

COMPUTERKOMMUNIKATION

Orientierung		
Internet	Netzwerk von Netzwerken (hierarchisch, öffentliches Internet und privates Intranet)	
Router	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.	
Protokolle	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.	
Übertragungsrates	Bandbreite (Bits pro Sekunde)	
Architekturen	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
Echo-Server	alle Informationen die der Client an den Server schickt, werden unverändert retourniert	
Übermittlung	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
Verbindungen	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)
Struktur	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
Verzögerungen	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
Angriffe	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		
Socket	Eine Tür, um darüber Nachrichten zu senden und empfangen.	
Identifikation	durch IP (32Bit) und Portnummer)	
URL	Uniform Resource Locator – Adresse zu Objekt – Hostname + Pfad	
HTTP [Pull]	Hyper Text Transfer Protocol - verwendet TCP - Port 80 - ist zustandslos – Request oder Response	
HTTP-Verbindung	Nichtpersistentes HTTP	Maximal ein Objekt kann übertragen werden Verzögerung = 2RRT+Übertragungsverzögerung
	Persistentes HTTP	Mehrere Objekte können übertragen werden
Pipelining	Request wird geschickt, sobald die Referenz zu einem Objekt gefunden wurde. Kein Warten auf Response.	
RTT	Round Trip Time	
Cookies	HTTP-Nachrichten beinhalten den Zustand	
Proxyserver	(Web-Caches) Anfrage eines Clients ohne den ursprünglichen Webserver beantworten	
FTP	File Transfer Protocol, verwendet TCP, übertragen einer Datei von/zu einem entfernten Rechner	
Mail Zustellung	SMTP [Push]	verwendet TCP – Port 25 – Mehrere Objekte in einer Nachricht Zur Zustellung/Speicherung auf dem Mailserver des Empfängers
	POP	Post Office Protocol – zustandslos
Mail Abruf	IMAP	Internet Mail Access Protocol – bewahrt Zustand (Ordner, Nummer)
	HTTP	Hotmail, Yahoo!Mail, ...
DNS	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)	
P2P (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
Multiplexing (sammeln)		beim Sender	Daten von mehreren Sockets einsammeln und mit Header versehen	Source Port Source IP	alle 4 Attribute
Demultiplexing (aufteilen)		beim Empfänger	Empfangene Segmente am richtigen Socket abliefern	Dest. Port Dest. IP	alle 4 Attribute

TCP

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

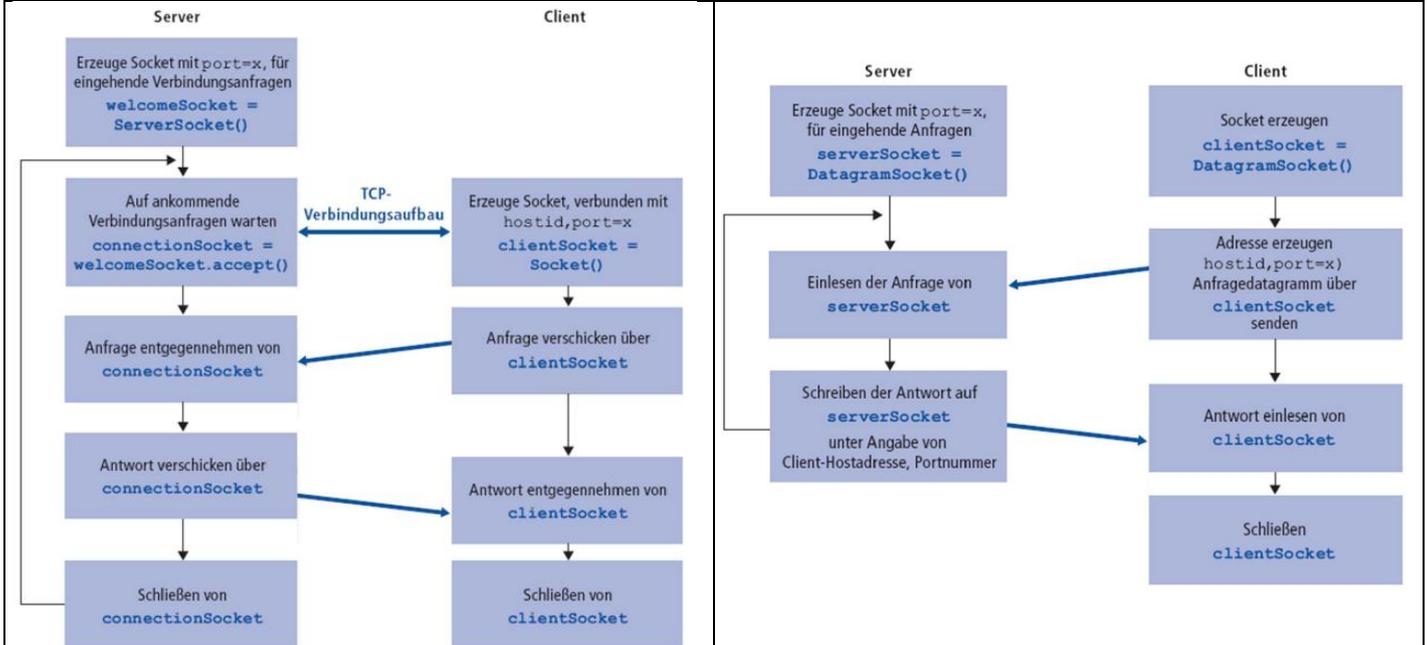
Zuverlässigkeit durch rdt

	Problem	Lösung																				
rdt 1.0	zuverlässige Übertragung über einen zuverlässigen Kanal																					
rdt 2.0	Kanal mit Bitfehler	-> Fehlererkennung mit Prüfsumme																				
		-> Acknowledgements (ACK) oder Negative ACK (NAK) = Rückmeldung durch Empfänger																				
rdt 2.1	NAK / ACK verfälscht	-> Übertragungswiederholung																				
		-> Duplikate durch Sequenznummer(0 1) identifizieren																				
rdt 2.2		-> Elimination von NAK ersetzen NAK mit einem ACK für letztes erhaltene Symbol																				
rdt 3.0	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>SR (Selective Repeat)</td> <td>1 Paket neu</td> <td>nicht kumulativ</td> <td>Ja (für Pakete ausserhalb der Reihe)</td> <td>Ja</td> </tr> <tr> <td>GBN (Go Back N)</td> <td>N Pakete neu</td> <td>kumulativ</td> <td>Nein</td> <td>Ja</td> </tr> <tr> <td>TCP</td> <td></td> <td>kumulativ</td> <td>Ja</td> <td>Ja</td> </tr> </tbody> </table>	Protokoll	re-transmission	ACK	Empfänger-Puffer	Sender-Puffer	SR (Selective Repeat)	1 Paket neu	nicht kumulativ	Ja (für Pakete ausserhalb der Reihe)	Ja	GBN (Go Back N)	N Pakete neu	kumulativ	Nein	Ja	TCP		kumulativ	Ja	Ja
	Protokoll	re-transmission	ACK	Empfänger-Puffer	Sender-Puffer																	
SR (Selective Repeat)	1 Paket neu	nicht kumulativ	Ja (für Pakete ausserhalb der Reihe)	Ja																		
GBN (Go Back N)	N Pakete neu	kumulativ	Nein	Ja																		
TCP		kumulativ	Ja	Ja																		

Überlastkontrolle

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

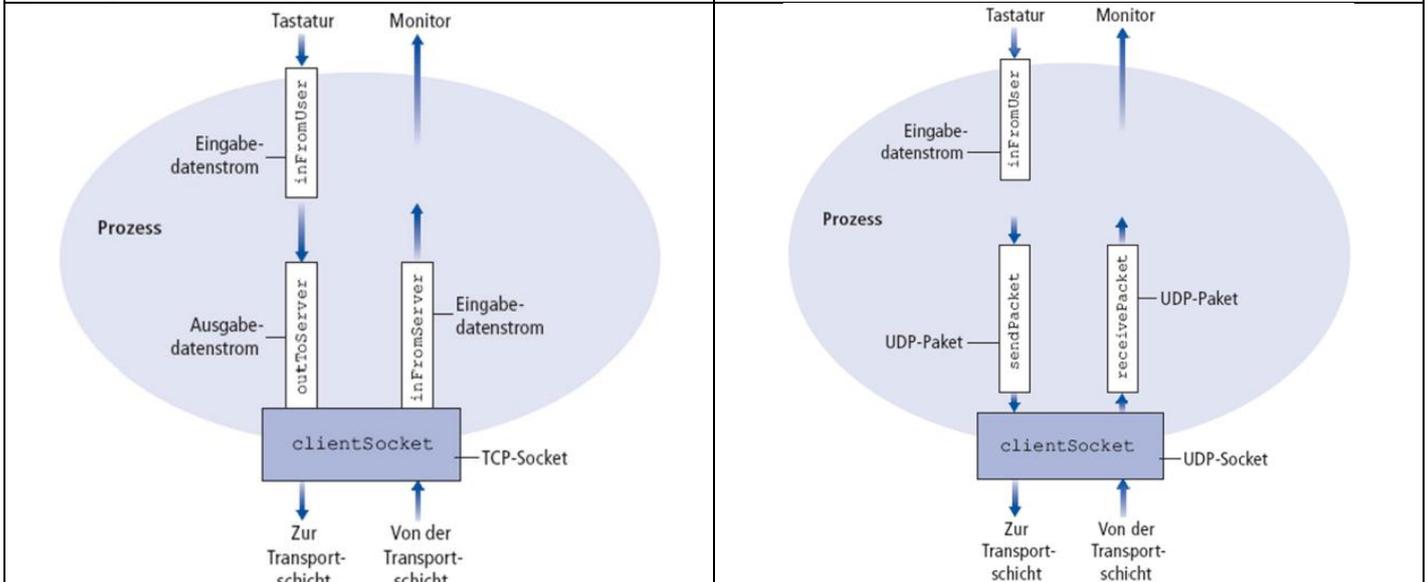
TCP – Transmission Control Protocol	UDP – User Datagram Protocol
zuverlässig (da alle Pakete ankommen)	unzuverlässig (Pakete können verloren gehen) "best effort"
Bestätigungen und Übertragungswiederholungen	zuverlässig machen -> in Anwendungsschicht implementieren
verbindungsorientiert (da Drei-Wege-Handshaking)	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

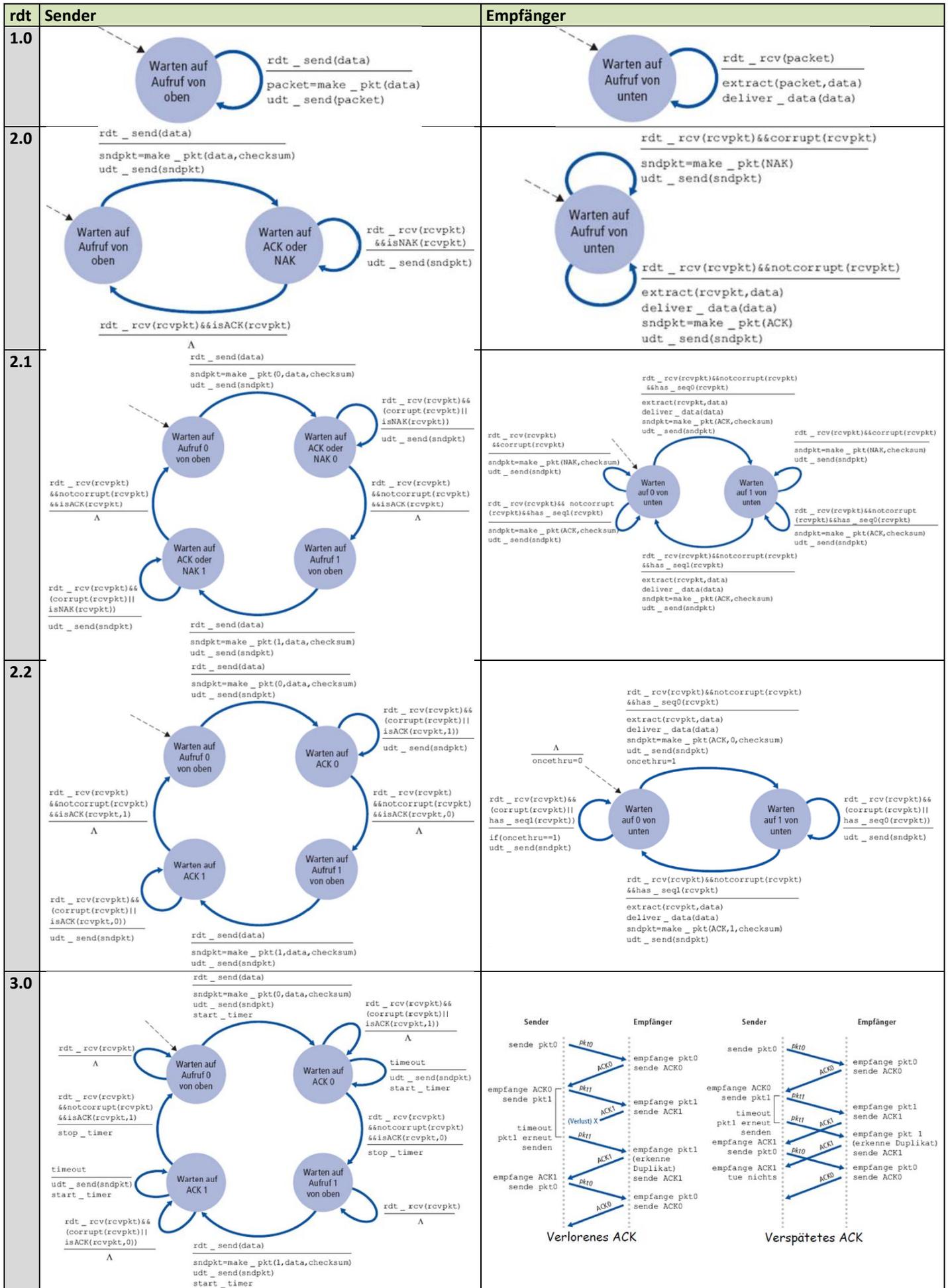
Keine Zeit- und Bandbreitengarantie

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

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

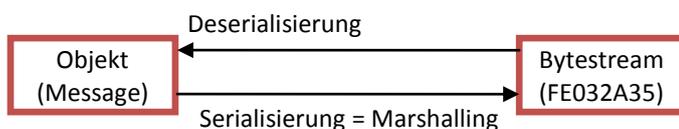


Sicherungsschicht und lokale Netzwerke	
MAC-Adressen	(Medium Access Control) um Sender und Empfänger zu kennzeichnen
Dienste	Rahmenbildung und Zugriff auf Link Zuverlässige Datenübertragung zwischen benachbarten Knoten Flusskontrolle, Fehlererkennung, Fehlerkorrektur, Halbduplex und Vollduplex
EDC	Error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

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