



# COMPUTERKOMMUNIKATION

Orientierung		
<b>Internet</b>	Netzwerk von Netzwerken (hierarchisch, öffentliches Internet und privates Intranet)	
<b>Router</b>	Nimmt ein ganzes Paket (Einheiten von Daten) entgegen, entscheidet wohin es geht, und gibt es weiter. Beinhaltet einen Puffer, um bei Überlast die Pakete warten zu lassen.	
<b>Protokolle</b>	kontrollieren das Senden und Empfangen von Nachrichten definieren das Format und die Reihenfolge, in der Nachrichten von Systemen im Netzwerk gesendet und empfangen werden, sowie die Aktionen, welche durch diese Nachrichten ausgelöst werden.	
<b>Übertragungsrates</b>	Bandbreite (Bits pro Sekunde)	
<b>Architekturen</b>	Endsysteme (Hosts)	Für Anwendungsprogramme (Web, E-Mail). Am Rand des Netzwerkes
	Client/Server	Client fragt Dienste von einem Server an (Webbrowser, E-Mail) Server: Immer eingeschaltet, feste IP-Adresse, Serverfarmen (zum skalieren)
	Peer-to-Peer	Minimaler oder gar kein Einsatz von dedizierten Servern (Skype, BitTorrent) Gut skalierbar, schwer zu kontrollieren
<b>Echo-Server</b>	alle Informationen die der Client an den Server schickt, werden unverändert retourniert	
<b>Übermittlung</b>	Leitungsvermittlung	eine dedizierte Leitung wird für jeden Ruf geschaltet (über FDM oder TDM) dedizierte Ressourcen = keine gemeinsame Nutzung
	Paketvermittlung	Daten werden in diskreten Einheiten durch das Netzwerk geleitet + nutzt Ressourcen häufig besser aus! Gut für unregelmässigen Verkehr - Überlastprobleme
<b>Verbindungen</b>	Einwahl per Modem	Bis zu 56 kbit/s exklusiv (häufig weniger) Telefonieren und Internetzugang schließen sich gegenseitig aus
	DSL (Digital Subscriber Line)	Anbieter: Telefongesellschaften (üblicherweise) Bis zu 1 Mbit/s upstream und 16 Mbit/s downstream Mitverwendung der Telefonleitung
	HFC: Hybrid Fiber Coax	Asymmetrisch: bis zu 30 Mbit/s downstream, 2 Mbit/s upstream
	LAN: lokale Netzwerke	verbindet Endsysteme mit Router (über Ethernet)
	Drahtlose (z.B. WLAN)	802.11b/g: 11/54Mbit/s (Mikrowelle, WLAN, Weitverkehr, Satellit)
<b>Struktur</b>	Tier-1 ISPs	(=Internet Service Providers) miteinander verbunden (peering)
	Tier-2 ISPs	kleinere, oft nationale oder regionale ISPs
	Tier-3 ISPs und lokale ISPs	Zugangsnetzwerke
<b>Verzögerungen</b>	Verarbeitung im Knoten	Auf Bitfehler prüfen, Wahl der ausgehenden Leitung
	Warten auf Übertragung	Wartezeit, bis das Paket auf die Ausgangsleitung gelegt werden kann.
	Übertragungsverzögerung	=Paketgrösse/Bandbreite = R/L
	Ausbreitungsverzögerung	=Länge der Leitung/Ausbreitungsgeschwindigkeit
<b>Angriffe</b>	Spyware	Aufzeichnen und Weitermelden von Informationen (Websites, Tasten)
	Virus, Würmer	
	Denial of Service-Angriffe	Angreifer sendet sehr viele Anfragen auf Zielsystem -> überlastet
	IP-Spoofing	Sende Pakete mit falscher Absenderadresse

Anwendungsschicht		
<b>Socket</b>	Eine Tür, um darüber Nachrichten zu senden und empfangen.	
<b>Identifikation</b>	durch IP (32Bit) und Portnummer)	
<b>URL</b>	Uniform Resource Locator – Adresse zu Objekt – Hostname + Pfad	
<b>HTTP [Pull]</b>	Hyper Text Transfer Protocol - verwendet TCP - Port 80 - ist zustandslos – Request oder Response	
<b>HTTP-Verbindung</b>	Nichtpersistentes HTTP	Maximal ein Objekt kann übertragen werden Verzögerung = 2RRT+Übertragungsverzögerung
	Persistentes HTTP	Mehrere Objekte können übertragen werden
<b>Pipelining</b>	Request wird geschickt, sobald die Referenz zu einem Objekt gefunden wurde. Kein Warten auf Response.	
<b>RTT</b>	Round Trip Time	
<b>Cookies</b>	HTTP-Nachrichten beinhalten den Zustand	
<b>Proxyserver</b>	(Web-Caches) Anfrage eines Clients ohne den ursprünglichen Webserver beantworten	
<b>FTP</b>	File Transfer Protocol, verwendet TCP, übertragen einer Datei von/zu einem entfernten Rechner	
<b>Mail Zustellung</b>	SMTP [Push]	verwendet TCP – Port 25 – Mehrere Objekte in einer Nachricht Zur Zustellung/Speicherung auf dem Mailserver des Empfängers
<b>Mail Abruf</b>	POP	Post Office Protocol – zustandslos
	IMAP	Internet Mail Access Protocol – bewahrt Zustand (Ordner, Nummer)
	HTTP	Hotmail, Yahoo!Mail, ...
<b>DNS</b>	Domain Name System – Datenbank um IP zu Adresse und umgekehrt zu machen	

	Host – lokaler DNS – DNS Root Server   TLD DNS Server   Autoritativer DNS Server RR (Resource Records) sind Einträge für Umwandlung (IP <-> kanonischer(=echter) Name)	
<b>P2P</b> (skaliert gut)	Napster – Design	Zentraler Indexserver, verteilter Dateitransfer (leicht abschaltbar)
	Gnutella	Vollständig verteilt (öffentliches Protokoll)
	BitTorrent	statische "Metainfo"-Datei
	Skype	über VoIP (Voice over IP) (unveröffentlichtes Protokoll)

**Transportschicht**

		Wo	Aufgabe	UDP	TCP
<b>Multiplexing</b> (sammeln)		beim Sender	Daten von mehreren Sockets einsammeln und mit Header versehen	Source Port Source IP	alle 4 Attribute
<b>Demultiplexing</b> (aufteilen)		beim Empfänger	Empfangene Segmente am richtigen Socket abliefern	Dest. Port Dest. IP	alle 4 Attribute

**TCP**

<b>Timeout</b>	grösser als Round Trip Time (RTT), die jedoch variabel ist.	
<b>Fast Retransmit</b>	Duplikate von ACK -> Annahme Packet verloren gegangen (wartet nicht auf Timeout)	
<b>Vollduplex</b>	Daten fließen in beide Richtungen	
<b>ACK</b>	= Sequenznummer des nächsten Bytes, dass von der Gegenseite erwartet wird	
<b>Flusskontrolle</b>	<b>Problem</b>	Sender kann Empfänger überfordern
	<b>Lösung</b>	Empfänger hat einen Puffer und sendet den Zustand dieses Puffers dem Sender im Header
<b>Verbindungsmanagement</b>	<b>Drei-Wege-Handshake</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Client sendet TCP-SYN Segment</li> <li>Server antwortet mit SYNACK</li> <li>Client antwortet mit ACK (enthält Daten)</li> </ol>
	<b>Close</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Client sendet TCP-FIN</li> <li>Server antwortet mit ACK und sendet ein FIN</li> <li>Client antwortet mit ACK</li> <li>Server empfängt ACK und schliesst Verbindung</li> </ol>

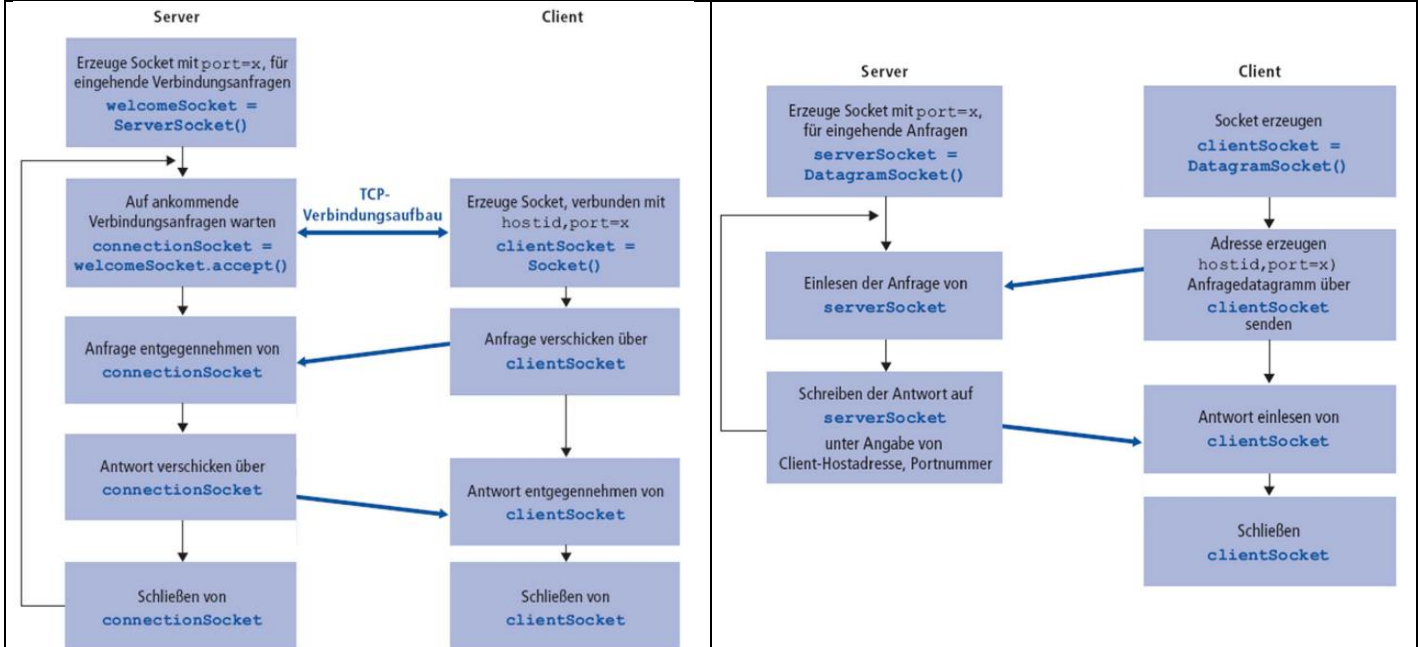
**Zuverlässigkeit durch rdt**

	Problem	Lösung																				
<b>rdt 1.0</b>	zuverlässige Übertragung über einen zuverlässigen Kanal																					
<b>rdt 2.0</b>	Kanal mit Bitfehler	-> Fehlererkennung mit Prüfsumme																				
		-> Acknowledgements (ACK) oder Negative ACK (NAK) = Rückmeldung durch Empfänger																				
<b>rdt 2.1</b>	NAK / ACK verfälscht	-> Übertragungswiederholung																				
		-> Duplikate durch Sequenznummer(0   1) identifizieren																				
<b>rdt 2.2</b>		-> Elimination von NAK ersetzen NAK mit einem ACK für letztes erhaltene Symbol																				
<b>rdt 3.0</b>	Paketverluste	-> Timer und erneute Übertragung																				
	stop & wait - Performance	Pipelining: mehrere unbestätigte Pakete - durch Buffer (Sequenznummern erhöhen, Buffer)																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Protokoll</th> <th>re-transmission</th> <th>ACK</th> <th>Empfänger-Puffer</th> <th>Sender-Puffer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>SR (Selective Repeat)</b></td> <td>1 Paket neu</td> <td>nicht kumulativ</td> <td>Ja (für Pakete ausserhalb der Reihe)</td> <td>Ja</td> </tr> <tr> <td><b>GBN (Go Back N)</b></td> <td>N Pakete neu</td> <td>kumulativ</td> <td>Nein</td> <td>Ja</td> </tr> <tr> <td><b>TCP</b></td> <td></td> <td>kumulativ</td> <td>Ja</td> <td>Ja</td> </tr> </tbody> </table>	Protokoll	re-transmission	ACK	Empfänger-Puffer	Sender-Puffer	<b>SR (Selective Repeat)</b>	1 Paket neu	nicht kumulativ	Ja (für Pakete ausserhalb der Reihe)	Ja	<b>GBN (Go Back N)</b>	N Pakete neu	kumulativ	Nein	Ja	<b>TCP</b>		kumulativ	Ja	Ja
	Protokoll	re-transmission	ACK	Empfänger-Puffer	Sender-Puffer																	
<b>SR (Selective Repeat)</b>	1 Paket neu	nicht kumulativ	Ja (für Pakete ausserhalb der Reihe)	Ja																		
<b>GBN (Go Back N)</b>	N Pakete neu	kumulativ	Nein	Ja																		
<b>TCP</b>		kumulativ	Ja	Ja																		

**Überlastkontrolle**

<b>Problem</b>	Überlast im Netz (Congestion), da nicht Rücksicht genommen wird		
<b>Lösung</b>	Ende-zu-Ende	Feststellen durch Paketverlust und Verzögerungen	z.B. TCP
	Netzwerkunterstütz	Router geben dem Endsystem Hinweise	z.B. SNA, TCP/IP ECN
<b>Mechanismen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AIMD (Erhöhe bei Increase, halbiere bei Decrease)</li> <li>Slow Start (exponentielle Steigerung bis zum Threshold dann linear im Sägezahn)</li> <li>Vorsichtiges Verhalten nach Time-out</li> </ul> Threshold = Hälfte des Verlustereignis		
<b>und dies</b>	führt zu Fairness		
<b>Auswirkungen bei Überlast</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Verzögerungen</li> <li>Übertragung wiederholen, obwohl nicht notwendig</li> <li>Router verschwendet Bandbreite bei Duplikation</li> <li>Verworfen Pakete haben Ressourcen verschwendet</li> </ol>		

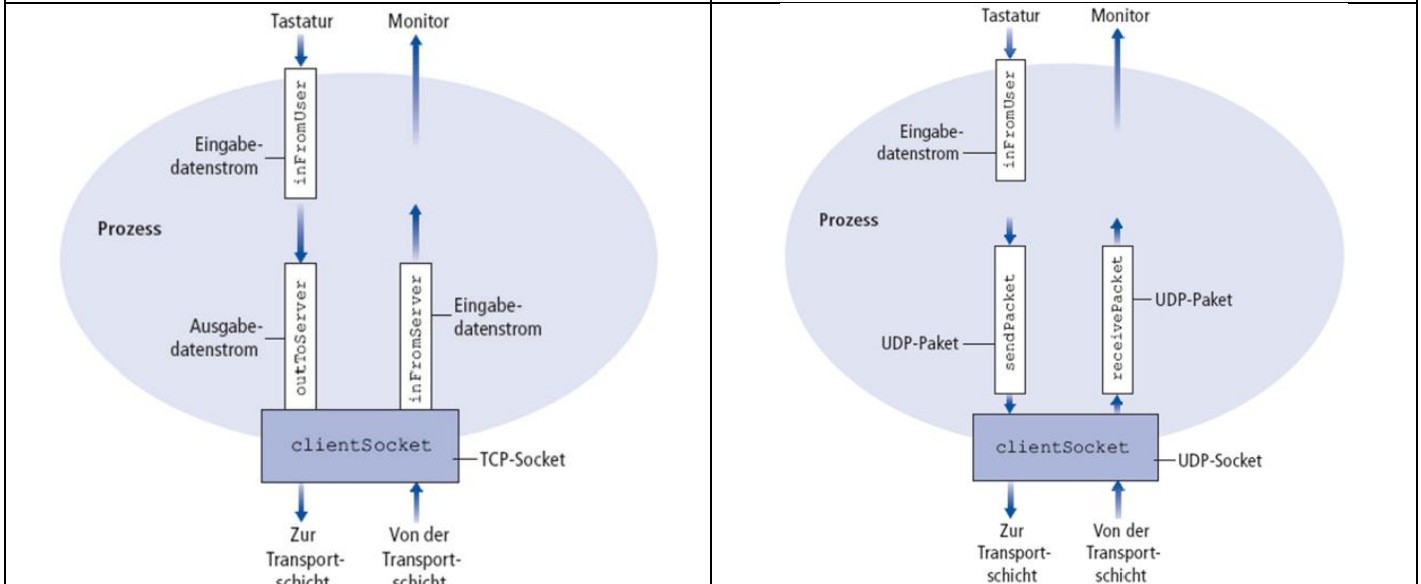
TCP – Transmission Control Protocol	UDP – User Datagram Protocol
zuverlässig (da alle Pakete ankommen)	unzuverlässig (Pakete können verloren gehen) "best effort"
Bestätigungen und Übertragungswiederholungen	zuverlässig machen -> in Anwendungsschicht implementieren
verbindungsorientiert (da Drei-Wege-Handshaking)	verbindungslos (kein Handshake)
reihenfolgeerhaltend	nicht reihenfolgeerhaltend
Flusssteuerung (mithilfe Buffer)	keine Flusssteuerung
Überlastkontrolle	keine Überlastkontrolle
Anwendungen: HTTP, FTP, Telnet, SMTP	Anwendungen: Streaming von Audio/Video, DNS, IP-Telefonie



Ziel: Datentransfer zwischen Endsystemen

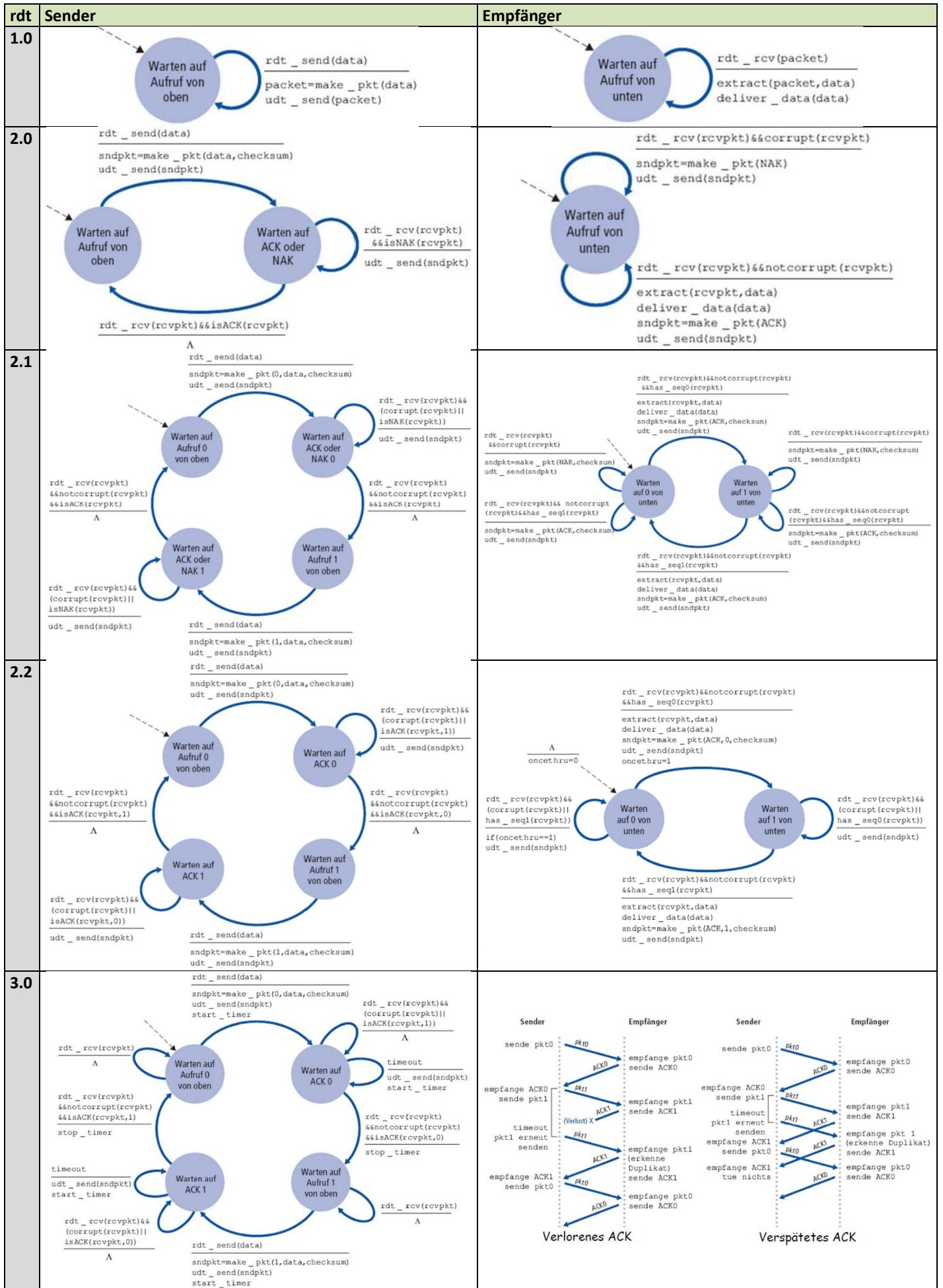
Keine Zeit- und Bandbreitengarantie

pro Client ein Socket ein Thread pro Client Server hat Liste (Hashmap) der Clients Pipelining von Segmenten	Jedes Packet braucht IP und Port UDP = IP + De-/Multiplexing + Fehlererkennung Keine Begrenzung der Rate durch Überlastkontrolle
--	--



**Definitionen**

<b>Handshaking</b>	die Datenübertragung wird vorbereitet
<b>Flusssteuerung</b>	Ein schneller Sender wird einen langsamen Empfänger nicht überfordern
<b>Überlastkontrolle</b>	Sender werden gebremst, wenn das Netzwerk überlastet ist
<b>Socket</b>	Schnittstelle auf einem Host, als eine Art "Tür" zum Computernetzwerk



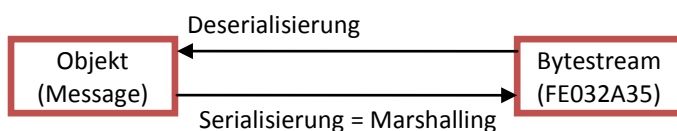
Netzwerkschicht			
<b>Allgemein</b>	Das Internet ist auf der Netzwerkschicht verbindungslos. Netzwerkschicht existiert in jedem Host und Router!		
<b>Aufgaben</b>	Weiterleiten von Paketen (Forwarding = Verhalten an Kreuzung) Wegwahl (Routing = Planen einer Strecke))		
<b>Virtuelle Leitungen VC für Virtual Channel</b>	Pfad vom Sender zum Empfänger, VC-Identifizier, Einträgen in der Routingtabelle Nicht im Internet!		
<b>Router</b>	Ausführen von Routing-Algorithmen und -Protokollen Weiterleiten von Datagrammen hat einen Input- und Outputpuffer		
<b>Switching</b>	<b>über Speicher</b>	Paket von Eingangsport in den Hauptspeicher und dann in Ausgangsport kopieren	
	<b>über Bus</b>	Nur eine Operation	
	<b>über Crossbar</b>	Alle Eingangsport sind mit allen Ausgangsport verbunden	
<b>IP - Adressklassen</b>	<b>Klasse A</b>	netid	hostid
	<b>Klasse B</b>	netid	hostid
	<b>Klasse C</b>	netid	hostid
	<b>Klasse D</b>	Multicast-Adresse	
<b>DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)</b>	<b>Ziele</b>	Automatische Vergabe von Adressen und Parametern [IP Vergabe] Keine Konfiguration der Endsysteme notwendig Unterstützung von mobilen Benutzern	
	<b>Eigenschaften</b>	verwendet UDP	
<b>NAT (Network Adress Translation)</b>	Alle Datagramme, die das lokale Netz verlassen, haben die gleiche NAT-IP-Adresse als Absender: z.B. 138.76.29.7, Unterscheidung durch Portnummern Um Adressknappheit zu beseitigen.		
<b>ICMP (Internet Control Message Protocol)</b>	für Fehlermeldungen, Echo-Anforderungen und Antwort		
<b>Tunneling</b>	IPv6 wird im Datenteil von IPv4-Datagrammen durch das klassische IPv4-Netzwerk transportiert		
<b>Routing-Algorithmen</b>	<b>Link-State</b>	Dijkstras Algorithmus (Iterativ, Alle Knoten bekannt)	
	<b>Distance-Vector</b>	Bellman-Ford-Gleichung $d_x(y) = \min\{c(x,v) + d_v(y)\}$ Jeder kennt seine Nachbarn	
	<b>Hierarchisches Routing</b>	Router werden zu Regionen zusammengefasst (autonome Systeme (AS))	
<b>Routing im Internet IGP (Interior Gateway Protocol)</b>	<b>RIP (Routing Information Protocol)</b>	Distanzvektoren werden zwischen Nachbarn alle 30 Sekunden ausgetauscht Jedes Advertisement enthält eine Liste von bis zu 25 Zielnetzwerken Distance-Vector-Algorithmus	
	<b>OSPF (Opfen Shortest Path First)</b>	Periodisches Fluten von Link-State-Paketen Topologie des Netzwerkes in jedem Router bekannt Link-State-Routing-Algorithmus	
	<b>IGRP (Interior Gateway Routing Protocol)</b>	De-facto-Standard für Inter-AS-Routing im Internet Paare von Routern (BGP-Peers) tauschen Routing-Informationen über semipermanente TCP-Verbindungen aus.	
<b>Unterscheidung</b>	<b>Intra-AS</b>	keine Politik nötig, Größenordnung nicht wichtig, Performance ist wichtig	
	<b>Inter-AS</b>	Politik nötig, Größenordnung wichtig, evtl. Politik wichtiger als Performance	
<b>Broadcast-Routing</b>	Router liefert ein Paket an alle Knoten im Netz; Broadcast = gemeinsam genutztes Medium		
<b>IP-Multicast (Adressindirektion)</b>	Sender schickt Pakete an eine Multicast-Adresse (224.0.0.0-239.255.255.255) Empfänger teilt lokalen Router mit, dass er die Pakete einer Multicast-Adresse empfangen möchte		
<b>Reverse Path Forwarding</b>	Flute das Datagramm, wenn es auf dem kürzesten Pfad kommt. Sonst ignoriere es.		
<b>Tunneling</b>	Multicast-Datagramme werden in normale IPv4-Unicast-Datagramme verpackt		

Sicherungsschicht und lokale Netzwerke	
<b>MAC-Adressen</b>	(Medium Access Control) um Sender und Empfänger zu kennzeichnen
<b>Dienste</b>	Rahmenbildung und Zugriff auf Link Zuverlässige Datenübertragung zwischen benachbarten Knoten Flusskontrolle, Fehlererkennung, Fehlerkorrektur, Halbduplex und Vollduplex
<b>EDC</b>	Error Detection and Correction Bits (Redundanz) Über Paritätsprüfung (Ein-Bit oder zweidimensional)
<b>Prüfsumme CRC</b>	Cyclic Redundancy Check, Division durch Generator G
<b>Protokolle für den Mehrfachzugriff</b>	<b>TDMA</b> (Time Division Multiple Access), Jeder hat seinen Zeitschlitz
	<b>FDMA</b> (Frequency Division Multiple Access), Jeder hat seinen Frequenzbereich
<b>Protokolle mit wahlfreiem Zugriff</b>	<b>Slotted ALOHA</b> Im nächsten Zeitschlitz übertragen Bei Kollision: mit Wahrscheinlichkeit $p$ (37%), Synchronisation notwendig
	<b>ALOHA</b> Direkt übertragen; einfacher, keine Synchronisation, höhere Kollisionsrate
	<b>CSMA</b> Zuhören vor dem Übertragen, übertrage wenn Kanal als leer erkannt wird.
	<b>CSMA/CD</b> Collision Detection, Übertragung die kollidieren werden abgebrochen
<b>Protokolle mit abwechselndem Zugriff</b>	<b>Polling</b> Master teilt das Medium explizit den sendewilligen Stationen zu
	<b>Token Passing</b> Nur wer das Token besitzt darf senden (Token-Ring, Token-Bus)
<b>Adressierung</b>	32-Bit-IP-Adresse Netzwerkschicht, Info: wo befindet sich das Zielnetzwerk; Portabilität
	48-Bit-MAC-Adresse Sicherungsschicht, Info: Adapter <b>im selben Netzwerk!!!</b> keine Portabilität
<b>ARP</b>	Address Resolution Protocol, MAC-Adresse aus IP-Adresse zu erkennen, ist Plug-and-Play
<b>Ethernet</b>	Auf CSMA/CD-Basis, Paketende durch Ruheperiode, Ethernet stellt einen unzuverlässigen (Bitfehler) und verbindungslosen (kein Verbindungsauf- und abbau) Dienst zum Austausch von Daten zwischen Stationen in einem LAN zur Verfügung Bei Kollision: Jam-Signal, um sicherzustellen, dass alle Sender die Kollision erkennen Exponential Backoff = bei Kollision Zufallszahl $[0, 2^m - 1]$ warten
<b>Hubs</b>	Bits, die ankommen werden auf alle anderen Links mit der Eingangsrate kopiert. kein CSMA/CD
<b>Switch</b>	Empfängt Ethernet-Rahmen, puffert sie und leitet sie weiter. verwendet CSMA/CD Selbst lernend (Plug-and-Play), beinhaltet Switch-Tabelle
<b>PPP (Point-to-Point)</b>	kein Mehrfachzugriff, keine explizite MAC-Adressierung, keine Zuverlässigkeit, keine Flusskontrolle Verbindungszustand überwachen, Fehlererkennung, endet mit 01111110-Byte
<b>Gateway</b>	Verpackt/Entpackt Internetpakete in das lokale Paketformat
<b>ATM</b>	Asynchronous transfer mode; Integrierter Ende-zu-Ende-Transport von Sprache, Video und Daten
<b>MPLS</b>	Weiterleiten von Paketen mit IP (Longest Prefix Matching); Mehr Kontrolle über Netzwerkverkehr

### Encoding

- <xml> / JSON (Javascript Object Notation) – meist verwendet
- TTLV (Type Length Value)
- Name Value Pairs (HTTP)
- B-encoding (Bit torrent)

### De-/Serialisierung



### Sonstiges

<b>Email</b>	ist ein asynchrones Medium (ich muss nicht zuhause sein, um Nachrichten zu empfangen)	
<b>Marshalling</b>	Umwandlung in Format für Datenübertragung	
<b>cmd-Befehle</b>	tracert 173.194.69.94	Verzögerung im Internet messen
	nslookup -type=mx yahoo.com	Mailserver herausfinden
<b>AJAX</b>	um asynchron Daten auszutauschen (Asynchronous Javascript and XML)	
<b>Servlet</b>	nehmen Anfragen über Webserver von Clients entgegen	
<b>Apache Tomcat</b>	Umgebung zur Ausführung von JAVA-Code auf Webservern	
<b>Hamlet</b>	Open-Source-System zur Generierung von dynamischen Webservern	