

3.1 Netzanwendungen

3.2 Web und HTTP (HyperText Transfer Protocol)

3.3 DNS (Domain Name System)

3.4 Weitere Anwendungsprotokolle: Mail und FTP

Lernziel:

- Verständnis für Anforderungen von Anwendungen
- Entwicklung und Kerneigenschaften von HTTP als wichtigstem - mit Trend zu universellem – Anwendungsprotokoll
- Funktionsweise von DNS –einer global verteilten Datenbank

- Web surfen inkl. soziale Netze
- Audio- und Video Streaming (live/on-demand)
- Sprach- und Videotelefonie, Audio- und Videokonferenz
- Dateiübertragung (z.B. Softwareinstallation, Updates, BackUp, FileSharing, ...)
- Email
- Gaming (runden-basiert, Echtzeit)
- Cloud Computing (z.B. Google Docs)
- Remote Access, Remote Desktop
- SAP, Banking, Datenbankanwendungen, ...
- IoT-Anwendungen
- ... und viele, viele mehr

Anforderungen von Applikationen/Anwendungen?

Datenintegrität (data integrity)

(Toleranz gegen Datenverlust)

- einige Anwendungen können Datenverlust tolerieren (z.B. Audioübertragungen)
- andere Anwendungen benötigen einen absolut zuverlässigen Datentransfer (z.B. Dateitransfer)

Zeitanforderungen (timing)

- einige Anwendungen wie Internettelefonie oder Netzwerkspiele tolerieren nur eine sehr geringe Verzögerung

Sicherheit (security)

- Verschlüsselung
- Authentisierung
- Datenintegrität

Durchsatz/Bandbreite

(throughput)

- einige Anwendungen (z.B. Multimedia-Streaming) brauchen eine Mindestbandbreite, um zu funktionieren
- andere Anwendungen verwenden einfach die verfügbare Bandbreite (bandbreitenelastische Anwendungen)

Anmerkung:

Datenintegrität, Durchsatz und Verzögerungen beziehen sich auf die Kommunikation von Nachrichten über „Sockets“ nicht auf „Pakete“; Paketverlust bedeutet beispielsweise nicht unbedingt Datenverlust.

Applikation Anwendung	Protokoll der Anwendungsschicht (Application Layer Protocol)	Transport-Protokoll
E-Mail	SMTP, POP3, IMAP (RFCs 5321, 1939, 3501)	TCP
Remote-Terminal	Telnet (RFC 854)	TCP
	SSH (mehrere RFCs)	TCP
Remote-Desktop	RDP (proprietär, Microsoft)	TCP
Web	HTTP (RFC 2616, RFCs 7230-7235)	TCP
File-Transfer	FTP (RFC 959)	TCP
Multimedia Streaming	HTTP (z.B. YouTube)	TCP
	RTP (rückläufig, Live-Streaming)	UDP und TCP
Internet-Telefonie	SIP (3261), RTP (RFC 3550)	UDP
	Skype (proprietär)	UDP oder TCP

TCP-Dienste:

- **Zuverlässiger** Transport von Daten zwischen Sender und Empfänger
 - alle Daten ohne Verlust in gleicher Reihenfolge
- **Flusskontrolle:** Sender überflutet Empfänger nicht mit Daten
- **Überlastkontrolle:** Drosseln des Senders bei Überlast im Netz
- **Keinerlei Garantien** für Qualität der Übertragung (Dauer, Durchsatz, Sicherheit)
- **Verbindungsorientierung:** Herstellen einer Verbindung zwischen Client und Server

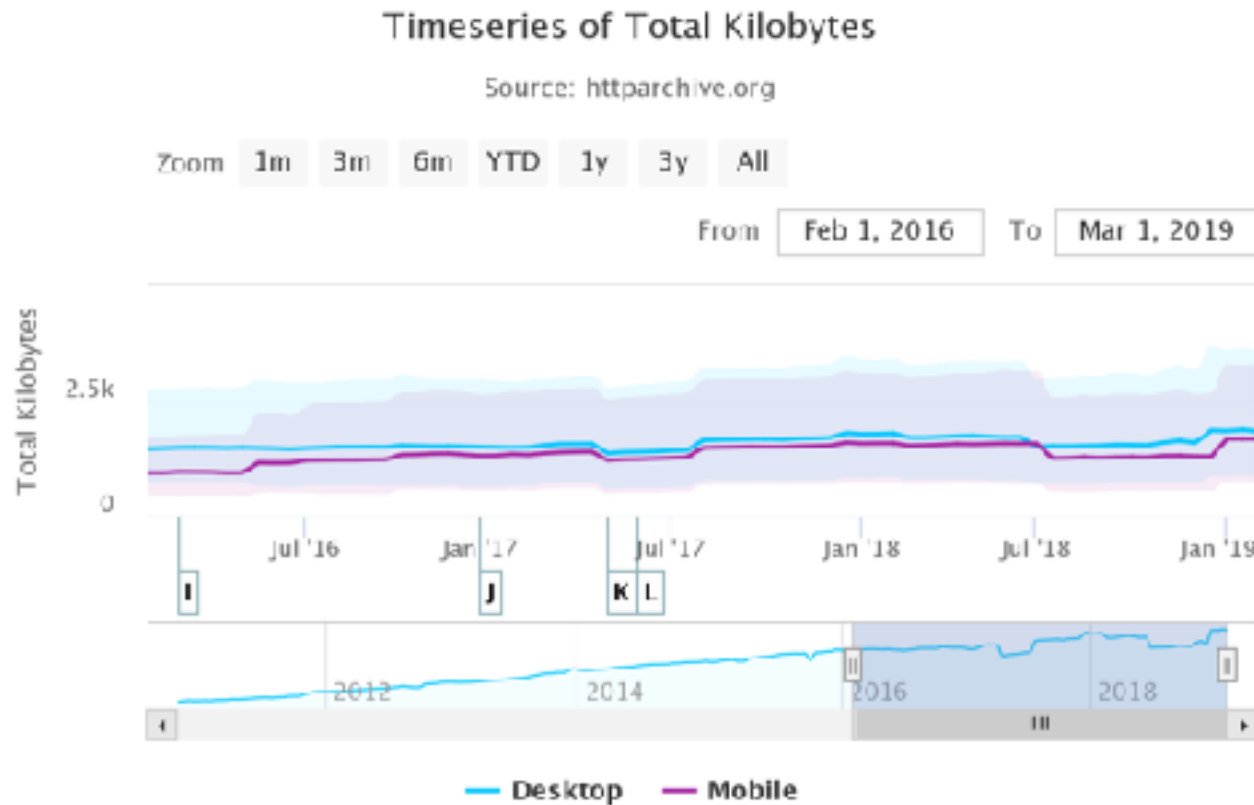
UDP-Dienste:

- **Unzuverlässiger** Transport von Daten zwischen Sender und Empfänger
 - Verlust und Änderung der Reihenfolge möglich
- **Keine** Verbindungsorientierung, Zuverlässigkeit, Flusskontrolle, Überlastkontrolle, Garantien für Qualität der Übertragung

Frage:

Wozu soll das gut sein?
Warum gibt es UDP?

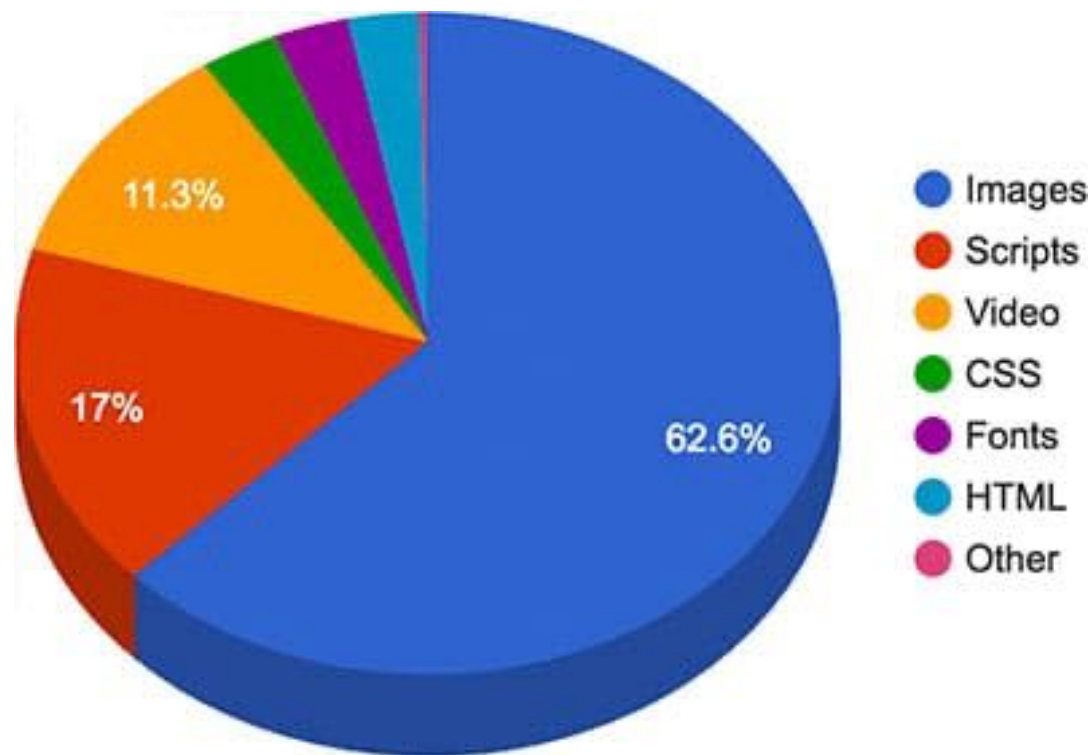
Größe einer Web-Seite



- Median der Seitengröße:
 - Desktop: 1828 kB, Mobil: 1669 kB
- Median der Anzahl Requests/Objekte pro Seite:
 - Desktop: 75, Mobile: 69 (konstant)



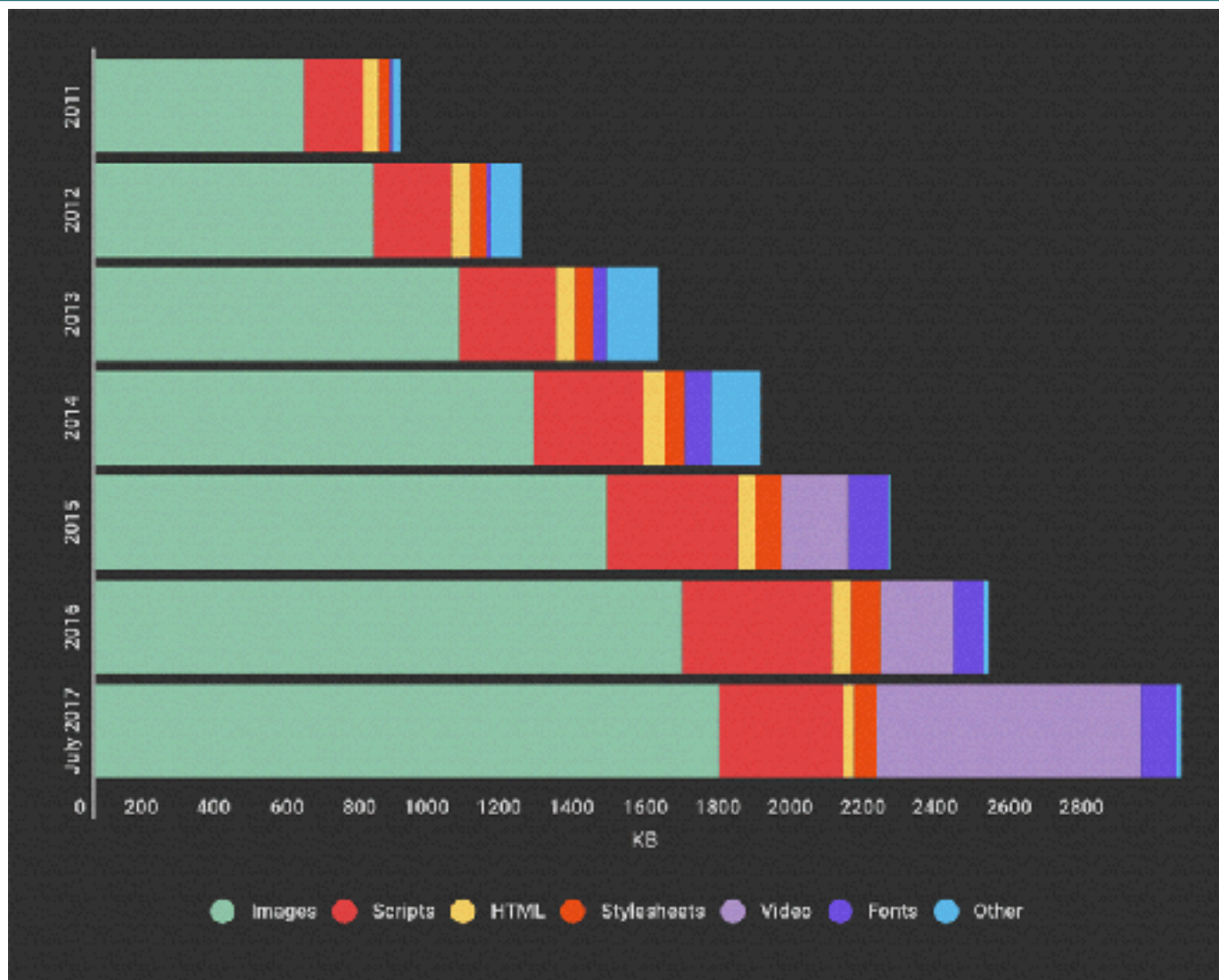
Aufbau einer Web-Seite: Die Objekte



Quelle: [developers.google.com](https://developers.google.com/speed/page-speed/insights)

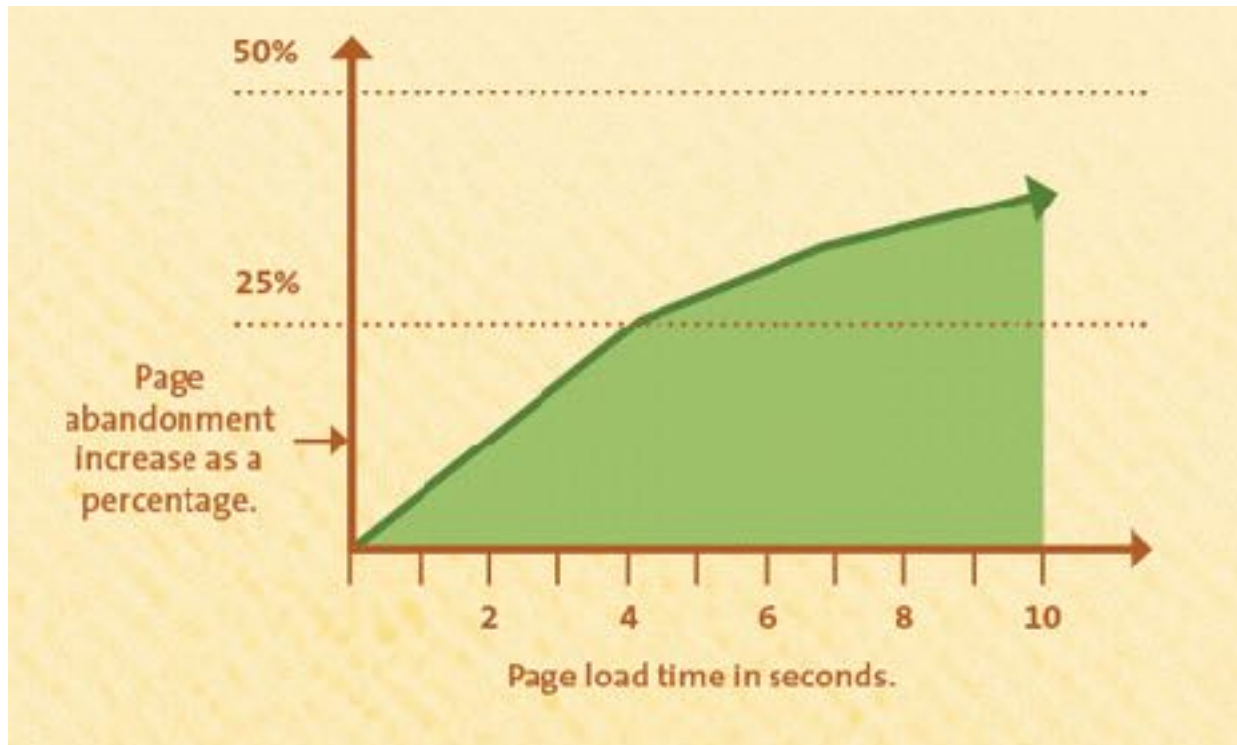
- Bilder machen ca. 60% des Volumens einer Web-Seite aus
- HTML-Code liegt bei unter 5 Prozent des Volumens

Wachstum: Images, Scripts und Videos



Quelle: assets.speedcurve.com

Ladezeiten



Quelle: kiss-metrics.com

- Abbruchraten für Web-Sites wachsen mit der Downloadzeit
- Einer von vier Kunden bricht nach 4s ab
- Web-Seite sollte in wenigen Sekunden (Akamai: 2s) geladen sein

- Welche Bandbreite wird zum Web-Surfen benötigt?
 - Spitzendatenrate: 2MBytes pro 2s → 8Mbps
 - Durchschnittliche Rate:
 - durchschnittliche Verweildauer auf einer Seite:
 - 32s → 2MBytes pro 32s → 500 kbps
 - 64s → 2 MBytes pro 64s → 250 kbps
- Welche Bandbreite wird für 1000 aktive Web-Surfer benötigt bei 30s Verweildauer pro Seite?
 - Minimal: 1000 x 500 kbps -> 500 Mbps
 - Auslastung: 100%
 - Optimal: 1000 x 8 Mbps -> 8 Gbps
 - Auslastung: 500Mbps/8 Gbps → $1/16 = 6,25\%$
 - Realistisch (25-50% Auslastung): 1-2Gbps

- Audio-Streaming?
 - oft Datenraten von 64-160 kbps, auch 32kbps und 320kbps
 - relativ konstante Bandbreite, meist geringerer Spielzeitpuffer als bei Video-Streaming
- Video-Streaming?
 - Datenraten von 500 kbps – 5 Mbps, 25 Mbps für Ultra HD
 - gute mittlere Bandbreite, Schwankungen können toleriert werden, hohe Bandbreite am Anfang
- Sprach-Telefonie?
 - Datenraten von 30kbps-100kbps (Skype empfiehlt 100kbps)
 - konstante Delays von unter 180 ms
- Video-Konferenz?
 - ab 300 kbps, 500 kbps bis 1,5 Mbps für gute Qualität

Übersicht zu Anwendungen und Anforderungen

		Bandbreiten-Anforderung			
		keine/gering		hoch	
				durchschnittliche Bandbreite	konstante Bandbreite
Delay-Anforderungen	keine/gering	Datentransfer im Hintergrund (Software Upgrades, Email, Backup)	App-Installation, Email	Video-Streaming (on-demand)	
	niedrig	Chat	Web-Surfen, rundenbasierte Spiele, Audio-Streaming		Live-Streaming (kleiner Puffer)
	hoch	Online-Trading, Alarme von Sensoren	Cloud-Computing, Echtzeit-Spiele, Sprache		Video-Telefonie/-konferenz