Möglichkeiten zur asynchronen Kommunikation zwischen Webbrowser und Server

Hauptseminar | Hendrik Wagner

Wie kann ich meine Website “Live” machen?

Wo ist Bedarf für asynchrone/bidirektionale Kommunikation im Web?

- Chats, Multiplayer-Games, Online-Aktienhandel…
- Moderne Webseiten und -applikationen sind meist interaktiv
  - Nicht alle Inhalte werden initial geladen
  - Client fordert Aktualisierung/Inhalte über HTTP an - kein Problem!
  - Was, wenn der Server Inhalte von sich aus aktualisieren will?
- HTTP unterstützt keine serverseitigen Aktualisierungen einer Website
  - Wie können wir trotzdem Inhalte bereitstellen/aktualisieren, ohne dass der Nutzer sie anfragt?

Inhalt

Einleitende Fragestellung

Vorstellung der asynchronen Kommunikationsvarianten

Implementierungen

Live Demo

Auswertungen

Zusammenfassung

Diskussion

Vorstellung der asynchronen Kommunikationsvarianten

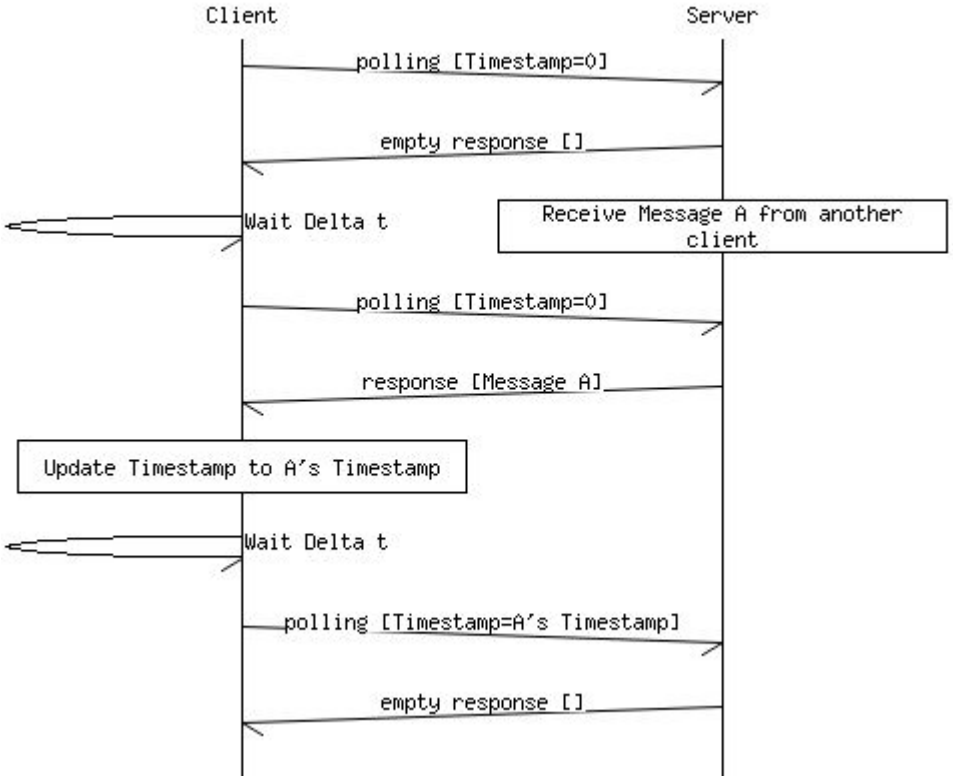
Was ist Polling?

[Bildquelle: https://tenor.com/en-GB/view/finding-nemo-glass-oops-smack-bird-gif-5632086]

- Client lädt initial Inhalte vom Server
- Danach sendet Client im Intervall Δt eine Anfrage nach neuen Inhalten vom Server
  - Gibt es neuen Inhalt, wird dieser als Antwort übermittelt
  - Falls nicht, ist die Antwort leer

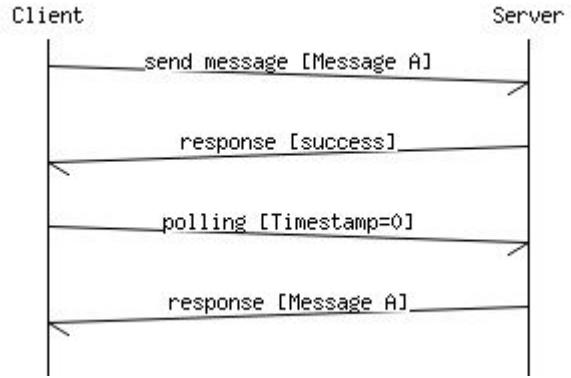
Polling: Beispiel-kommunikation

[Bildquelle: eigenes Werk]



Polling-Varianten: Nachrichten-versand

[Bildquelle: eigenes Werk]



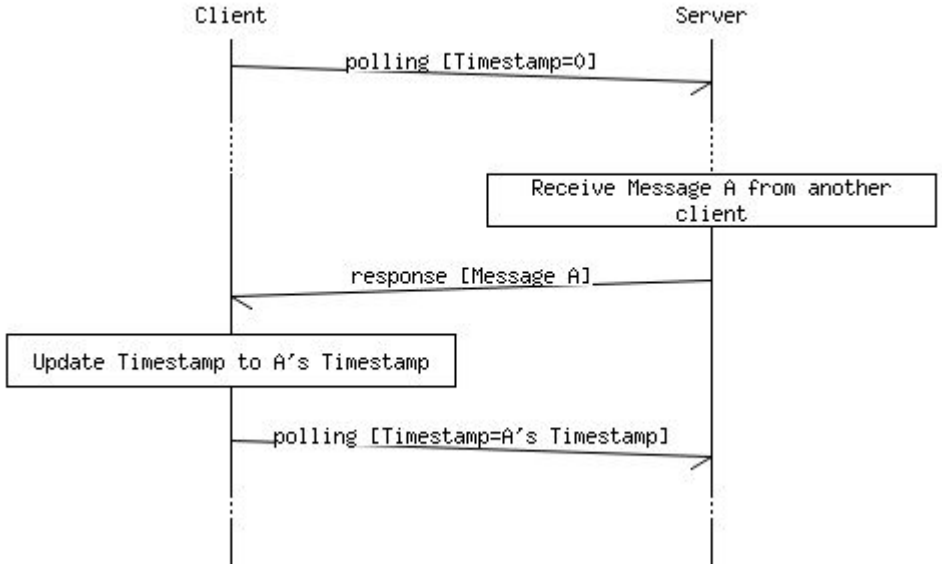
Was ist Long Polling?

[Bildquelle: https://tenor.com/en-GB/view/spongebob-waiting-lonely-gif-13695325]

- Client lädt initial Inhalte vom Server
- Client fragt dann neue Inhalte an
  - Gibt es neuen Inhalt, wird dieser als Antwort übermittelt
  - Falls nicht, **wartet der Server mit seiner Antwort, bis Inhalte existieren!**
- Sobald der Client eine Antwort erhält, sendet er eine neue Anfrage

Long Polling: Beispiel-kommunikation

[Bildquelle: eigenes Werk]



Was ist Streaming?

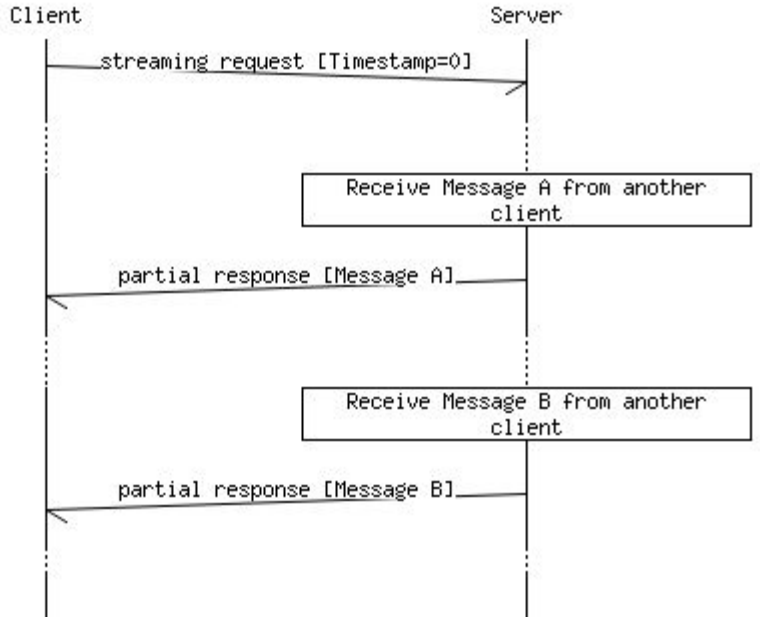
A.k.a Comet oder Server Push

[Bildquelle: https://tenor.com/en-GB/view/hulk-hogan-not-done-yet-gif-6219134]

- Client lädt initial Inhalte vom Server
- Client fragt dann neue Inhalte an
  - Gibt es neuen Inhalt, wird dieser als **Teilantwort** übermittelt
  - Späteren Inhalt übermittelt der Server als weitere Teilantwort
- Die Anfrage des Clients wird nie als “beendet” vom Server markiert

Streaming: Beispiel-kommunikation

[Bildquelle: eigenes Werk]



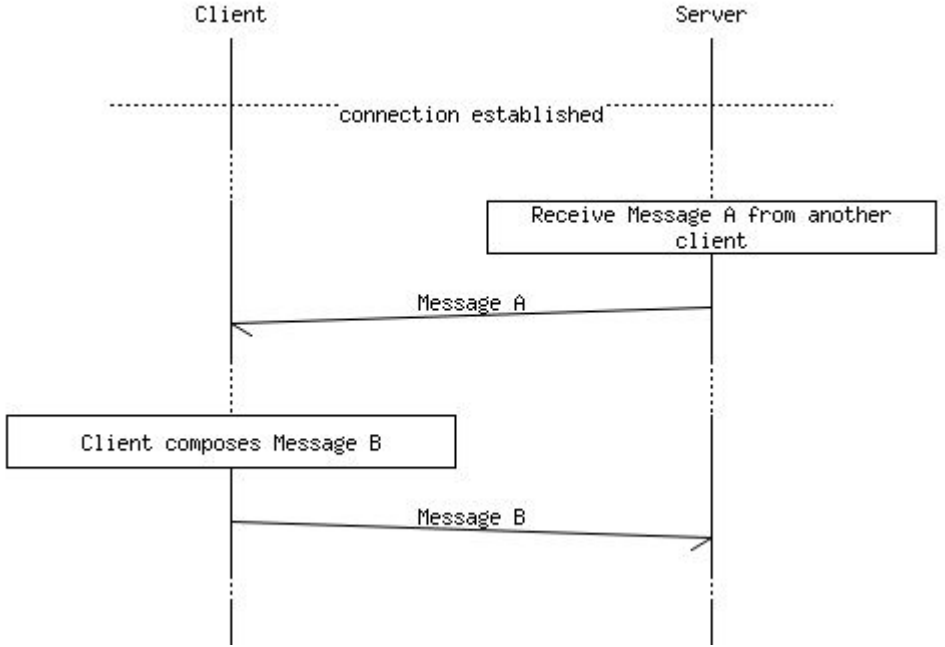
Was sind WebSockets?

[Bildquelle: https://tenor.com/en-GB/view/cute-funny-penguin-artic-gentleman-gif-3482217, eigene Montage]

- Client sendet eine Anfrage, bei der er um Upgrade zum WebSocket Protokoll bittet
- Server akzeptiert und baut die Verbindung auf
- Jetzt können Server und Client wie auf TCP kommunizieren

WebSockets: Beispiel-kommunikation

[Bildquelle: eigenes Werk]



Implementierungen

Nachrichtenpakete

```
{
  content: "Hello World!",
  sender: "Alice",
  timestamp: "2022-12-04T19:29:13.455Z"
}
```

- Wir verwenden für alle Kommunikationsvarianten eine einheitliche Datenstruktur
- Timestamp ist das Sendedatum
  - Wird verwendet, um Chatnachrichten zu sortieren und Clients zu ermöglichen, Folgenachrichten anzufragen

Polling

```
1 const fetchMessages = async () => {
2   const response = await fetch("...", {
3     method: "POST",
4     body: lastMessageTimestamp
5   });
6
7   if (!response.ok) return;
8
9   appendMessages(await response.json());
10  updateTimestamp();
11 };
12
13 setInterval(fetchMessages, 2000);
```

[Vereinfachter Code]

Live Demo: Polling

Long Polling

```
1 const getResponse = async (timestamp) => {
2   const filteredMessages = filter(timestamp,
  messages);
3
4   if (filteredMessages.length > 0) {
5     return filteredMessages;
6   } else {
7     waitingClients.add(res);
8   }
9 }
```

[Vereinfachter Code]

Streaming

```
1 const receiveMessage = async (message) => {
2   messages.push(message);
3   res.end();
4
5   storedClients.forEach((client) => {
6     client.write(JSON.stringify([message]));
7   });
8 }
```

[Vereinfachter Code]

Live Demo: Long Polling & Streaming

WebSockets

```
const sendMessage = async (msg: Message) => {
  ws.send({
    type: "message",
    data: msg,
  });
};

ws.onmessage = async (event) => {
  const reader = new FileReader();
  reader.readAsText(event.data);
  appendMessages(reader.result);
};
```

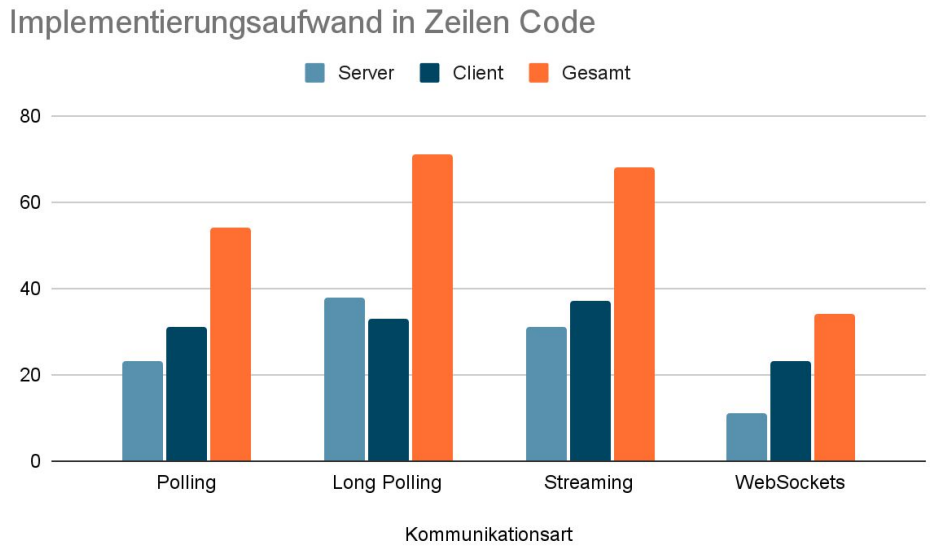
[Vereinfachter Code]

Live Demo: WebSockets

Auswertungen

Wie kann man die Varianten vergleichen?

Implementierungsaufwand



- Long Polling und Streaming am meisten Code
- WebSockets am schlanksten
- Begrenzte Bedeutsamkeit

Performance: Was sendet wann wie viel?

Kommunikationsart	Initial	Regelmäßig	Nachrichtenempfang	Nachrichtenversand
Polling	- / -	711 B	769 + M B	714 + m B
Long Polling	- / -	- / -	769 + M B	714 + m B
Streaming	769 B	- / -	m B	714 + m B
WebSockets	722 B	- / -	26 + m B	26 + m B

- m = Bytes einer Nachricht (inkl. Name und Timestamp)
- $M = m_1 + m_2 + \ldots + m_{\square} + \mathrm{n} + 1$ = Bytes eines Arrays von Nachrichten

Und was soll ich jetzt verwenden?

WebSockets... *wahrscheinlich*.

Das Problem mit Polling-Varianten

Polling ist einfach zu implementieren…

…belastet das Netzwerk aber übermäßig und ist keine Echtzeitübertragung.

Long Polling hat weniger Overhead…

…riskiert jedoch Timeouts und blockiert ggf. Systemressourcen.

Streaming hat fast keinen unnützen Overhead…

…riskiert aber zu Timeouts und Ressourcen auch Probleme mit Proxys.

Und sie alle verwenden HTTP auf eine Weise, die das Protokoll nicht vorsieht.

Auch WebSockets sind nicht perfekt

Die Vorteile:

- Für unseren Gebrauchsfall entwickelt
- Kein Overhead
- Geringe Client/Serverlast
- Echtzeitübertragung
- Geringere Latenz als Polling-Varianten

Ein Nachteil:

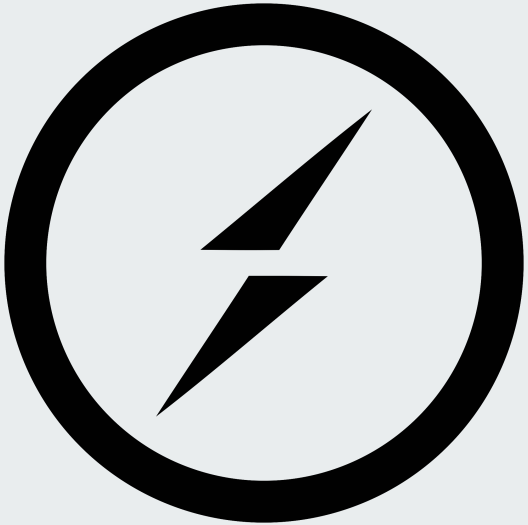
- Nicht alle Browser unterstützen Websockets
  - 1.7% aller Nutzer können keine Websockets verwenden

Was, wenn mein Anwendungsfall aber 100% der Nutzer erreichen soll?

Frameworks!

Socket.IO

[https://socket.io/]



[Bildquelle: https://socket.io/images/logo.svg]

- Für eine Vielzahl von Frameworks implementiert
- Als Bibliothek in vielen Programmiersprachen verfügbar
- Baut auf Websockets auf, mit Long Polling als Fallback
- Bietet *Rooms*, in denen Nachrichten an Gruppen von Clients versendet werden
- Performance schlechter als Websockets (duh!)

Faye

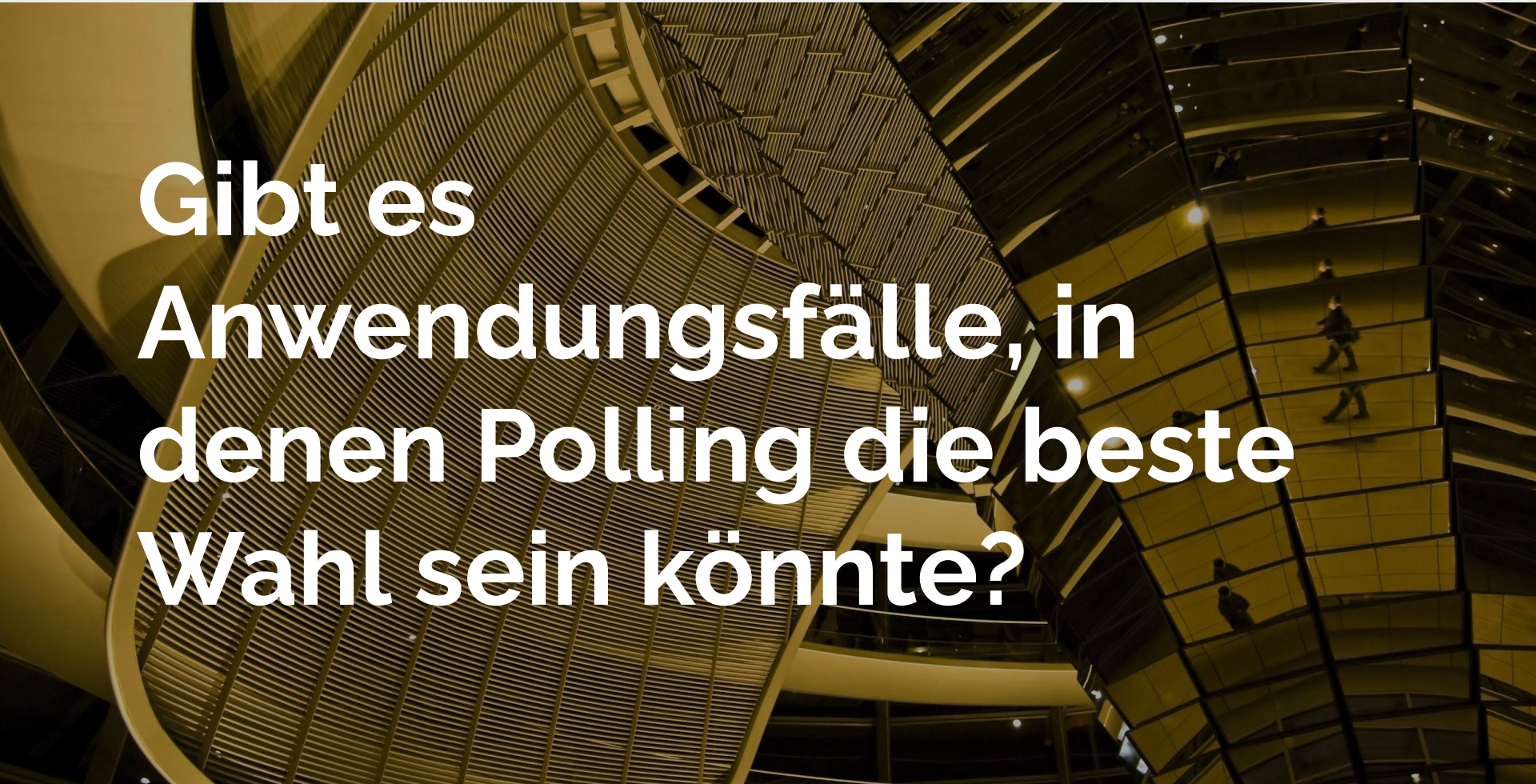
[https://faye.jcoglan.com/]

[Bildquelle: https://faye.jcoglan.com/images/faye-logo.gif]

- Unbekanntere Alternative zu Socket.IO
- Weniger unterstützte Frameworks und Programmiersprachen
- Vergleichbare Features
- Fokus auf Publish-Subscribe Pattern

Zusammenfassung

- Uns stehen **eine Reihe von Lösungsansätzen** zur Verfügung, wenn wir eine Website “Live” gestalten möchten
- Diese wurden auf verschiedenen Kriterien analysiert und verglichen
- Zusätzlich zu den klassischen Ansätzen können wir auf Frameworks ausweichen, um die Vorteile verschiedener Ansätze zu kombinieren



Gibt es Anwendungsfälle, in denen Polling die beste Wahl sein könnte?