlerfrei. Es dient jedoch nur zur Erkennung zufälliger Fehler, nicht zur Bestätigung der Paket-Ganzheit.

Es basiert auf der Polynomdivision und die Folge der zu übertragenden bits werden als binäres Polynom betrachtet: 1001 ist beispielsweise: $1 * x^3 + 0 * x^2 + 0 * x^1 + 1 * x^0$. Die Bitfolge wird durch ein festzulegendes Generatorpolynom mod 2 geteilt, wobei ein Rest bleibt. Dieser ist der CRC-Wert. Bei der Datenübertragung wird dieser Wert an den originalen Datenblock angehängt.

Zur Verifikation wird der Datenblock mit angehängtem CRC-Wert als Binärfolge interpretiert und erneut durch das CRC-Polynom Modulo geteilt. Ist das Ergebnis 0, so gibt es keinen Fehler.

Bsp.: CRC-Polynom: 110101 Datenblock: 11011 Der Datenblock mit Anhang ist nun 11011|00000, wobei die Anzahl der 0en der Länge des CRC-Polynoms -1 entspricht. Man erinnere sich: Das Exklusive-Or erzeugt Ergebnisse wie folgt:

$$\begin{array}{ll} 0 \wedge 0 = 0 & 1 \wedge 1 = 0 \\ 0 \wedge 1 = 1 & 1 \wedge 0 = 1 \end{array}$$

Mittels Exklusive-OR wird nun der Block mit Anhang durchdividiert:

```

1101100000
110101
-----
0000110000
  110101
-----
    00101   -> Rest

```

Der Rest, 00101 wird nun dem originalen Datenblock angehängt und komplett übertragen:
1101100101

Bei Datentransfer wird erneut durch das CRC-Polynom dividiert:

```
1101100101
110101
-----
0000110101
  110101
  -----
    00000
```

Hierbei haben wir den Restwert 0 und es ist damit kein Fehler aufgetreten.

4.2.5 CDMA Encoding/Decoding

5 Typische Klausurfragen & Fallbeispiele

5.1 Probeklausur WS2016/2017, 3. Termin

1. **ISO/OSI vs TCP-Referenzmodell:** Worin unterscheidet sich das ISO/OSI- vom TCP/IP Referenzmodell
2. **Transport:** Beschreibe die allgemeinen Eigenschaften von TCP bzw. UDP.
3. **HTTP:** Beschreibe HTTP (a) allgemein, hinsichtlich (b) persistenter Verbindungen, (c) Zustände und (d) Caches.
4. **Transportschicht:** Beschreibe und Skizziere die TCP-Verbindungsaufbau und TCP-Verbindungsabbau.
5. **Netzwerkschicht:** Nenne und beschreibe die drei Hauptfunktionen der Netzwerkschicht und nenne die zwei bekanntesten Routingalgorithmen.
6. **Netzwerkschicht:** Beschreibe IPv4 bzw. IPv6 und gehe auf Unterschiede ein und skizziere mögliche Ansätze zum Übergang von IPv4 und IPv6.
7. **Sicherungsschicht:** Beschreibe CSMA/CD und CSMA/CA. Wo werden die Methoden eingesetzt?
8. **Sicherungsschicht:** Beschreibe ARP.
9. **Rechnernetze Allgemein:** Beschreibe die Funktionsweise und Unterschiede von paketvermittelnden und leitungsgebundenen Netzwerken.

5.2 Frei erfundene Bsp.

5.2.1 Theorie

1. Ordne folgende Protokolle den Schichten des TCP-Modelles zu:

SMNP	•	•	Anwendungsschicht
POP3	•	•	Transportschicht
ARP	•	•	Vermittlungsschicht
DNS	•	•	Netzzugangsschicht
TLS	•	•	

2. Was ist der Unterschied zwischen Flow Control und Congestion Control?
 - An allocation problem that occurs at every level is how to keep a fast sender from swamping a slow receiver with data.
 - Feedback from the receiver to the sender is often used. This subject is called **flow control**.
 - Sometimes the problem is that the network is oversubscribed because too many computers want to send too much traffic, and the network cannot deliver it all. This overloading of the network is called **congestion**.
3. Was sind die unterschiedlichen Elemente eines Wireless Networks und wie arbeiten sie miteinander?
4. Was passiert wenn man innerhalb eines WLAN-Netzwerkes den Standort wechselt?
5. Was sind die 5 Eckpfeiler des 5G Atoms und welche Teilbereiche gibt es?
6. Was bedeutet "Multiple Access" im Rahmen des IEEE 802.11?
7. Was sind nennenswerte Unterschiede zwischen ARP und DNS?
8. Worin unterscheiden sich Router und Switches?
9. Wie funktioniert der Link Layer und was ermöglicht dieser? Skizziere!
10. Wie unterscheiden sich TDMA, FDMA, CDMA? Skizziere.
11. Wie funktioniert BGP? Gibt es äquivalente Protokolle?
12. Welche Arten der Datenübertragungen gibt es und welche grundlegenden Protokolle werden dafür implementiert? *Tip: Uni-Cast sendet von 1 zu 1 weiterem.*
13. Wie funktioniert SDN?
 - **Key Characteristics:**
 - Flow-based forwarding,
 - Separation of data plane and control plane,

- Network control functions: external to data plane switches,
 - A programmable network.
 - **Network control applications:**
 - Brains of control,
 - Unbundled: e.g., by 3rd party distinct from routing vendor or SND controller.
 - **SDN controller:**
 - Maintain network state information,
 - Interacts with network control application above via northbound API,
 - Interacts with network switches below via southbound API,
 - Implemented as distributed system for performance, scalability, fault-tolerance, robustness.
 - **Implementations:**
 - OpenFlow,
 - OpenDaylight.
14. Was sind Grundfunktionalitäten der Applikationsschicht. Welche Protokolle werden hier implementiert?
 15. Wie unterscheiden sich Data Plane und Control Plane? Gibt es unterschiedliche Variationen des Control Plane?
 16. Wie wird ein IPv6 Paket behandelt, sollte man lediglich IPv4 weitersenden können?
 17. Welche Versionen von HTTP existieren und was sind Unterschiede zwischen den einzelnen Versionstypen? Ist HTTP ein sicheres Protokoll?

5.2.2 Berechnungen

1. I seriously fucking hope this wont come.
2. Welche Arten der IP-Adressierungen gibt es? Wie werden Geräte adressiert?

5.2.3 Wahr oder Falsch

1. IEEE 802.11 ist ein Transportprotokoll.
2. Mithilfe der Datenrate-adaption kann man Datenqualität optimieren. Das SNR verstärkt diese Optimierung.
3. DAS SNR ist eine relative Maßzahl von Geräusch und Signal. Je höher das SNR, desto schlechter ist es.

4. Die Verarbeitung der MAC Adresse gehört zur Vermittlungsschicht
5. Das 802.3 ist eine veraltete Version des 802.11.
6. Der Link Layer wird abstrahiert in 2 Unterebenen, Dataplane und Controlplane.
7. P2P-Protokolle, also PPPs verwenden Switches zur Übertragung.
8. TDMA und FDMA sind zeitlich gesehen gleich schnell mit Datenübertragungen.
9. Die Abkürzung 'AS' steht für "automated Services" und steht im Zusammenhang mit Routerregionen.
10. BGP dient dem Forwarding von Paketen.
11. Bei "Multicast" sendet genau 1 Sender an beliebig viele Empfänger.
12. SDN implementiert Congestion Control.
13. Es ist möglich mittels SNMP auf Geräte im gleichen Netzwerk zuzugreifen.
14. Die Begriffe "Openflow" und "Flooding" beschreiben exakt das gleiche.
15. Die Firewall, etwa im OpenFlow, vergleicht IP-Adressen und TCP/UDP Port Nummern. Anhand dessen werden Daten akzeptiert oder gesperrt.
16. Forwarding ist ein äquivalenter Ausdruck für Routing.
17. Das Hot Potatoe Routing nutzt Flooding zur Datenweitergabe.
18. Der Networklayer implementiert die Funktionen des Forwarding und des Routing.
19. Eine IP-Adresse deckt einen Adressbereich von $2^{(32)}$ Adressen ab.
20. Jeder einzelne Router, welche ein Paket durchläuft, prüft die Checksumme des Paketes auf dessen Richtigkeit.
21. IPv6 und IPv4 unterscheiden sich lediglich durch Header, welche in IPv6 neu implementiert wurden: Priority, Flow Label und Next Header-Field.
22. TCP implementiert Multicast.
23. Existieren Bitfehler in einem Datenpaket, so können diese mithilfe der Checksumme erkannt werden.
24. Bei Selective Repeat existieren Fehlermöglichkeiten, welche den Algorithmus außer Kraft setzen.
25. Für Go-Back-N gilt: Es wird solange das gesamte Window neugesendet, bis die ACKs aller Pakete empfangen wurden.

26. Die Abfrage von IP-Adressen mittels DNS ist sowohl rekursiv als auch iterativ ausführbar.
27. Aufgerufene Adressen werden im Schnitt für 2 Tage gecached.
28. HTTP-Fehlercodes beginnend mit 5 beschreiben Klient-Fehler.

6 Typische Klausurfragen & Fallbeispiele – Lösungen

6.1 1. Klausur WS2017, 1. Termin

1. Was ist ein Request/Response Protokoll? Gebe ein Beispiel an.
2. Warum ist HTTP zustandslos? Welche Möglichkeiten gibt es Zustände einzuführen?
3. HTTP und Persistente Verbindungen und Pipelining - Wie geht das?
4. Was ist SMTP?
5. Wofür ist die Transportschicht?
6. Was ist BGP und wie unterscheidet es sich zu OSPF?
7. Welche Konflikte können beim Link-State Algorithmus und bei Distance-Vector Algorithmus entstehen?
8. Wofür steht SNMP?
9. Was ist Data Plane und Control plane? Wie wird Control plane implementiert?
10. Was ist ein kritischer Abschnitt? Gebe ein Beispiel.
11. Welche Aufgaben hat ein Router? Was ist Congestion Control und Flow Control? Skizziere letztere.

6.2 2. Klausur WS2018

1. Unterschied zwischen Prozessen und Threads.
2. Was ist der Unterschied zwischen einem Java Thread der die Thread Klasse extendet und einem Java Thread der Runnable Interface implementiert.
3. Erklären Sie allgemein das ISO/OSI Modell und geben Sie zu jeder Schicht mindestens ein Protokoll an.
4. Erklären Sie das Demultiplexing beim Empfänger (allgemein) und anhand von TCP und UDP.
5. Beschreiben Sie "Head of the line"-Problem.

6. Was sind leitungsorientierte Netzwerke und paketorientierte Netzwerke, Vor/Nachteile und wie unterscheiden sie sich.
7. Wie funktioniert das Fragmentieren von Daten im Network Layer. Warum sollte es vermieden werden?
8. Was ist das SDN? Welche Vor und Nachteile bietet es.
9. Was ist der Unterschied zwischen SMTP und SNMP und beschreiben sie diese Protokolle.
10. Beschreiben sie allgemein die MAC-Protokolle.

6.3 Probeklausur WS2016/2017, 3. Termin

1. **ISO/OSI vs TCP-Referenzmodell:** Worin unterscheidet sich das ISO/OSI- vom TCP/IP Referenzmodell?

Sie unterscheiden sich in der Aufteilung ihrer Schichten.

Das **ISO/OSI** Model nutzt 7 Schichten zum beschreiben des Netzwerkaustausches, während **TCP-IP** lediglich 4 nutzt.

ISO/OSI	TCP/IP
Anwendungsschicht	Anwendungsschicht
Darstellungsschicht	
Kom-Schicht	
Transportschicht	Transportschicht
Vermittlungsschicht	Vermittlungsschicht (IP)
Sicherungsschicht	Netzzugangsschicht
Bitübertragungsschicht	Netzzugangsschicht

2. **Transport:** Beschreibe die allgemeinen Eigenschaften von TCP bzw. UDP.

TCP	UDP
Flow Control	No Control
Congestion Control	No Control
In-Order Stream	Best-Effort-IP
Reliable Transmission	Unreliable Transmission
High overhead	Low Overhead
Connectionbuildup (Slow)	Connectionless (Fast)
Predefined Ports	Use next best Port (mostly)

3. **HTTP:** Beschreibe HTTP (a) allgemein, hinsichtlich (b) persistenter Verbindungen, (c) Zustände und (d) Caches.

(a) Das Hyper Text Transfer Protokoll beschreibt die Übertragung von Daten auf der Anwendungsschicht.

Die Anfrage hat üblicherweise die Form von

GET / http/1.1
Host: www.campus.aau.at

.. wobei GET die Form der Anfrage ist, '/' spezifiziert den Ort, hier root und 'http/1.1' ist die genutzte Protokolversion. (b) Persistente Verbindungen werden erst mit Http/1.1 implementiert. Hier wird dem Server durch 'Keepalive'-Headereintrag signalisiert, dass die Verbindung nicht abgebrochen werden soll. Pipelining ermöglicht das mittels einer Anfrage mehrere Antworten gesendet werden können - 1 Für das HTML und x für die darin enthaltenen Dokumente oder Bilder für lediglich eine Anfrage.

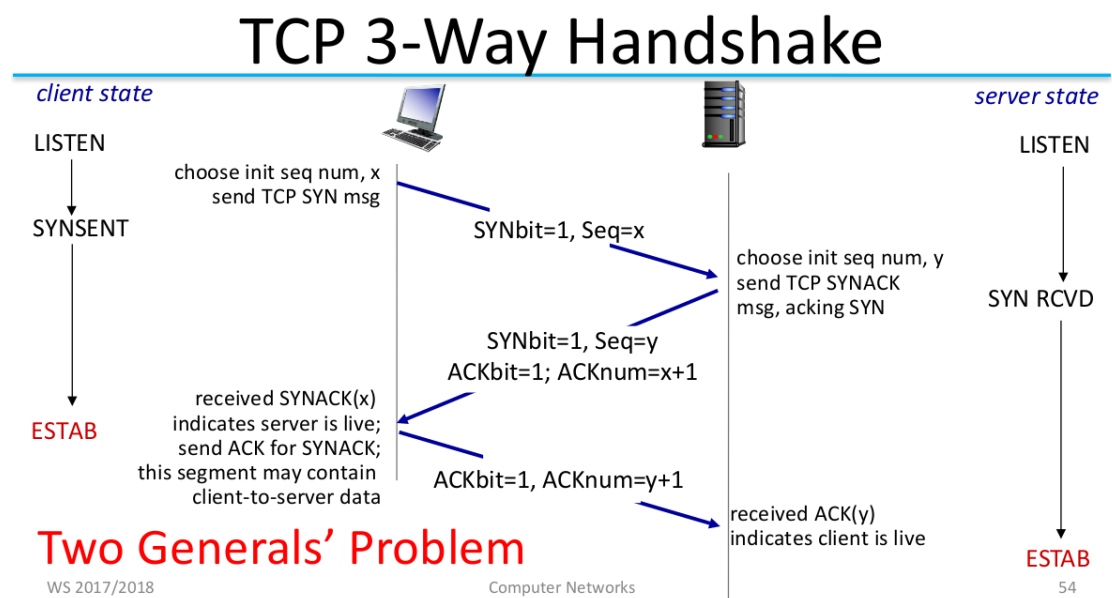
(c) HTTP ist ein Zustandsloses Protokol.

(d) Ein (shared) HTTP Cache ist ein lokaler dient dem Speichern von Anfragen, welche von mehr als einem User genutzt werden. Ziel ist es Antworten zu speichern, zur Performanzsteigerung.

Siehe auch: <https://tools.ietf.org/html/rfc7234>

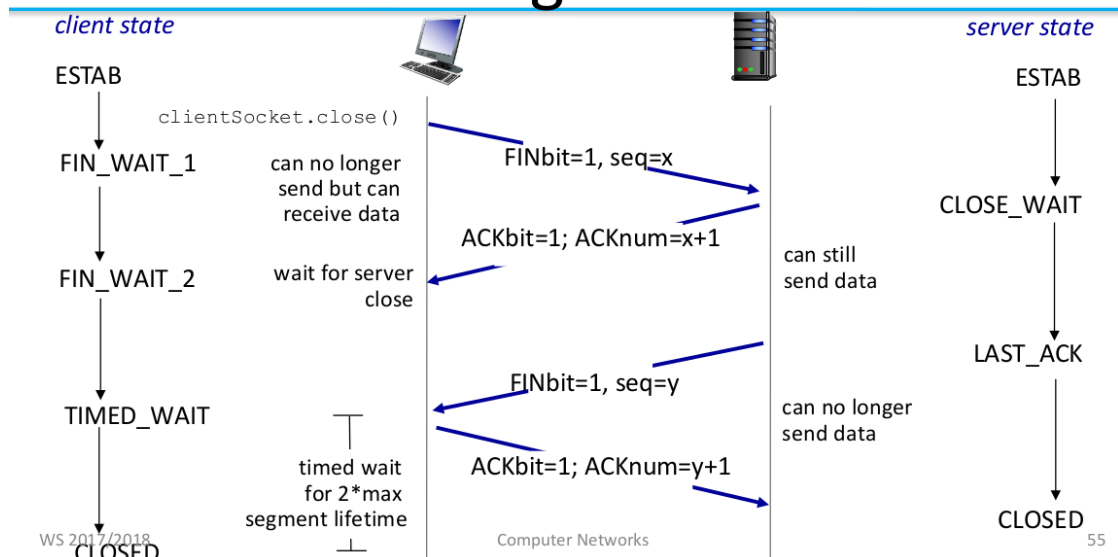
4. **Transportschicht:** Beschreibe und Skizziere die TCP-Verbindungsaufbau und TCP-Verbindungsabbau.

Der TCP-Verbindungsaufbau wird vom Klienten mittels der SYN-Flag initiiert. Erst mit einer Antwort des Server, mit SYN und ACK Flags, gilt die Verbindung als aufgebaut.



Der Abbau geschieht mittels der FIN-Flag. Sobald der Klient die Verbindung schließen möchte, so wird die FIN-Flag gesetzt, wodurch der Client keiner weiteren Daten schicken darf, jedoch noch empfangen kann. Die Verbindung ist dann abgebaut, wenn ein Klientseitiger Timer ausläuft oder die FIN-Flag seitens Server eintrifft.

TCP Closing Connection



5. **Netzwerkschicht:** Nenne und beschreibe die drei Hauptfunktionen der Netzwerkschicht und nenne die zwei bekanntesten Routingalgorithmen. Die Netzwerkschicht, oder Networklayer, dient dem Forwarding, dem Routing und der Fragmentierung der Datenpakete in Frames.

Forwarding How each router makes the decision as to where to send a packet next is called the **forwarding algorithm**.

Routing How the network makes the decision as to which path to use is called the **routing algorithm**.

Zu den bekannten Routingalgorithmen zählen der **Dijkstra-Algorithmus** oder **Link State** und der **Distance-Vector**.

6. **Netzwerkschicht:** Beschreibe IPv4 bzw. IPv6 und gehe auf Unterschiede ein und skizziere mögliche Ansätze zum Übergang von IPv4 und IPv6. IPv4 als auch IPv6 spezifiziert jedes Gerät anhand einer eindeutigen Adresse im jeweiligen Subnets.

Während IPv4 einen Adressbereich von 2^{32} , oder 256^4 , bietet, so bietet IPv6 einen Adressbereich von 2^{128} . IPv6 ist üblicherweise codiert in Hexdadezimalzahlen, wobei einzelne Blöcke mittels ':' getrennt werden.

```

https://213.213.220.07/           -- IPv4
http://[2001:0db8:85a3:08d3::0370:7344]/   -- IPv6
http://[2001:0db8:85a3:08d3::0370:7344]:8080/  -- IPV6 + Port

```

IPv4 Adressen werden in 4 verschiedene Klassen eingeteilt (Heuertags eigentlich Klassenlos berechnet):

- a) Klasse A: 8 Bit-Netz & 24 Bit Host-Adresse
- b) Klasse B: 16 Bit-Netz & 16 Bit Host-Adresse
- c) Klasse C: 24 Bit-Netz & 8 Bit Host-Adresse
- d) Klasse D: 28 Bit-Multicastgruppen

Die zu vergebenden Hostadressen berechnet sich mit $2^{\text{Anzahl an Bits fr Hostadresse}} - 2$. Dabei sind spezifische Adressen stets reserviert: 192.168.0.0/8 ist das Netzwerk selbst, während 192.168.0.255/32 ist der Broadcast innerhalb dieses Netzes.

IPv4 – Klasse C-Netzberechnung:

Bei einem Subnetz von 11111111.11111111.11111111.00000000 (255.255.255.0) wird der Netzteil auf 192.168.0 festgelegt \leftrightarrow E.g. wir besitzen 8 Bits für unsere Host-adressen.

→ Der Netiname ist predefinediert mit .0

→ Der Broadcast liegt auf .255

→ Wir können damit noch $2^8 - 2$ Adressen belegen, dementsprechend hat dieses Netz noch 254 Adressen zur Verfügung.

Dies funktioniert analog mit dem Klassenlosen IPv4 Verteilungsprinzip, bei welchem man die höchstwertigen Bits (von Links) dem Netzteil zuspricht. Der Rest resoliert die Anzahl an zu vergebene Adressen.

Für einen Netzteil von 192.168.120 \leftrightarrow 11000000.10101000.01111111 existiert ein möglicher Host-Adressbereich von $32 - 8 - 8 - 5 = 11$ setzbaren Bits, dementsprechend haben wir $2^{11} - 2 = 2046$ Adressen.

IPv6 – Adressberechnung

.. verläuft nach demselben Schema wie bei IPv4. Die Adressen werden in ihre Bits transformiert und es werden Netz- und Hostadressbereiche eingeteilt. Der Wert nach einer IPv6 Adresse (.../12) beschreibt die Anzahl der Bits für den Netzanteil. Der Rest der Adresse beschreibt den Hostanteil.

Subnetz Tabelle															
2001:0db8:0126:0000:0000:0000:0000:0000												Anzahl der IP-Adressen			
												128	-----	1	
												124	-----	16	
												120	-----	256	
												116	-----	4 096	
												112	-----	65 536	
												108	-----	1 048 576	
												104	-----	16 777 216	
												100	-----	268 435 456	
												96	-----	4 294 967 296	
												92	-----	68 719 476 736	
												88	-----	1 099 511 627 776	
												84	-----	17 592 186 044 416	
												80	-----	281 474 976 710 656	
												76	-----	4 503 599 627 370 500	
												72	-----	72 057 594 037 927 900	
												68	-----	1 152 921 504 606 850 000	
												64	-----	18 446 744 073 709 600 000	
												60	-----	295 147 905 179 353 000 000	
												56	-----	4 722 366 482 869 650 000 000	
												52	-----	75 557 863 725 914 300 000 000	
												48	-----	1 208 925 819 614 630 000 000 000	
												44	-----	19 342 813 113 834 100 000 000 000	
												40	-----	309 485 009 821 345 000 000 000 000	
												36	-----	4 951 760 157 141 520 000 000 000 000	
												32	-----	79 228 162 514 264 300 000 000 000 000	
												28	-----	1 267 650 600 228 230 000 000 000 000 000	
												24	-----	20 282 409 603 651 700 000 000 000 000 000	
												20	-----	324 518 553 658 427 000 000 000 000 000 000	

7. **Sicherungsschicht:** Beschreibe CSMA/CD und CSMA/CA. Wo werden die Methoden eingesetzt?
8. **Sicherungsschicht:** Beschreibe ARP.
9. **Rechnernetze Allgemein:** Beschreibe die Funktionsweise und Unterschiede von paketvermittelnden und leitungsgebundenen Netzwerken?

6.4 Frei erfundene Bsp.

6.4.1 Theorie

1. Ordne folgende Protokolle den Schichten des TCP-Modelles zu:

SMNP	•	•	Anwendungsschicht
POP3	•	•	Transportschicht
ARP	•	•	Vermittlungsschicht
DNS	•	•	Netzzugangsschicht
TLS	•	•	

2. Was ist der Unterschied zwischen Flow Control und Congestion Control?

3. Was sind die unterschiedlichen Elemente eines Wireless Networks und wie arbeiten sie miteinander?
4. Was passiert wenn man innerhalb eines WLAN-Netzwerkes den Standort wechselt?
5. Was sind die 5 Eckpfeiler des 5G Atoms und welche Teilbereiche gibt es?
6. Was bedeutet "Multiple Access" im Rahmen des IEEE 802.11?
7. Was sind nennenswerte Unterschiede zwischen ARP und DNS?
8. Worin unterscheiden sich Router und Switches?
9. Wie funktioniert der Link Layer und was ermöglicht dieser? Skizziere!
10. Wie unterscheiden sich TDMA, FDMA, CDMA? Skizziere.
11. Wie funktioniert BGP? Gibt es äquivalente Protokolle?
12. Welche Arten der Datenübertragungen gibt es und welche grundlegenden Protokolle werden dafür implementiert? *Tip: Uni-Cast sendet von 1 zu 1 weiterem.*
13. Wie funktioniert SDN?
14. Was sind Grundfunktionalitäten der Applikationsschicht. Welche Protokolle werden hier implementiert?
15. Wie unterscheiden sich Data Plane und Control Plane? Gibt es unterschiedliche Variationen des Control Plane?
16. Wie wird ein IPv6 Paket behandelt, sollte man lediglich IPv4 weitersenden können?
17. Welche Versionen von HTTP existieren und was sind Unterschiede zwischen den einzelnen Versionstypen? Ist HTTP ein sicheres Protokoll?

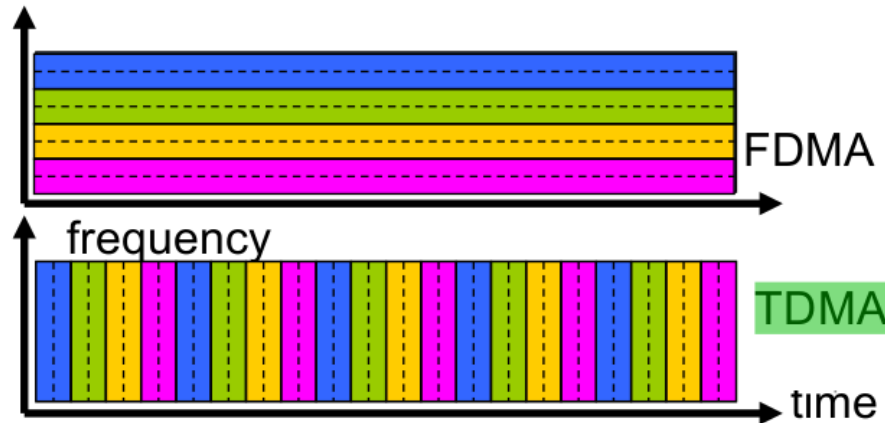
6.4.2 Berechnungen

1. I seriously fucking hope this wont come.
2. Welche Arten der IP-Adressierungen gibt es? Wie werden Geräte adressiert?

6.4.3 Wahr oder Falsch

1. IEEE 802.11 ist ein Transportprotokoll.
2. Mithilfe der Datenrate-adaption kann man Datenqualität optimieren. Das SNR verstärkt diese Optimierung.
3. DAS SNR ist eine relative Maßzahl von Geräusch und Signal. Je höher das SNR, desto schlechter ist es.

4. Die Verarbeitung der MAC Adresse gehört zur Vermittlungsschicht
5. Das 802.3 ist eine veraltete Version des 802.11.
6. Der Link Layer wird abstrahiert in 2 Unterebenen, Dataplane und Controlplane.
7. P2P-Protokolle, also PPPs, verwenden Switches zur Übertragung.
8. TDMA und FDMA sind zeitlich gesehen gleich schnell mit Datenübertragungen.
Prinzipiell Ja. Wir betrachten zunächst beide Implementierungsmöglichkeiten:



Der einzige Unterschied zwischen FDMA und TDMA ist dessen Platzkomplexität. FDMA benötigt mehr Frequenzen, wodurch das System, per User, außerordentlich groß sein muss. TDMA kann auf einem einzigen Kanal mehrere User unterhalten, jedoch auf Kosten der Qualität. Siehe auch:

<https://www.taitradioacademy.com/topic/the-difference-between-fdma-and-tdma-1>

9. Die Abkürzung 'AS' steht für "automated Services" und steht im Zusammenhang mit Routerregionen.
Falsch, AS steht für 'Autonomous System'. Diese jedoch stehen tatsächlich in Zusammenhang mit Routerregionen.
10. BGP dient dem Forwarding von Paketen.
Richtig, wobei es allgemein den Pakettransit, durch Ermitteln des nächst-günstigsten Nachbars, unterstützt.
11. Bei "Multicast" sendet genau 1 Sender an beliebig viele Empfänger.
Richtig. Normalerweise mittels UDP. .
12. SDN implementiert Congestion Control.
Falsch, SDN implementiert lediglich Flow-based forwarding. Es gibt jedoch eine Erweiterung, das SDTCP, welches Congestion control implementiert.


```

|      Identification      |Flags|      Fragment Offset      |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
| Time to Live | Protocol |      Header Checksum      |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|
|      Source Address      |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|
|      Destination Address      |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|
|      Options      |      Padding      |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

```

IPv6 Header-Felder:

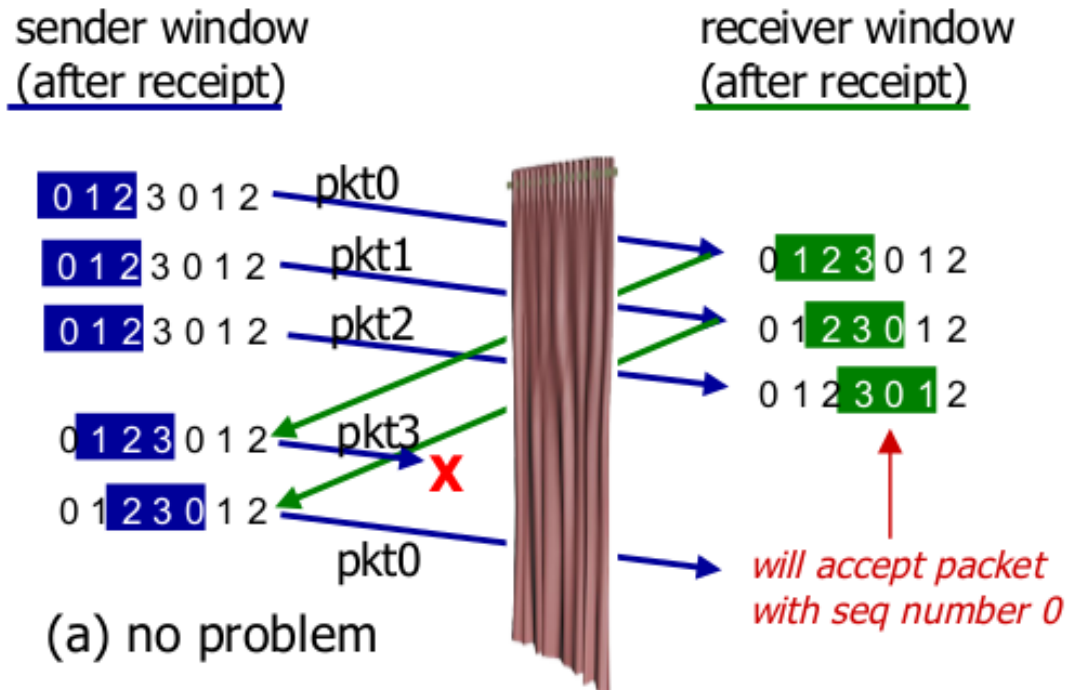
```

0      1      2      3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|Version| Traffic Class |      Flow Label      |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|
|      Payload Length      | Next Header | Hop Limit |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|
+
|
+
|      Source Address      |
+
|
+
|
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|
+
|
+
|      Destination Address      |
+
|
+
|
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

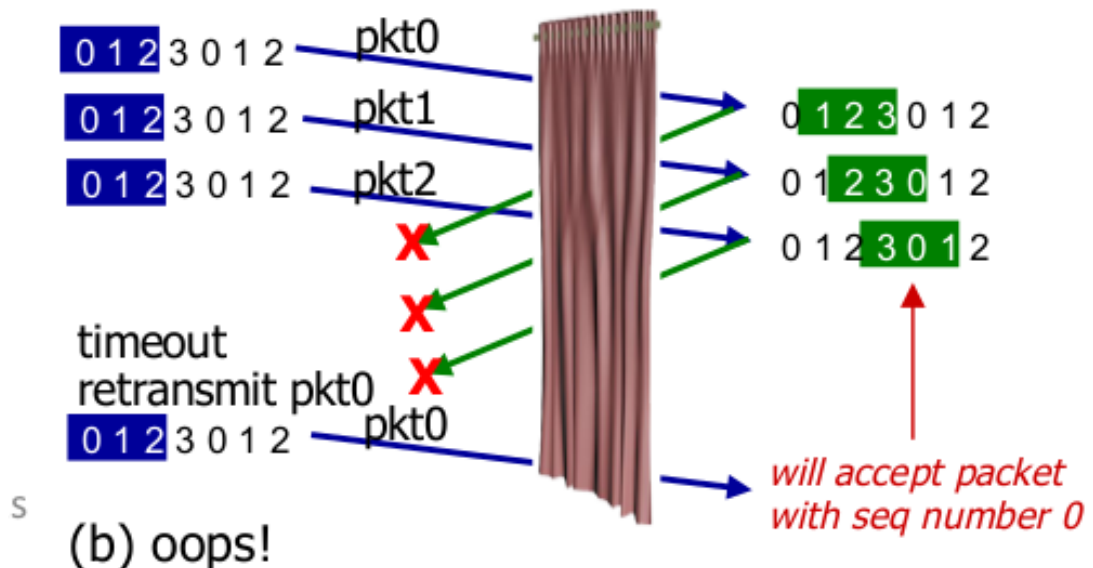
```

22. TCP implementiert Multicast.
Falsch, TCP ist ein direktes P2P Protokoll. Multicast wird mittels UDP implementiert, aufgrund des Abysmalen Overheads des TCP.
23. Existieren Bitfehler in einem Datenpaket, so können diese mithilfe der Checksumme erkannt werden.
Richtig, die Checksumme wird in jedem Router Neuberechnet.

24. Bei Selective Repeat existieren Fehlermöglichkeiten, welche den Algorithmus außer Kraft setzen.
Ja, es gibt die Möglichkeit dass bei ACK-Verlust die Synchronisation von Klient und Server flöten geht.



Receiver can't see sender side.
Receiver behavior identical in both cases!
Something's (very) wrong!



25. Für Go-Back-N gilt: Es wird solange das gesamte Window neugesendet, bis die

ACKs aller Pakete empfangen wurden.
Falsch. Es werden lediglich die Pakete gesendet, welche keine ACK zurücklieferten.
Anschließend wird das Window nach vorne verschoben. Siehe:

http://www.ccs-labs.org/teaching/rn/animations/gbn_sr/

26. Die Abfrage von IP-Adressen mittels DNS ist sowohl rekursiv als auch iterativ ausführbar.
Wahr.
27. Aufgerufene Adressen werden im Schnitt für 2 Tage gecached.
Wahr, wobei diese Zeit konfigurierbar ist.
28. HTTP-Fehlercodes beginnend mit 5 beschreiben Klient-Fehler.
Falsch, dies sind Server-Fehler. Klient-Fehler sind 4xx.

7 Sources

- <https://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/0503281.html>
- <http://www.ipv6-portal.de/tools/subnet-tabelle.html>
- <https://talvindarsingh1992.wordpress.com/2013/07/07/multiple-access-techniques-tdma-fdma/>
- VO-Folien
- Wikipedia