Transport Layer: TCP, UDP

UDP: User Datagram Protocol — connectionless

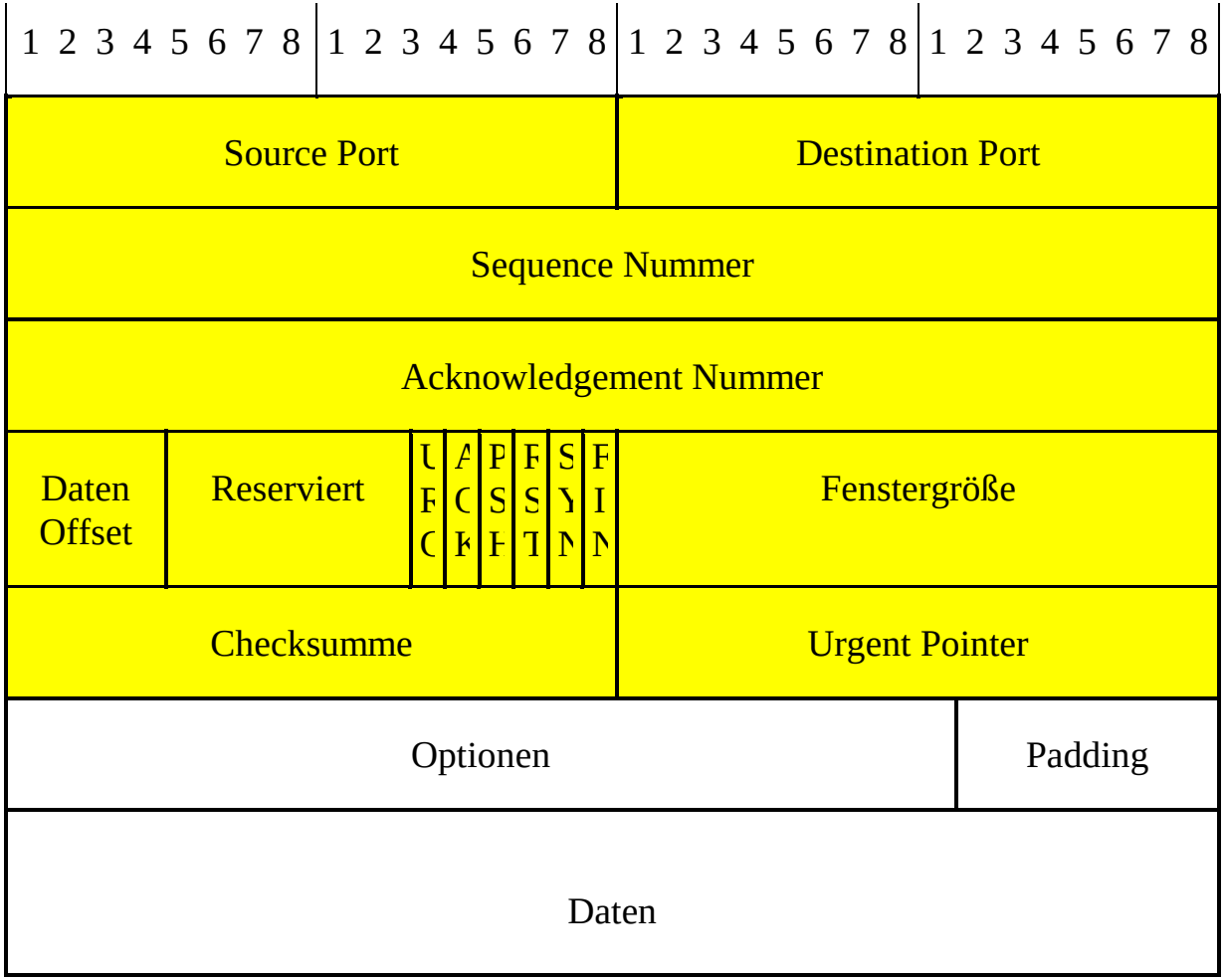
TCP: Transmission Control Protocol — connection oriented stream service
Error-free, duplicate-free, loss-free, in-sequence delivery

Application	7	Telnet SMTP FTP
Presentation	6	
Session	5	
Transport	4	**UDP TCP**
Network	3	IP
Data Link	2	not defined
Physical	1	not defined

TCP Transmission Control Protocol

Transportschicht (OSI Schicht 4). full-duplex-fähige bidirektionale virtuelle Verbindung.

Aus Benutzersicht erfolgt die Datenübertragung als Datenstrom, nicht blockweise.



Wichtige TCP-Merkmale

- **End-to-end control** (ARQ)
- **Connection control**:
  gesicherter Verbindungsaufbau, die Aufrechterhaltung der Verbindung und den Verbindungsabbau.
- **Flow control:**
  (*Sliding Window*-Mechanismus)
- **Multiplex:** für mehrere Nutzer gleichzeitig Zugang zu TCP durch mehrere Ports bereitgestellt (Zugangsadressen mit 16-Bit-Portnummer).
  Ein Verbindungspunkt (= **Socket**) besteht aus IP-und Port-Adresse.
- **Error control**:
  Sequenznummern, Prüfsumme, Quittung mit Zeitüberwachung
- **Priority**:
  Urgent-Fkt. = beim Senden
  Push-Funktion = beim Empfangen

TCP Header Information

Source Port: identifiziert Anwendung auf der Senderseite; Endpunkt der virtuellen Verbindung.

Destination Port: Empfänger-Portnummer; identifiziert die Anwendung auf der Empfängerseite.

Sequence Number: Daten werden in Segmente aufgeteilt;
die Sequenznummer ist die Nummer des ersten im Segment enthaltenen Datenbytes.

Acknowledgement Number: Die Quittungsnummer für ordnungsgemäß empfange Bytes

Data Offset: Länge des TCP-Protokollkopfes

Reserved: für zukünftige Nutzung reserviert.

Code: eine Reihe von Flags

URG	urgent: Zeiger im Urgent-Feld ist gültig, d.h Meldung mit Priorität
ACK	acknowledge: Quittungsnummer ist gültig
PSH	push: Daten sofort senden bzw. empfangene Daten sofort weitergeben;
RST	reset: Rücksetzen der Verbindung oder Antwort auf ein ungültiges Segment
SYN	synchronise: Verbindungsaufbauwunsch, Segment muß quittiert werden
FIN	Einseitiger Verbindungsabbau und Ende des Datenstroms aus dieser Richtung.

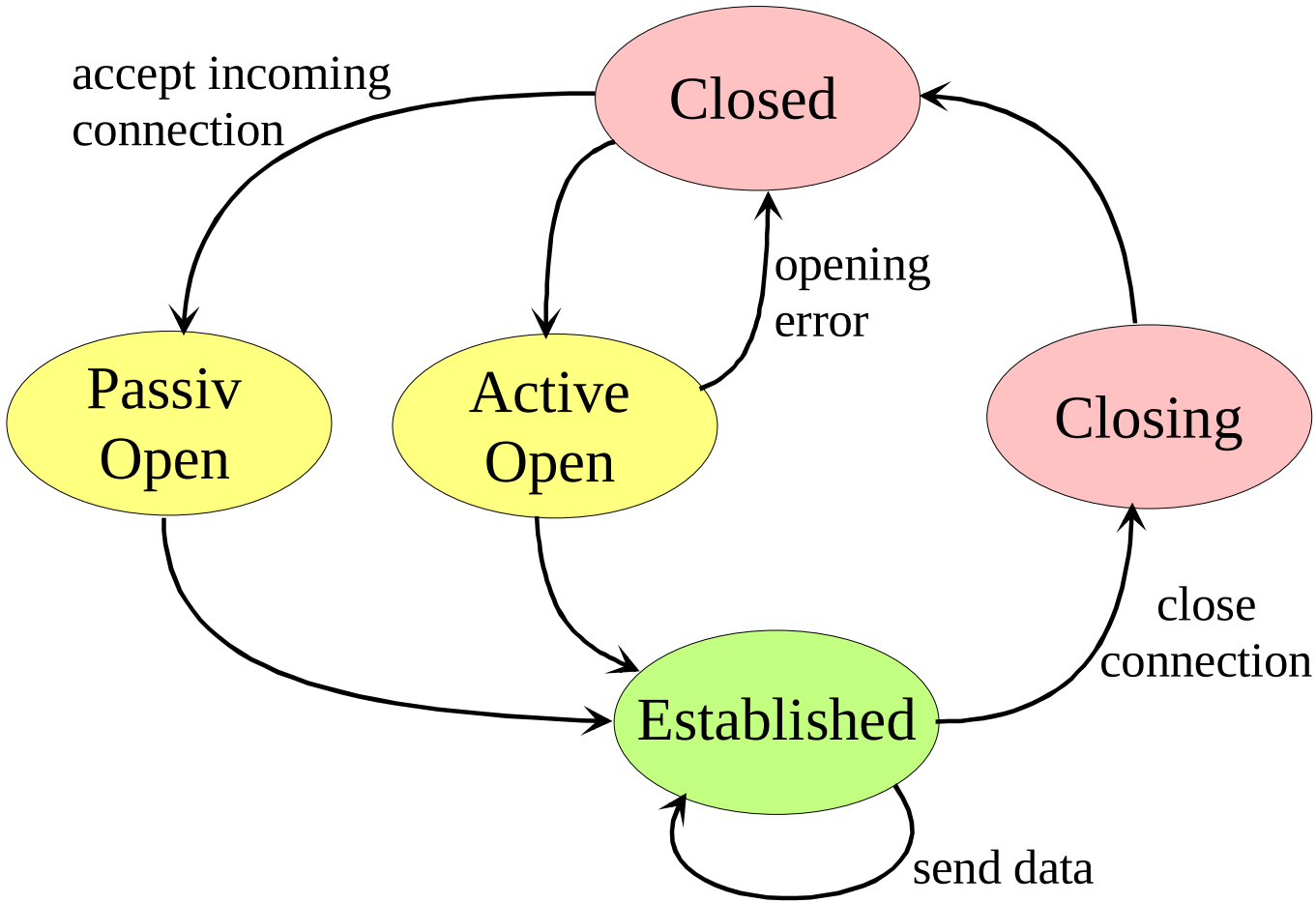
Window: Fenstergröße = Anzahl von Bytes

Checksum: Die Prüfsumme über Protokollkopf und Daten.

Urgent Pointer: r kennzeichnet das letzte vordringlich abzuliefernde Datenbyte.

Options: Aushandeln von Protokollparametern, z.B. das Aushandeln der Segmentgröße.

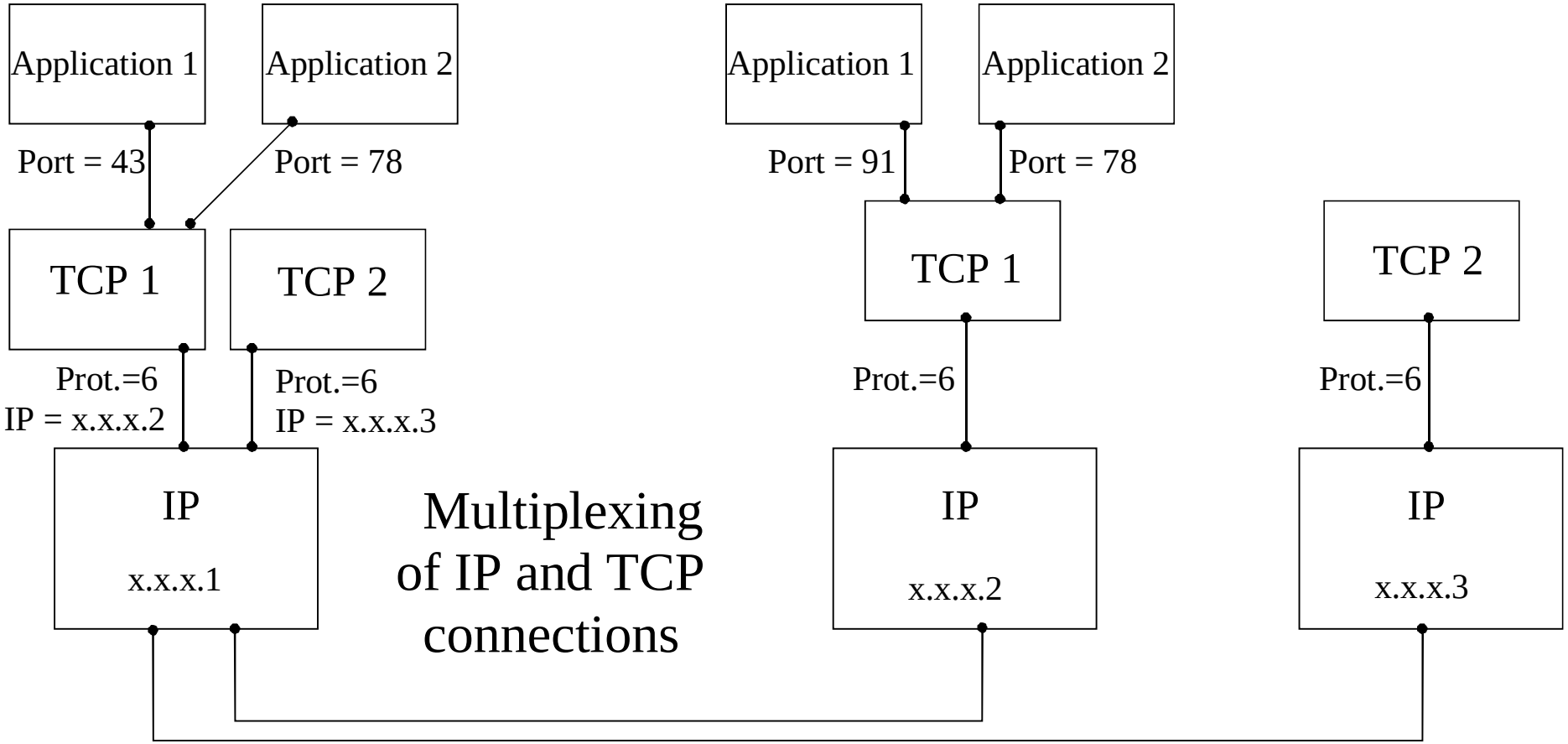
TCP Verbindungszustände



Zustände aus Sicht des Dienstbenutzers (höhere Schicht)

Multiplexen von Meldungen und Meldungsverteilung

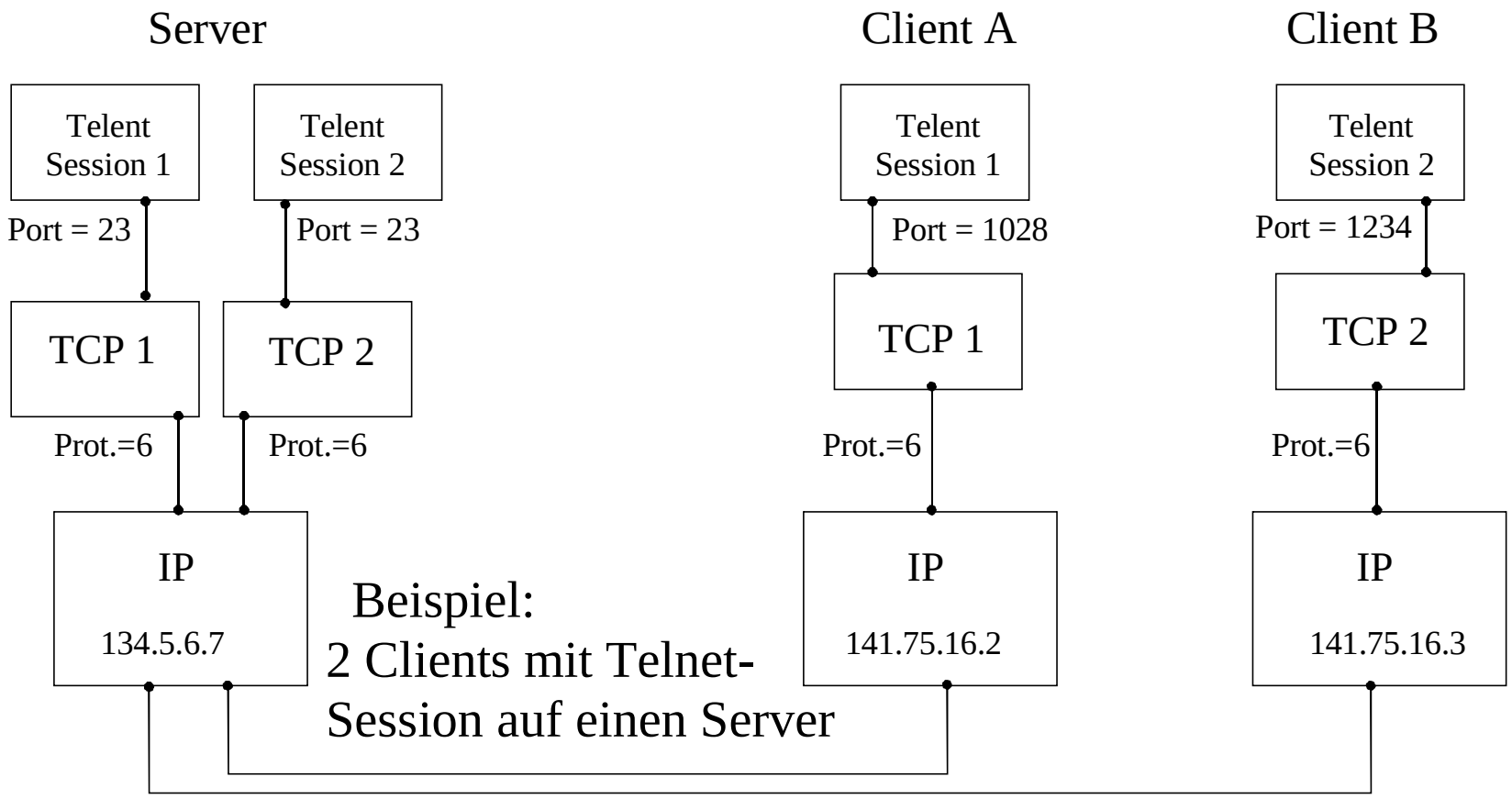
L3 / L4 und L4 / Applikation



Client A baut Telnet-Session mit dem Server auf:

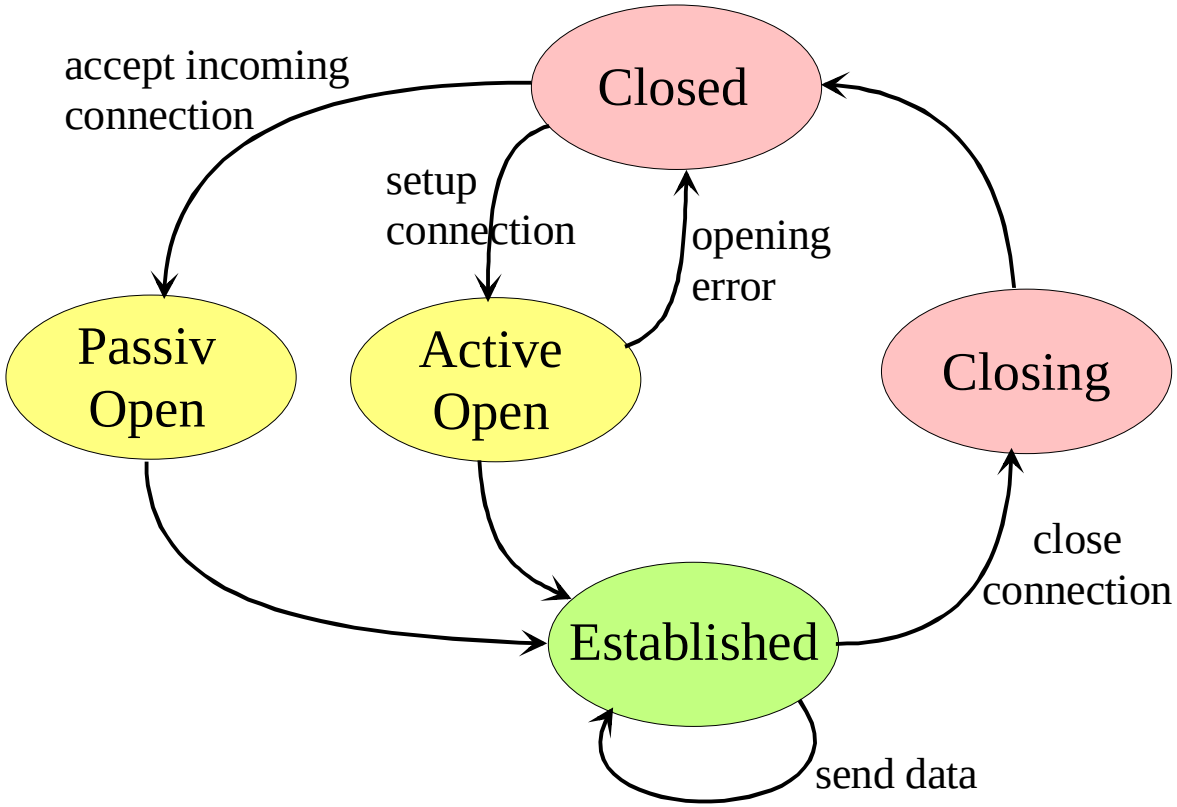
Client Port := erster freier dynamischer Port (>1023) Server Port := 23 well known port (Telnet)

Client A sendet eine Meldung ➔ Ziel-Socket = 134.5.6.7:23 Quell-Socket 141.75.16.2:1028



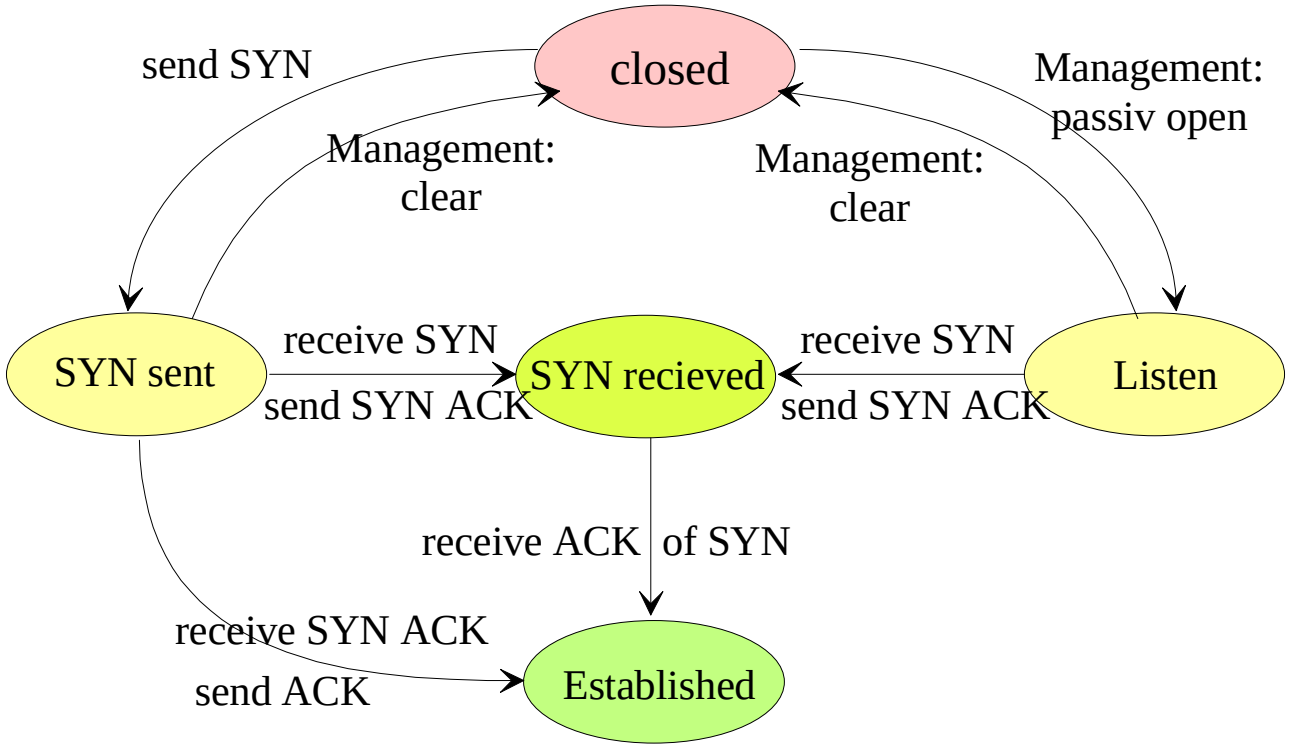
TCP-connection = socket pair = sockets of both sides of the connection

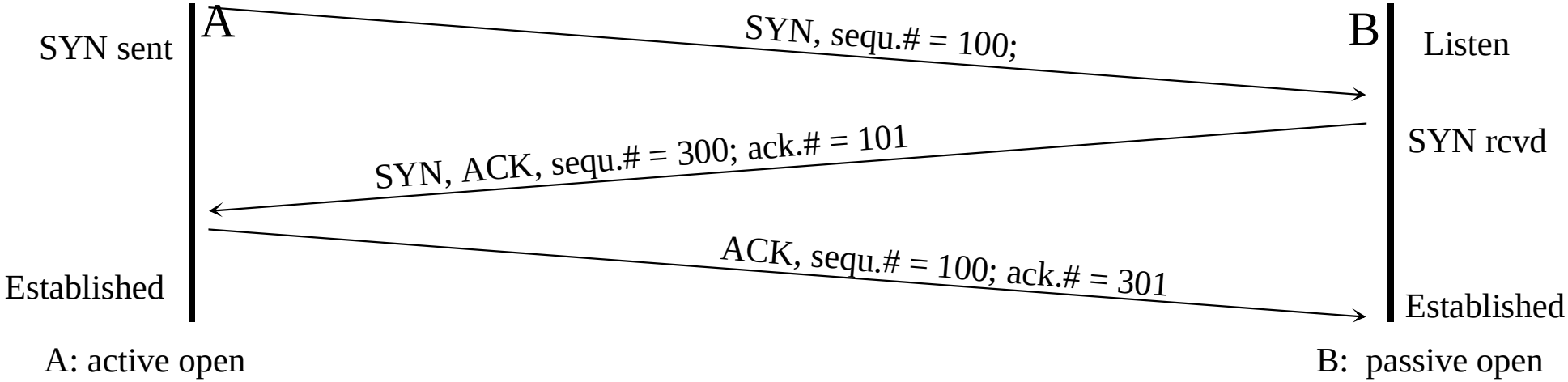
TCP Connection Setup



Passiv Open (Server)	waits for connection establishment from a peer entity.
Active Open (Client)	is in the process of setting up a connection with a server

TCP Connection Setup

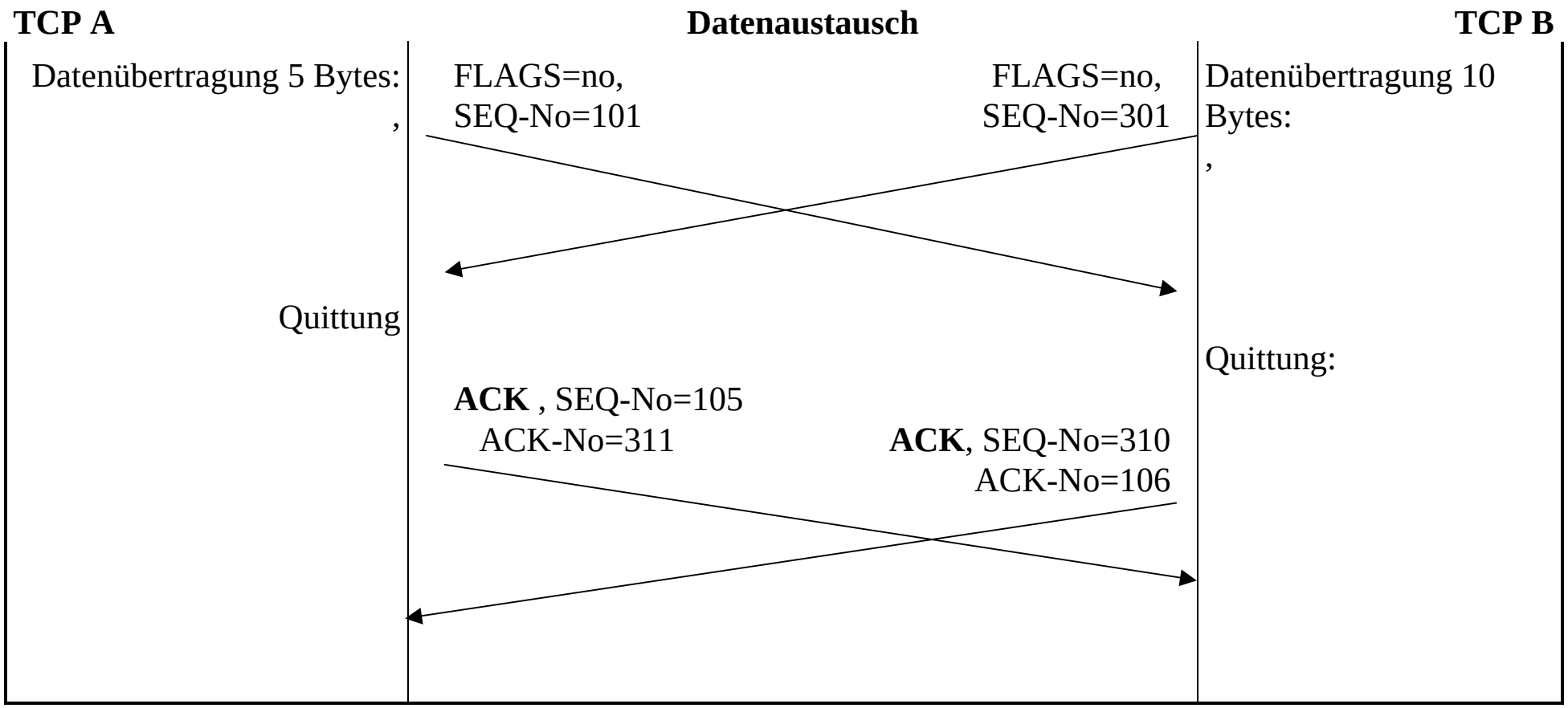




SYN-Flag = **Verbindungsaufbau**; ACK-Flag = Quittungsfeld ist gültig

"three-way handshake" zum Austausch der Sequenznummern, die durch Erhöhen um 1 quittiert werden muß.

TCP-Protokollszenarien

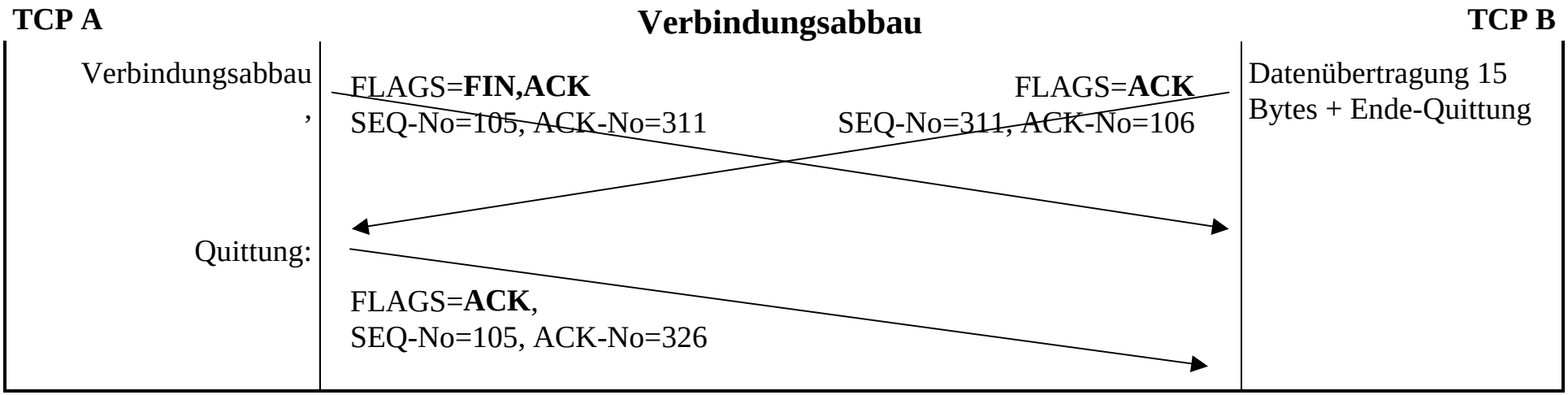


TCP - Protokollszenarien

Retransmission timer: Laufzeit $t_{round\ trip}$ wird gemessen (Sendezeitpunkt, Empfang des Ack)

Filter: $t_{average} = q * t_{average} + (q-1) * t_{round\ trip}$

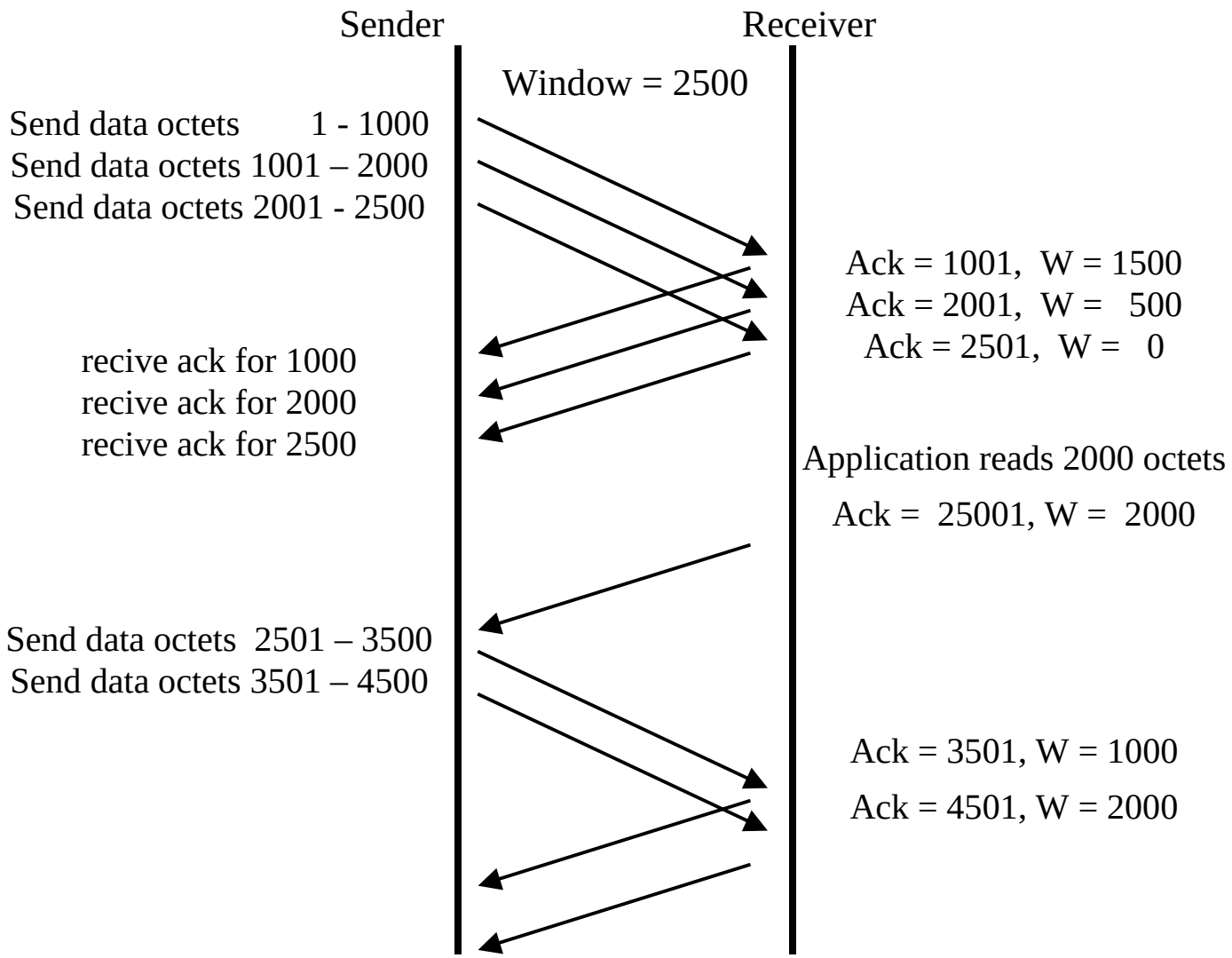
Retransmission timer $> t_{average}$



einseitiger TCP - Verbindungsabbau und Datenübertragung Senden eines FIN-Flags

TCP Flow Control

Window is set according to available TCP-buffers



UDP (User Datagramm Protocol)

verbindungsloses Transportprotokoll (Schicht 4) mit der Transportadresse 17.

Es liefert außer den IP-Diensten lediglich eine Portnummer und eine Prüfsumme der Daten.

keine Sicherheit, aber effizient, daher für Hochgeschwindigkeitsanwendungen geeignet.

1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8	1 2 3 4 5 6 7 8
Source Port		Destination Port	
Length (header + data)		Checksum	
Data			

Checksumme ist optional, wenn sie nicht berechnet wird, muß der Wert auf 0 gesetzt werden.

Anwendungen

Grunddienste:

* **Telnet**: **Tel**etype over **Net**work, Zugriff auf einen Rechner in einer Terminalsitzung
* **FTP**: **F**ile **T**ransfer **P**rotocol
* **SMTP**: **S**imple **M**ail **T**ransfer **P**rotocol

Zusatzdienste:

* **NFS** *Network **F**ile **S**ystem* der Firma SUN; wie work-group.
* **RPC** *Remote **P**rocedure **C**all* erlaubt, Proceduren in fremden Rechnern aufzurufen.

<table>
<tr><td>Layer 7
and
Layer 6</td><td>FTP
File Transfer
Protocol</td><td>SMTP
Mail</td><td>TELNET
Teletype over
Network</td><td></td><td>NFS
Network File
System</td></tr>
<tr><td>Layer 5</td><td colspan="4"></td><td>RPC
Remote
Procedure Call</td></tr>
<tr><td>Layer 4</td><td colspan="3">TCP
Transmission Control Protocol</td><td colspan="2">UDP
User Datagram Protocol</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2">ICMP
Internet Control
Message Protocol</td><td></td></tr>
<tr><td>Layer 3</td><td colspan="5">IP
Internet Protocol</td></tr>
<tr><td></td><td>ARP
Address Resolution
Protocol</td><td colspan="2">RARP
Reverse ARP</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Layer 2
Layer 1</td><td colspan="5">verschiedene Protokolle der Schichten 1 und 2 möglich</td></tr>
</table>