Rechnernetze - Tutorium

zu Kapitel 6

Link zu den Folien ⬇️

https://github.com/blauwiggle/Rechnernetze-1-Tutorium

1. Erläutere das Prinzip der IP Fragmentierung. Wer fragmentiert warum und wie? Wer setzt die Fragmente wieder zusammen?
2. Welche Vorteile hat der Einsatz von IPv6? Welche Hindernisse bei der Migration siehst du? Durch welche Ansätze versucht IPv6 die Veerarbeitungsgeschwindigkeit in Routern zu erhöhen?
3. Grenze MTU und MSS voneinander ab.
4. Definiere die Begriffe Root Name Server, DNS Prefetching und DNS Round Robin.
5. Erläutere den Aufbau des TCP Rahmens und die Funktion der einzelnen Felder.
6. Erläutere die Begriffe Port und Socket, Three Way Handshake, ISN, Sliding Windows und Piggybacking.

7. Beschreibe den Einsatz der TCP Flags.
8. Wie erkennen und reagieren TCP und UDP auf ...
    - in falscher Reihenfolge zugestellte Pakete
    - Paketverlust und Paketverdopplung
    - fehlerhaft adressierte Ports
9. Was versteht man unter der TCP Flusssteuerung?
10. Erläutere das in der Vorlesung vorgestellte TCP Zustanddiagramm.
11. Markiere die Felder des IP und TCP Header, die nach erfolgreichem Verbindungsaufbau während der Phase der Datenübertragung über das Internet nicht konstant bleiben.

1.

Erläutere das Prinzip der IP Fragmentierung.

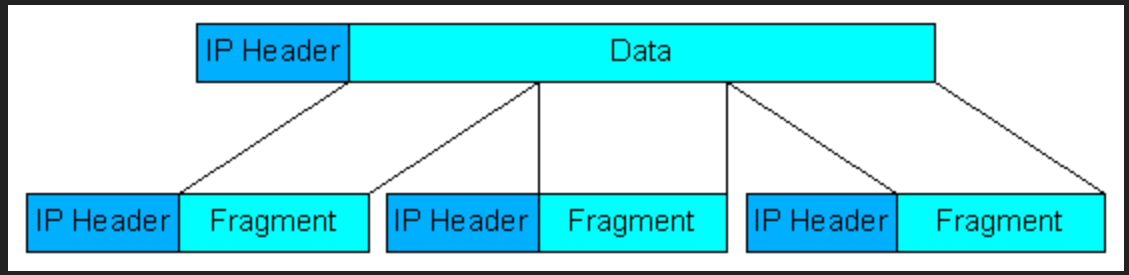
Wer fragmentiert warum und wie?

Wer setzt die Fragmente wieder zusammen?

Erläutere das Prinzip der IP Fragmentierung

Das Paket ist für den nachfolgenden Übertragungsweg zu lang, daher wird fragmentiert.

Dabei übernimmt jedes Fragment den IP Header.



> **Bild Quelle: http://www.cfd.tu-berlin.de/Lehre/EDV2/tcpip/kap_2_3.html**

Wer fragmentiert warum und wie?

- Der Router bei IPv4, sofern das Paket für den nachfolgenden Übertragungsweg zu lang ist.
- Dabei muss die MTU (Maximum Transmission Unit) berücksichtigt werden. Das Paket kann nicht länger als die MTU sein.
- Die Felder Identification, Fragment Offset und die Flags DF/MF werden angepasst
  - DF = 1 ➡️ Fragmentierung verboten
  - MF = 1 ➡️ weitere Fragmente folgen
  - MF = 0 ➡️ letztes Fragment

Wer setzt die Fragmente wieder zusammen?

- Das Gerät an der Ziel IP (bei IPv4 und IPv6).
- Ist ein Fragment fehlerhaft, werden alle Fragmente des Frames verworfen und das gesamte Paket wird erneut angefordert.

2.

Welche Vorteile hat der Einsatz von IPv6?

Welche Hindernisse bei der Migration siehst du?

Durch welche Ansätze versucht IPv6 die Veerarbeitungsgeschwindigkeit in Routern zu erhöhen?

Welche Vorteile hat der Einsatz von IPv6?

- großer Adressraum
  - IPv6 $2^{128} = 340.282.366.900.000.000.000.000.000.000.000.000$ (Sextillionen)
  - IPv4 $2^{32} = 4.294.967.296$
- NAT von IPv4 hat ausgedient
  - es gibt jedoch auch NAT6
- Privacy Extensions
- keine IP Klassen
- einfacher Protokollaufbau (Performance)
- verbesserte Sicherheit (Authentifizierung und Verschlüsselung)
- bereit für zukünftige Erweiterungen durch das Prinzip des Next Header

Welche Hindernisse bei der Migration siehst du?

Beispiel von mir ..

- Bist du bei Unitymedia?
- Hast du einen DS Lite (Dual Stack Lite) Anschluss?
- Deine FritzBox hat nur eine IPv6?
- Du möchtest von unterwegs mit IPv4 einfach auf dein Heimnetz zugreifen?

Schonmal ausprobiert? Hat nicht geklappt? Lösungen heißen tunnel6 oder socat, brauchen jedoch bsp. einen vRoot außerhalb deines Netzwerks mit einer IPv4. Alternativ den Power Upload bestellen, mit der Option von DS-Lite auf DS umgestellt zu werden.

Und hier sind wir schon bei den Problemen ..

Welche Hindernisse bei der Migration siehst du?

- Koexistenz von IPv4 und IPv6
  - Ein komplettes Umstellen von IPv4 auf IPv6 ist noch nicht möglich, da nicht alle Geräte kompatibel sind.
- Aufgrund intelligenter Ressourcennutzung bei IPv4, herrscht weniger Druck zur vollständigen Umstellung
- Hardware Umstellungen
  - Carrier
  - Provider
  - User (alter Router)

Ein kompletter Umstieg bedeutet hohe Kosten.

Durch welche Ansätze versucht IPv6 die Veerarbeitungsgeschwindigkeit in Routern zu erhöhen?

- Header optimiert
  ➡️ wenig genutzte Pflichtfelder bei IPv4 werden optional
- Absender des IPv6 Pakets fragmentiert
- keine Checksumme
- Flow Label
  ➡️ Das Flow Label kennzeichnet Pakete für ein viel schnelleres Routing.

3. Grenze MTU und MSS voneinander ab.

MSS - Maximum Segment Size

- Die MSS gibt nur den Platz für den Payload im TCP/IP Paket an.

MTU - Maximum Transmission Unit

- Die MTU gibt die Größe des kompletten TCP/IP Pakets an.

💡 **MTU ist die obere Grenze an maximaler Paketgröße der unteren Schichten.**

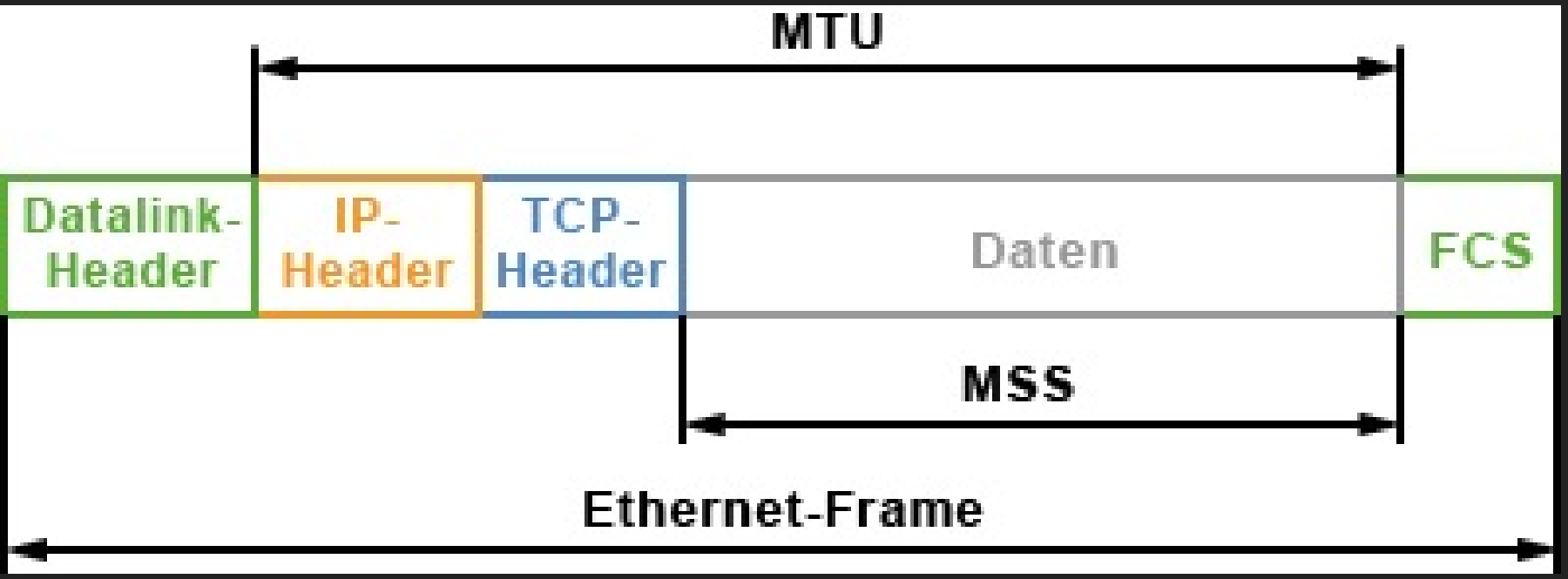


Bild Quelle: https://www.elektronik-kompendium.de/sites/net/0812211.htm

4. Definiere die Begriffe

Root Name Server

DNS Prefetching

DNS Round Robin

Root Name Server

- Die Domain Name System (DNS) Root Name Server ..
- .. sind für die Top Level Domain (TLD) Namensauflösung (`.de` , `.com` , `.io` , `.org` , ...) zuständig.
  - 💡 DNS übersetzt den Namen einer Webseite in eine IP Adresse (`de.wikipedia.org`)

Die Root Name Server kennen `.org` und wissen wo die DNS Server für die *Second Level Domain* `wikipedia` sind und schauen dann bei der nächsten Hierarchiestufe nach.

Heise Artikel - Hyperlocal: Wenn die DNS-Root-Zone zu Hause steht

DNS Prefetching

Links auf Webseiten werden schon mit DNS aufgelöst.

Eine IP einer verlinkten Seite ist bereits geladen, wenn ein Benutzer darauf tippt.

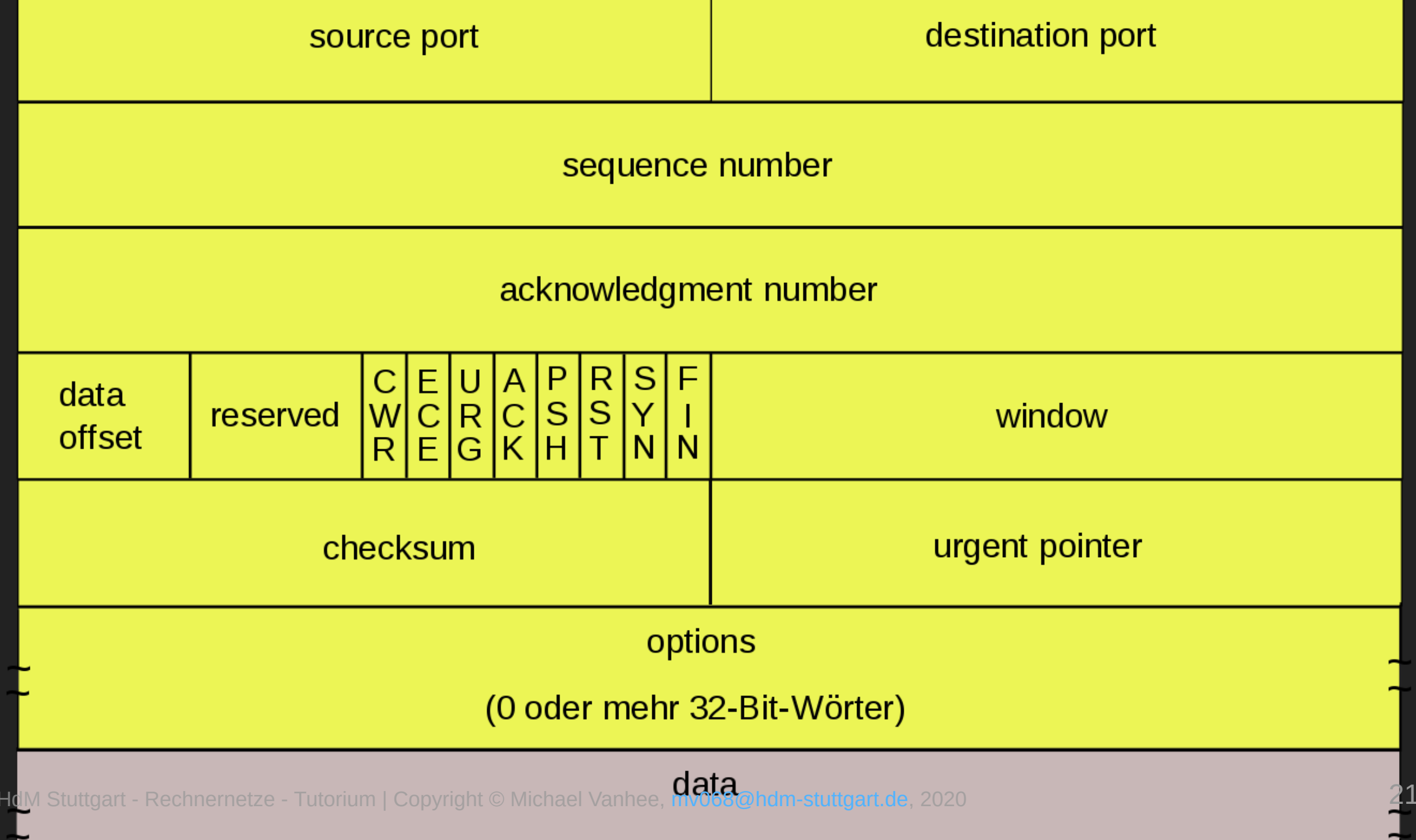
```
<html>
    <head>
        <\!-- Amazon S3 -->
        <link rel="dns-prefetch" href="//s3.amazonaws.com">
    </head>
</html>
```

DNS Round Robin

Lastverteilung für Netzwerkdienste per DNS.

- einer Domain werden mehrere IP Adressen zugewiesen
- wird der Name vom Resolver abgefragt, werden mehrere bekannte IP Adressen in wechselnder Reihenfolge zurück geliefert

5. Erläutere den Aufbau des TCP Rahmens und die Funktion der einzelnen Felder.


source port
destination port
sequence number
acknowledgment number
data offset
reserved
CWR
ECE
URG
ACK
PSH
RST
SYN
FIN
window
checksum
urgent pointer
options
(0 oder mehr 32-Bit-Wörter)
data

Funktionen der einzelnen Felder

Source Port

> Port auf der Senderseite

Destination Port

> Port an den Informationen weitergeleitet werden sollen

Sequence Number

> Reihenfolge der Datenpakete

Acknowledgment Number

> Bestätigung fehlerfrei empfangener TCP Datenpakete

Data Offset

> Zeige auf den Beginn des Payload
> Länge des Header

Reserved

> Reserviert für zukünftige Verwendungen

Control Flags

> SYN, ACK, FIN, RST, URG, PSH

Window Size

> gibt an wie viele Bytes der Sender unbestätigt senden darf

Checksum

> Prüfsummenbildung zur Fehlererkennung

Urgent Pointer

> Zeiger zur Lokalisierung wichtiger Daten (Priorisierung)

Options

> enthälter Zusatzinformationen

data

> der eigentliche Payload

6. Erläutere die Begriffe

Port und Socket

Three Way Handshake

ISN

Sliding Window

Piggybacking

Port

Wird für die Kennzeichnung von Diensten und Protokollen verwendet.

Well Known Ports (0 bis 1023) sind für Dienste reserviert

- 21 FTP, 22 SSH, 80 HTTP, 443 HTTP über TLS

Regisered Ports (1024 bis 49151) sind für Anwendungen standardisiert

- 1194 OpenVPN, 5060 SIP, 8087 Kaspersky

Dynamic Ports (49152 bis 65535) für ausgehende Verbindungen

Socket

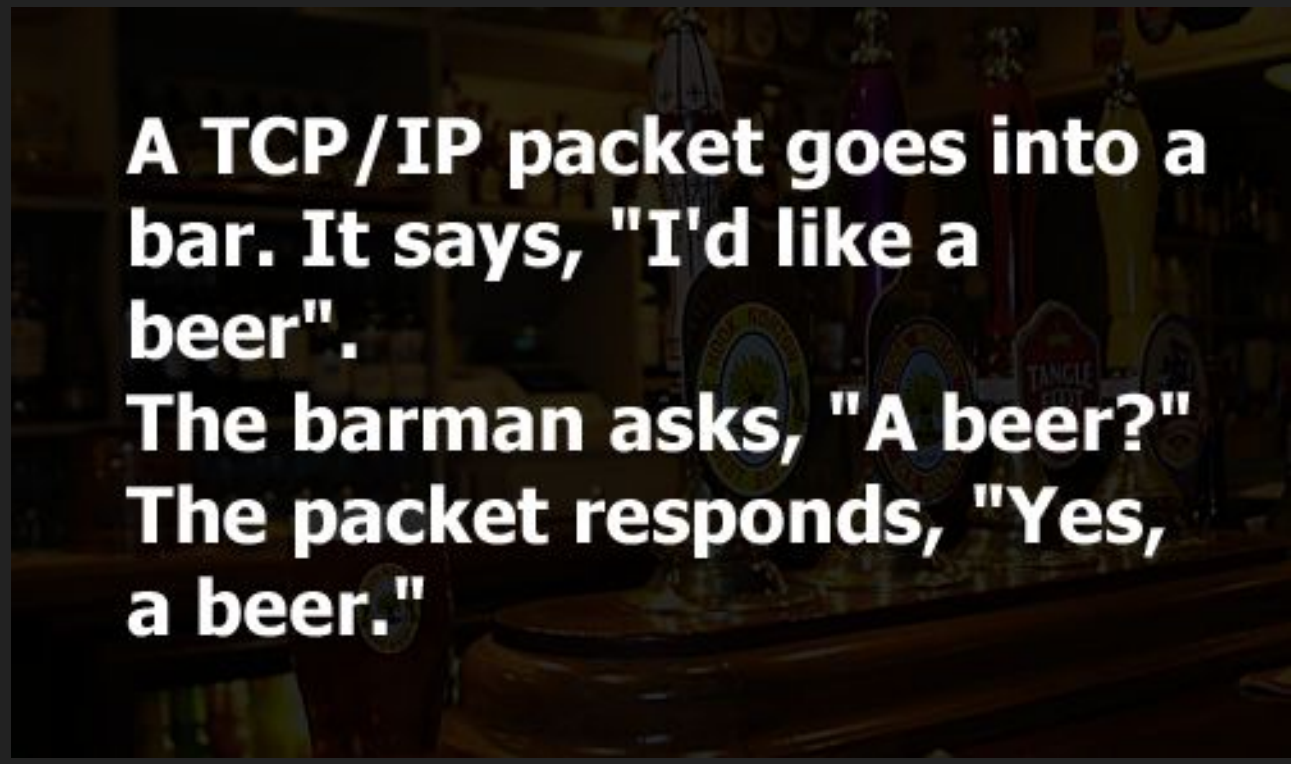
Kombination aus IP Adresse und Port.

Three Way Handshake

Verbindungsaufbau

1. Client sendet SYN
2. Server bestätigt mit ACK und sendet ebenfalls SYN
3. Client bestätigt mit ACK

> **Bild Quelle:**
> **https://www.pinterest.de/pin/9710955419313046/**



ISN - Initial Sequence Number

- zufällig gewählte Zahl, die die erste SEQ Nummer ist
- ist auf beiden Seiten der Verbindung bekannt
- wenn das SYN Flag gesetzt ist, wird die ISN benötigt

Warum verwendet man eine Zufallszahl?

- Damit die Verbindung nicht einfach so übernommen werden kann
- Verbesserung der Sicherheit

Sliding Window

Dient der Datenflusssteuerung um einen Datenstau beim Empfänger zu verhindern.

- Kleine Fenster eher bei Echtzeit Anwendungen
- Große Fenster ermöglichen einen höheren Datendurchsatz bei der Übertragung

Piggybacking

Anstatt das ACK Frame einzeln zu senden, wird es vom Payload eines Datenpakets gleich mitgenommen.

7. Beschreibe den Einsatz der TCP Flags.

Lass uns mal eine Tabelle füllen.

TCP Flag		Beschreibung
SYN	Synchronize	Verbindungsanforderung wird gesendet
ACK	Acknowledge	Empfänger bestätigt den Erhalt der Daten
FIN	Final	Verbindungsabbau wird eingeleitet
RST	Reset	Abbruch einer Sitzung / Ablehnung einer Verbindungsanforderung
URG	Urgent	Pointer, welcher auf dringende Daten zeigt, dadurch Bevorzugung
PSH	Push	Daten sofort an höhere Protokolle (Layer) weiterleiten

8. Wie erkennen und reagieren TCP und UDP auf ...

- in falscher Reihenfolge zugestellte Pakete
- Paketverlust und Paketverdopplung
- fehlerhaft adressierte Ports

Szenario	TCP	UDP
falsche Reihenfolge	wird mit SEQ sortiert	nicht relevant
Paketverlust	SEQ Erkennung fehlender Pakete ➡️ Neuanforderung	nicht relevant ➡️ keine Neuanforderung
Doppelung	SEQ Erkennung doppelter Pakete ➡️ Nur 1 Paket wird verarbeitet, rest verworfen	nicht relevant ➡️ wird nicht verworfen
Fehlerhaft adressierte Ports	Paket mit gesetztem RST Flag wird zurück gesendet	Paket wird verworfen

9. Was versteht man unter der TCP Flusssteuerung?

TCP Flusssteuerung

- Daten werden in einem Cache, beim Sender und auch beim Empfänger zwischen gespeichert

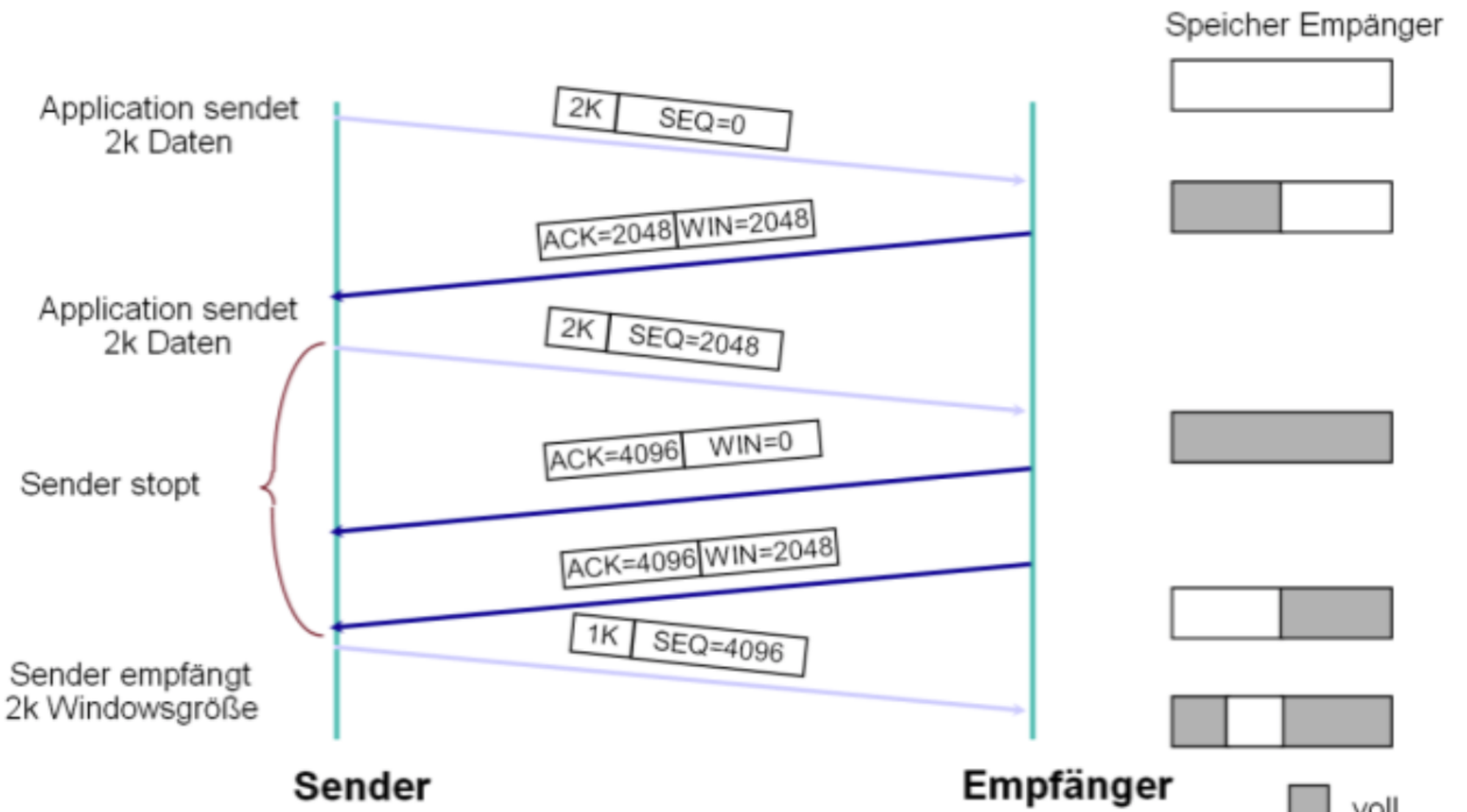
> Cache, Buffer, Puffer, ... hat man schon mal gehört

- Die aktuelle Cachegröße des Empfängers gibt an, wie viele Bytes der Sender unbestätigt senden darf

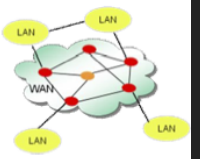
> Die Flusskontrolle sagt hier aus, das ist die "Aufnahmebereitschaft des Empfängers"

- Wenn der Cache voll ist, wird die Window Size auf `0` gesetzt.

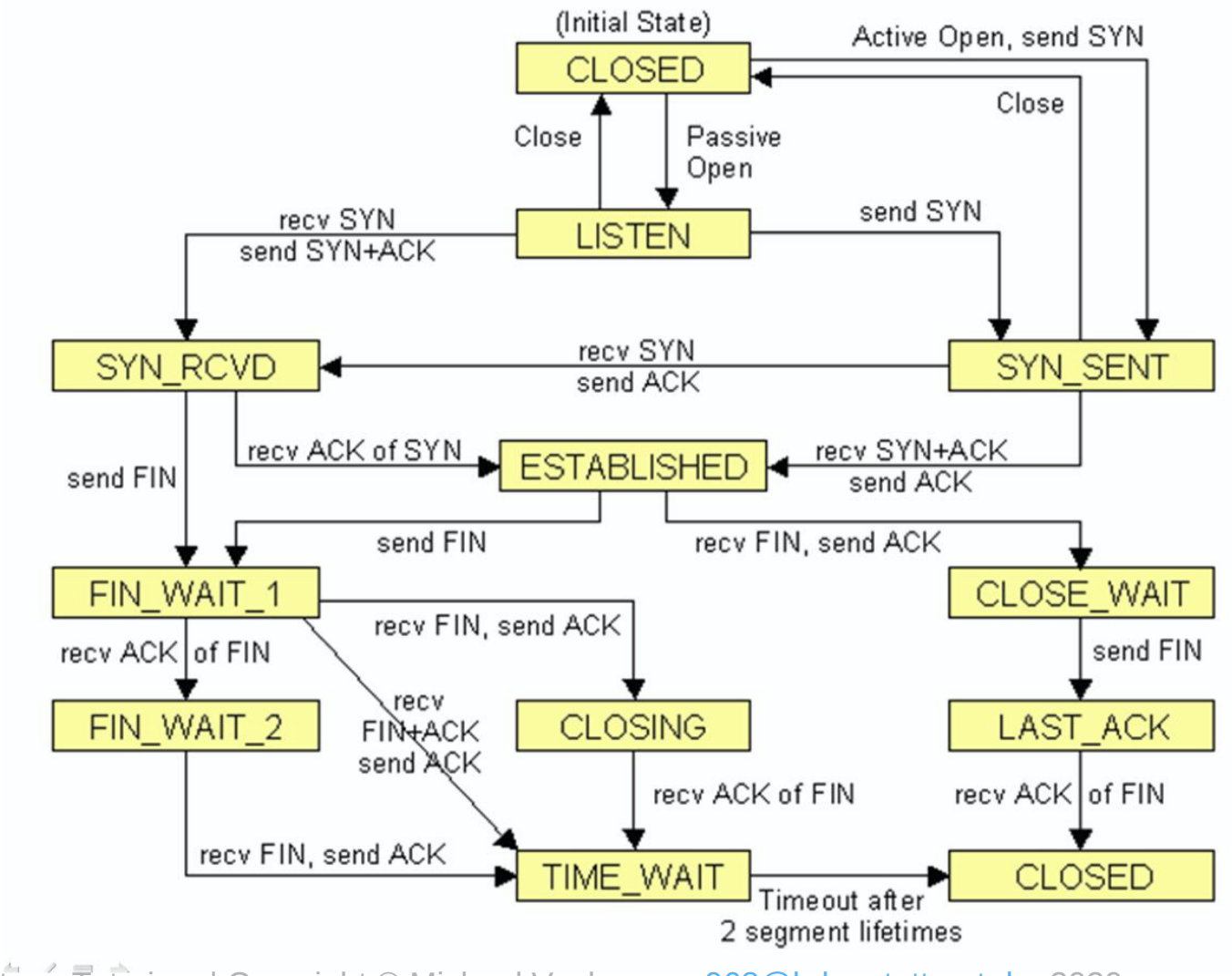
geht auf


Speicher Empänger
Application sendet
2k Daten
2K
SEQ=0
ACK=2048
WIN=2048
Application sendet
2k Daten
2K
SEQ=2048
ACK=4096
WIN=0
Sender stopt
ACK=4096
WIN=2048
1K
SEQ=4096
Sender empfängt
2k Windowsgröße
Sender
Empfänger
voll
frei

10. Erläutere das in der Vorlesung vorgestellte TCP Zustanddiagramm.



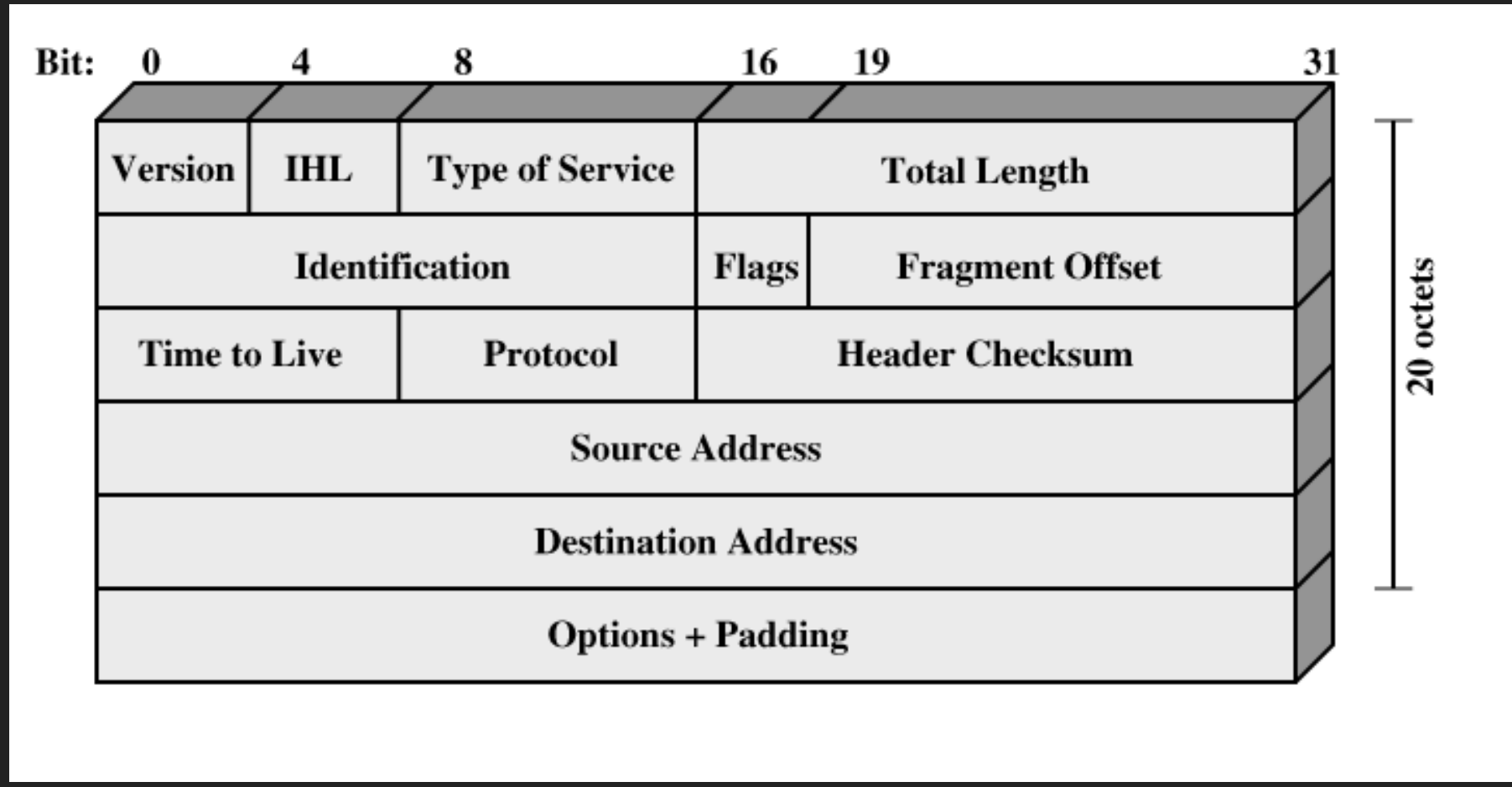
TCP-Zustandsdiagramm



- **CLOSED**: Startzustand
- **LISTEN**: Server wartet auf Verbindungswünsche
- **SYN-RCVD**: Server hat Verbindungswunsch empfangen
- **SYN-SENT**: Client hat Verbindungsaufbau gestartet
- **ESTABLISHED**: Verbindung ist etabliert und betriebsbereit
- **FIN-WAIT-1**: Server/Client hat den Verbindungsabbau eingeleitet
- **FIN-WAIT-2**: Client/Server hat den Verbindungsabbau bestätigt
- **TIMED-WAIT**: Warten bis alle Segmente verschwunden sind
- **CLOSING**: Endpunkte beenden die Verbindung gleichzeitig
- **CLOSE-WAIT**: Entferntes System hat einen Verbindungsabbau gestartet
- **LAST-ACK**: Warten bis alle Segmente verschwunden sind

11. Nenne die Felder des IP und TCP Header, die nach erfolgreichem Verbindungsaufbau während der Phase der Datenübertragung über das Internet nicht konstant bleiben.

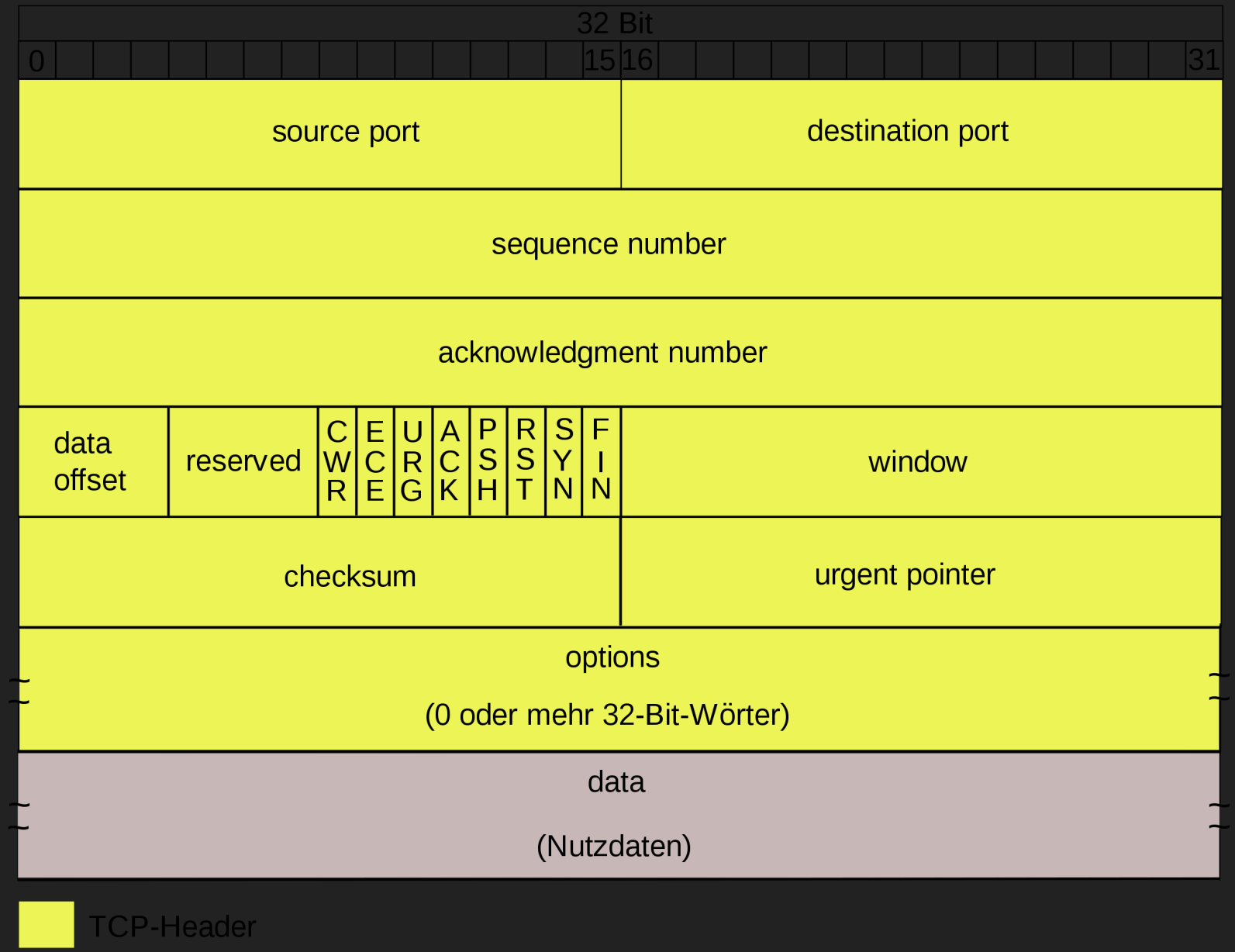
Bild Quelle
https://sun.iwu.edu/~jhaefner/CS390/Lecture16/lec16.htm



IP

- Paketlänge
- Ident
- MF
- Fragment Offset (wenn DF/MF aktiviert)
- Lebenszeit
- Prüfsumme

Von Appaloosa 23:04, 6. Jul. 2007 (CEST) - drawn by me with inkscape, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=70129536



TCP

- Sequence Number
- Acknowledgment Number
- Flags
- Window Size
- TCP Checksum
- Urgent Pointer
- Payload

Weitere Fragen?

Bitte per E-Mail an mv068@hdm-stuttgart.de oder auf GitHub direkt.

Bis nächste Woche oder jetzt schon viel Erfolg für die Prüfung? 😄

> `git pull` nicht vergessen