

# ENTWICKLUNG EINER WEBANWENDUNG (WORKSHOPPY) ZUR DURCHFÜHRUNG VON WORKSHOPS IN ECHTZEIT

## **Abschlussarbeit**

zur Erlangung des akademischen Grades  
Bachelor of Science (B.Sc)

an der

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin  
Fachbereich 4  
Studiengang Angewandte Informatik

vorgelegt von

**Alongkorn Kiatmontri**

(eingereicht am )

**Erstprüfer:** Herr Prof. Jung, Th.

**Zweitprüfer:** Herr Andreas Flack (LB)

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit versichere ich, die vorliegende Abschlussarbeit selbstständig und nur unter Verwendung der von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel verfasst zu haben. Sowohl inhaltlich als auch wörtlich entnommene Inhalte wurden als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit hat in dieser oder vergleichbarer Form noch keinem anderem Prüfungsgremium vorgelegen.

Datum: \_\_\_\_\_ Unterschrift: \_\_\_\_\_

## **Danksagungen**

## **Zusammenfassung / Abstract**

### **Abstract**

# Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung . . . . .	2
Danksagungen . . . . .	3
Zusammenfassung / Abstract . . . . .	4
<b>1 Einleitung</b>	<b>9</b>
1.1 Motivation . . . . .	9
1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit . . . . .	10
<b>2 Grundlagen</b>	<b>11</b>
2.1 Grundlegende Begriffe . . . . .	11
2.1.1 Workshop . . . . .	11
2.1.2 Brainstorming . . . . .	13
2.1.3 TCP/IP . . . . .	14
2.1.4 HTTP . . . . .	16
2.1.5 Ablauf einer HTTP-Verbindung . . . . .	17
2.1.6 AJAX . . . . .	18
2.1.7 Echtzeit . . . . .	19
2.1.8 WebSocket . . . . .	22
2.1.9 jQuery . . . . .	25
2.2 Responsive Webdesign . . . . .	26
2.3 Web 2.0 . . . . .	27
2.4 Rich Internet Applications . . . . .	30
2.5 Thick Client und Thin Client . . . . .	32
<b>3 Analyse</b>	<b>33</b>
3.1 Stand der Technik . . . . .	33
3.1.1 IdeaBoardz . . . . .	33
3.1.2 Miro-RealtimeBoard . . . . .	36
3.1.3 MindMap . . . . .	37
3.2 Erkennbare Stärken und Schwächen der Konkurrenz-Tools . . . . .	39
3.2.1 IdeaBoardz: . . . . .	39
3.2.2 Miro-RealtimeBoard: . . . . .	40

3.3	Projektstruktur . . . . .	42
3.4	Ist-Analyse . . . . .	42
<b>4</b>	<b>Design</b>	<b>44</b>
<b>5</b>	<b>Implementierung</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>46</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>47</b>

# Abbildungsverzeichnis

2.1	Aufbau eines Datagramms . . . . .	14
2.2	Zeitüberschreitung und erneute Übertragung bei Verlust eines Pakets . . . . .	15
2.3	Die wichtigsten Protokolle im TCP/IP-Referenzmodell . . . . .	15
2.4	Das Client-Server-Modell . . . . .	16
2.5	Aufbau einer URL . . . . .	17
2.6	Klassisches HTTP Request-Response-Paradigma nach [Wöhr, 2004] . . . . .	17
2.7	synchrone und asynchrone Kommunikation . . . . .	19
2.8	Polling . . . . .	21
2.9	LongPolling . . . . .	21
2.10	Beispiel einer Client-Handshake-Anfrage . . . . .	23
2.11	WebSocket-Server Handshake . . . . .	23
2.12	Das WebSocket-Handshake . . . . .	24
2.13	DOM - Elementenbaum einer Webseite . . . . .	25
2.14	Das Konzept Web 2.0 nach einer Brainstorming-Sitzung . . . . .	28
2.15	Die Bedeutung von Web 2.0 . . . . .	28
2.16	Kommunikationsmodell einer klassischen Webanwendung . . . . .	30
2.17	Kommunikationsmodell einer RIA am Beispiel einer AJAX-Anwendung . . . . .	31
2.18	Vergleich der Desktopanwendung, klassischen Webanwendung und RIAs . . . . .	32
3.1	Erstellen eines eigenen IdeaBoards. . . . .	34
3.2	Darstellung von Sektionen . . . . .	34
3.3	Darstellung einer der Sektionen . . . . .	35
3.4	Zusammenführen und Zuordnen von Daten . . . . .	35
3.5	Realisieren eines Brainstormings mit Hilfe von Miro . . . . .	37
3.6	Health mindmap . . . . .	38
3.7	Projektstrukturplan . . . . .	42

# Tabellenverzeichnis

3.1 Funktionsüberblick der beiden Konkurrenzen. . . . .	41
---	----



# 1 Einleitung

Im ersten Kapitelabschnitt der Bachelorarbeit, wird auf die Motivation und die Zielsetzung eingegangen. Zusätzlich wird ein Überblick über den Aufbau der Arbeit aufgezeigt.

## 1.1 Motivation

Beim Suchen und Finden von Lösungen, ungewöhnlichen Geschäftsideen, Innovationen oder um einzelne Projekte erfolgreicher zu machen, bereichert viele Menschen der Begriff Kreativität. Um die Kreativität zu fördern, braucht es Kreativitätstechniken, die dabei helfen, Ideen zu generieren und Einfälle zu sammeln.

Der Klassiker und eine der bekannteste unter allen Kreativitätstechniken ist das klassische Brainstorming. Sie wurde vom Amerikaner Alex Faickney Osborn erfunden und von Charles Hutchison Clark zur Ideenfindung innerhalb von Gruppen weiterentwickelt. (vgl. [van Aerssen, oJ]) „Er benannte das Brainstorming nach der Idee dieser Methode, nämlich using the brain to storm a problem (wörtlich: Das Gehirn verwenden zum Sturm auf ein Problem).“ [Holzer, 2012]

Die Kreativitätstechnik Brainstorming gilt als eine der beliebtesten Methoden zur Ideenfindung und -sammmlung neuen Geschäftsideen, Ideen für ein Projekt/Produkt oder auch zu einer vorhandenen bzw. gegebenen Problemstellung.

Ziel des Brainstormings ist es, Denkblockaden auf der Suche nach neuen Ideen zu beenden. Diese Kreativitätstechnik wird häufig in Seminaren und Workshops angewendet, um die Gruppenarbeit effektiver und effizienter zu gestalten. Bei einer Brainstorming-Sitzung in einem Workshop kann jeder Teilnehmer auf die Ideen des anderen aufbauen und anknüpfen. Dadurch werden die Teilnehmer gegenseitig durch Ihre Ideen zu neuen Ideen angeregt, wodurch mehr Ergebnisse, als tatsächlich gebraucht, produziert werden.

Eine häufig angewendete Methodik für die Ausarbeitung des Brainstormings in den Workshops ist es, sich Karteikarten oder Notizzettel zu nehmen, seine Ideen und Gedanken darauf zu schreiben und an eine Pinnwand (Flipchart, Whiteboard) anzubringen. Haben alle Teilnehmer Ihre Karteikarten an der Pinnwand angebracht, wird anschließend analysiert und darüber diskutiert. Am Ende der Besprechung werden die gesammelten Daten bewertet und anschließend von dem Moderator dokumentiert. Mit herkömmlichen analogen Workshops bedeutet das für den Moderator, dass er die Karteikarten auf der

Pinnwand abtippen oder abfotografieren muss, um eine Dokumentation erstellen zu können. Da wir uns heutzutage in einem digitalen Zeitalter befinden und uns dieser neuen Welt nicht mehr entziehen können, gilt es, diesen Wandel als Chance zu begreifen, solche analogen Workshops zu digitalisieren, um dem Moderator eine Möglichkeit anzubieten, die Daten digital zusammenzufassen.

## **1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit**

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit soll eine dynamische Webanwendung (Workshoppy) zur Durchführung von Workshops in Echtzeit entwickelt werden, die das klassische Brainstorming digitalisieren und effektiver machen soll. Die Webanwendung soll künftig in den Workshops genutzt werden und muss die Funktionen bieten, welche mehrere Personen (Teilnehmer) über Ihre Endgeräte (Smartphone, Laptop oder Tablet) ihre Ideen abgeben können. Dabei werden die eingebrachten Ideen der Teilnehmer in Echtzeit auf einer großen Leinwand (Beamer) präsentiert. Der Moderator soll anschließend die Möglichkeit erhalten, die Ergebnisse digital zusammenzufassen. Die Zusammenfassung soll auch als PDF-Datei exportiert werden können. Bei der Konzeption der Webanwendung ist zu beachten, dass eine benutzerfreundliche Darstellung für die Anwender gewährleistet ist.

Die vorliegende Arbeit ist wie folgt aufgebaut: Das Kapitel 2 stellt vorab ein Überblick über einige grundlegende Begriffe vor. Der Begriff Responsive Webdesign, AJAX-Technologie und Rich Internet Applications (RIA) werden besprochen. Anschließend wird der Thin Client und Thick Client beschrieben. Das Kapitel 3 beschäftigt sich zunächst mit dem Stand der Technik. Die Anforderung zur Webanwendung wird dabei analysiert und konzipiert. In diesem Kapitel werden vor allem die funktionale, nicht-funktionale Anforderungen sowie die Muss- und Kann- Anforderungen ermittelt. Aufbauend auf den Ergebnissen der Anforderungsanalyse erfolgt in Kapitel 4 eine ausführliche Beschreibung über den Entwurf der Benutzeroberfläche (GUI) der Webanwendung. Danach wird das Design der GUI entworfen. Im Kapitel 5 wird zunächst die zu verwendenden Webentwicklungswerkzeuge vorgestellt. Anschließend beschäftigt sich dieses Kapitel hauptsächlich mit der Implementierung der Webanwendung. Zum Schluss wird es im Kapitel 6 die erarbeiteten Ergebnisse zusammengefasst, sowie Ideen für zukünftigen Erweiterungen der entwickelten Webanwendung diskutiert.

## 2 Grundlagen

Dieses Kapitel behandelt die für diese Arbeit nötigen Grundlagen. Zunächst wird ein Überblick über grundlegende Begriffe vorgestellt. Das Responsive Webdesign und einige Merkmale für eine responsive Webseite in Bezug auf die zu entwickelnde Webanwendung werden erläutert. Dann werden das Web 2.0 und der entstandene Ausdruck *Rich Internet Application* beschrieben. Anschließend gibt es die Unterschiede zwischen Thin Client und Thick Client.

### 2.1 Grundlegende Begriffe

#### 2.1.1 Workshop

Workshop<sup>1</sup> ist eine Veranstaltung, bei der sich eine bestimmte Anzahl von Personen teilnimmt, um außerhalb der Routinearbeit Fragen, Probleme und Themen zu bearbeiten. Jeder Workshop wird von einem Moderator geleitet. Bei größeren Gruppen (mehr als 15 Teilnehmer) ist der Einsatz von weiteren Moderatoren zu empfehlen. Die Teilnehmer handeln es sich in der Regel um Spezialisten oder Betroffene, die Ihr Fachwissen zu der behandelten Aufgabe einfließen lassen. Das Ziel ist dabei: Lösungsvorschläge für Aufgaben- oder Problemstellung zu generieren und Maßnahmenplan für die Umsetzung zu entwickeln.

Der Moderator ist der aktiver Dienstleister der Gruppe. Er ist für die Vorbereitung sowie Organisation verantwortlich und soll die Gruppe am Ende zum Ziel führen. Seine Aufgaben bestehen unter anderem, Fragestellung gezielt zu formulieren, den Ablaufplan zu erstellen, Denkprozesse anzuleiten, Zeitplan einzuhalten und Ergebnisse zu dokumentieren. Er muss außerdem die stille Teilnehmer aktivieren sowie die dominante bremsen und darauf achten, dass die Gruppe bei Diskussionsrunden das Ziel nicht aus den Augen verliert.

Nach Ansicht des Autors [phil. Tomas Bohinc, 2016] können Workshops in folgenden Projektphasen eingesetzt werden:

- Kick-Off-Veranstaltung
- Projektplanung-Prozess
- Problemlösung

---

<sup>1</sup>bedeutet so viel wie „Arbeitskreis oder -gruppe“ .

- Entscheidungsfindung
- Informationsaustausch
- Teamentwicklung
- Scrum
- Projektabschluss

Die Gestaltung von Workshops spielt bei der Qualität der Ergebnisse eine große Rolle. Bei einem unstrukturierten Workshop kann dazu führen, dass er keine Motivation bei den Teilnehmer erregt, um sich an dem Workshop einzubringen und Ergebnisse zu erarbeiten. Um dagegen vorzugehen, können der Moderator je nach Dauer des Workshops folgenden kreative Workshop-Methoden anwenden, um Workshops effektiv und interaktiv zu gestalten:

- World Cafe
- Open Space
- Six Thinking Hats
- Fishbowl
- Lego Serious Play

Die genauen Beschreibungen zu den oben genannten Workshop-Methoden können im Blogpost von [Chornaya, 2018] verfolgt werden.

Wenn es darum geht, neue Ideen für Problemlösung, neue Produkten, neue Geschäftsideen oder Innovationen zu erzeugen, werden Kreativitätstechniken eingesetzt. Denn durch Kreativität werden Ideen generiert. Viele moderne Kreativitätstechniken haben sich im Laufe der Jahre etabliert. Dem Moderator steht deshalb eine Vielzahl von Kreativitätstechniken zur Verfügung. Der Klassiker und eine der beliebtesten unter allen Kreativitätstechniken ist wie bereits im Unterkapitel 1.1 erwähnt, das klassische Brainstorming. Da die vorliegende Arbeit eine Webanwendung zur Durchführung von Workshops behandelt, die das klassische Brainstorming digitalisieren soll, werde ich deshalb nicht auf die anderen vorhandenen Kreativitätstechniken eingehen.

### 2.1.2 Brainstorming

Wie bereits im Unterkapitel 1.1 benannt, werden beim Brainstorming anhand eines konkreten Thema bzw. Problems Ideen, Einfälle und Vorschläge gesammelt. Es kommt dabei nicht auf die Qualität der Ideen an, sondern zunächst, dass möglichst viele Ideen generiert werden. Beim Brainstorming zählt die Quantität vor Qualität. Die Teilnehmer in der Gruppe sollen ihre Gedanken öffentlich frei äußern. Durch diesen öffentlichen Austausch, können mehr Ergebnisse produziert werden.

Die Gruppengröße bei einer Brainstorming-Sitzung sollte nicht zu groß und zu klein sein. „Je nach Fachliteratur ist von Gruppengröße von 5 bis maximal 20 Personen die Rede“. [Holzer, 2012]

Nach [Reich, 2007] läuft eine Brainstorming-Sitzung in folgenden Phasen ab:

- **Vorbereitung:**  
Der Moderator stellt in dieser Phase die zu behandelte Frage und die Regeln vor. Bei Notwendigkeit kann ein oder mehrere Protokollant/en bestimmt werden.
- **Ideen sammeln:**  
Die Teilnehmer dürfen Ideen und Vorschläge frei äußern. Der Moderator muss in dieser Phase vor allem die stillere Teilnehmer motivieren und ermuntern. Die Kritik ist in dieser Phase untersagt. Die Ergebnisse werden dabei protokolliert. In der Regel werden die Ideen auf eine Notizzettel geschrieben und an die Wand gepinnt.
- **Zusammenfassung und Auswertung:**  
Das Brainstorming ist nun beendet und der Moderator wird die Gruppe zunächst die dokumentierte Ergebnisse präsentieren. Anschließend werden die Ideen gemeinsam mit der Gruppe ausgewertet, sortiert und geordnet. In dieser Phase ist Kritik erlaubt und darf geäußert werden. Am Ende dieser Phase soll eine Liste mit den gut bewerteten Ideen und Vorschläge entstehen.
- **Nachbereitung:**  
Ein Brainstorming fördert nur die Kreativität. Die Vorschlägen müssen danach umgesetzt und realisiert werden. Sonst helfen die Ideen nicht, wenn nichts daraus gemacht wird.

Damit eine Brainstorming-Sitzung erfolgreich verlaufen ist, sollten dabei folgenden Regeln eingehalten werden:

- Unabhängig wie verrückt jede einzelne Idee ist, keine Kritik in der Sammlungsphase.
- Quantität vor Qualität, je mehr Ideen desto besser.
- Entwicklung oder Verbesserung von fremden Ideen ist willkommen.
- Lass die Fantasie freien Lauf. Ungewöhnliche Ideen sind erwünscht.

### 2.1.3 TCP/IP

Das Transmission Control Protocol (TCP) und das Internet Protocol (IP) bilden Grundlage für die gesamte Netzwerkkommunikation und legen demnach die grundlegende Technologien für das Internet dar.

TCP nutzt für die Übertragung der Datenpakete das Übertragungsprotokoll IP, welches zur Vermittlungsschicht im TCP/IP-Referenzmodell gehört. Die Aufgabe von IP-Protokoll ist, die Datenpakete an den richtigen Rechner im Netzwerk zu transportieren. Die Datenpakete sind nicht anderes als Datagramme. Ein IP-Datagramm enthält unter anderem die IP-Adresse des Absenders und des Empfängers sowie weitere spezifische Übertragungsparameter (**Abbildung 2.1**). Ob alle versendeten Datagramme erfolgreich beim Empfänger angekommen sind, kann das IP-Protokoll jedoch nicht sicherstellen. Solche Fehlerbehandlungen, wie z.B. ob Pakete beim Empfänger tatsächlich angekommen sind, stellt die Transportschicht, allem voran TCP, sicher. (vgl. [Karadeniz, oJ])

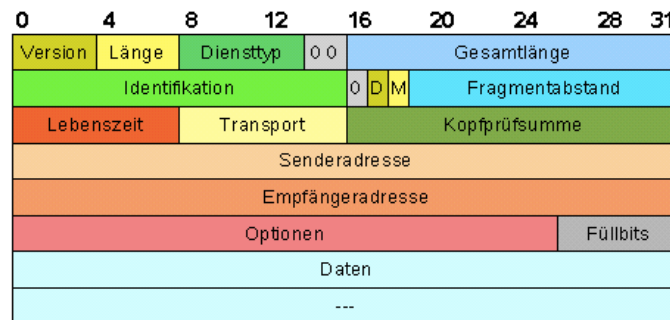


Abbildung 2.1: Aufbau eines Datagramms

**Quelle:** <http://einstein.informatik.uni-oldenburg.de/rechnernetze/diagramm.htm>

TCP ist eines der wichtigsten Protokolle der Transportschicht im TCP/IP-Referenzmodell und ist ein zuverlässiges, verbindungsorientiertes und paketvermittelndes Transportprotokoll, welches das Ziel hat, Datenverluste bei der Datenübertragung zu unterbinden, größere Datenmenge in kleinere Pakete zu zerlegen und die empfangene Datenpakete über Ports an den korrekten Anwendungen weiterzuleiten. Da sich TCP ein verbindungsorientiertes Protokoll handelt, definiert das TCP-Protokoll eine Ende-zu-Ende-Verbindung zwischen den Kommunikationspartnern im Netzwerk. (vgl. [o.V., 2019])

Das TCP-Protokoll verwendet dabei das Verfahren namens *Positive Acknowledgement (ACK) with Retransmission*<sup>2</sup>, um die Zuverlässigkeit der Datenübertragung sicherzustellen. Dies hat zu bedeuten, dass der Empfänger nach dem Erhalt der Daten dem Sender mit einer positiven Nachricht quittiert wird. Mit einer positiven Nachricht weiß der Sender, dass das Paket den Empfänger erreicht hat. Sollte von

<sup>2</sup>auf deutsch: positive Bestätigung mit erneuter Übertragung

seitens der Empfänger keine positive Nachricht kommt, wird das Senden solange wiederholt, bis eine positive Antwort beim Sender eingegangen ist (**Abbildung 2.2**). (vgl. [Holtkamp, 2001])

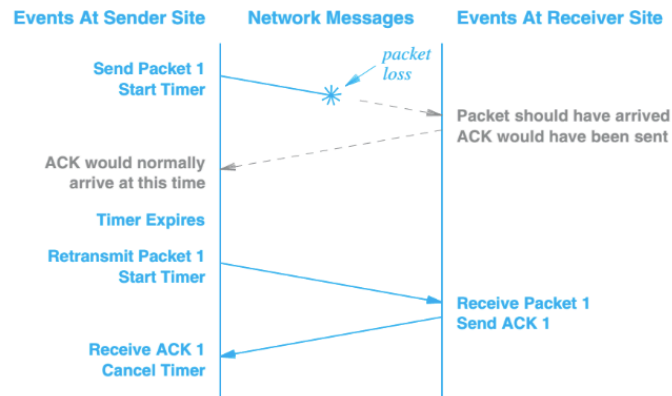


Abbildung 2.2: Zeitüberschreitung und erneute Übertragung bei Verlust eines Pakets

**Quelle:** [http://lemoncisco.blogspot.com/2014/06/internetnetworking-with-tcpip-notes\\_25.html](http://lemoncisco.blogspot.com/2014/06/internetnetworking-with-tcpip-notes_25.html)

Die folgende Abbildung (**Abbildung 2.3**) zeigt die wichtigsten Protokolle im TCP/IP-Referenzmodell. Über der TCP- und IP-Schicht im TCP/IP-Referenzmodell befindet sich die Anwendungsschicht. Diese Schicht beinhaltet alle Protokolle auf Anwendungsebene, die auf TCP oder UDP aufsetzen. Die Anwendungsschicht stellt den Anwendungsprogrammen Dienste zur Verfügung. Das bekannteste Protokoll auf der Anwendungsschicht ist wohl das Hypertext Transfer Protocol (HTTP), welches den Zugriff auf die Webseiten ermöglicht.

Schicht	DoD-Schichtmodell theoretisches Arbeitsmodell	TCP/IP- Protokollsammlung praktische Ausführung		OSI- Schicht Nr.
4 Process Anwendungsschicht	Anwendungen und Nutzdaten interaktive Protokolle	HTTP, SMTP, FTP, DNS POP3, IMAP, Telnet SNMP, NTP	Stream	7 6 5
3 Host-to-Host Transportschicht	Verbindung zweier Netzteilnehmer zur Datenübermittlung	TCP, UDP, TLS (SSL), SCTP	Segment	4
2 Internet Internetschicht	Paketvermittlung Wegewahl (Routing)	IP mit ICMP EIGRP (IGRP) RIP, BGP, OSPF	Datagramm	3
1 Network Access Netzzugangsschicht	Techniken zur Datenübertragung in div. Netztypen	Ethernet mit CSMA/CD Token-Passing, FDDI PPP, ARP, BOOTP (RARP)	Frame	2 1
↔ physikalisches Medium, Übertragungspfad, Kupfer- und Glasfaserleitungen, Funkstrecken ↔				

Abbildung 2.3: Die wichtigsten Protokolle im TCP/IP-Referenzmodell

**Quelle:** <https://www.elektroniktutor.de/internet/tcpip.html>

### 2.1.4 HTTP

Das Hypertext Transfer Protocol (HTTP) ist ein zustandsloses und unidirektionales Datenübertragungsprotokoll in einem Netzwerk. Es wird hauptsächlich eingesetzt, um die Dateien vom Server anzufordern und sie in den Browser zu laden und darzustellen. Bei HTTP handelt es sich um eine unverschlüsselte Kommunikation. Dies hat zur Folge, dass alle Informationen im Klartext gesendet werden. Für die verschlüsselte Verbindung bietet sich das sichere HyperText-Übertragungsprotokoll HTTPS<sup>3</sup> an. HTTP arbeitet nach dem Client-Server-Modell (**Abbildung 2.4**).

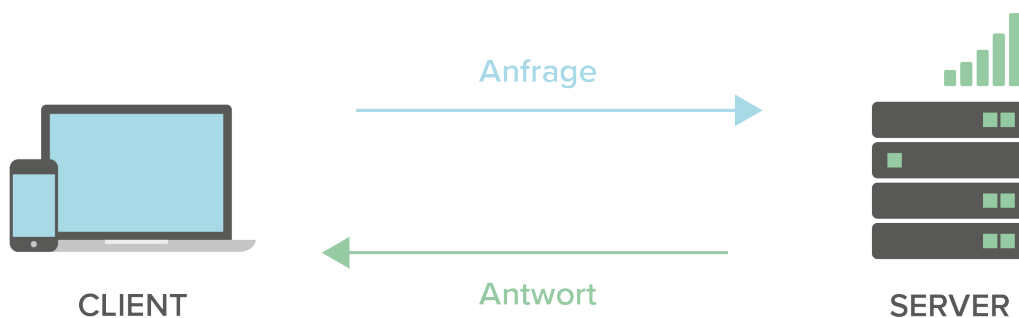


Abbildung 2.4: Das Client-Server-Modell

**Quelle:** <https://www.placetel.de/ratgeber/client>

Der Client (Webbrowser) sendet eine HTTP-Anfrage an den Port 80 des Servers (HTTP-Server). Dieser erledigt die Anfrage vom Client und schickt ihm eine Antwort zurück. Diese Kommunikation verläuft im Textformat. Die Anfrage- sowie die Antwortnachrichten bestehen aus einem Header und Daten. Der Header beinhaltet Steuerinformationen. Der Datenteil enthält den eigentlichen Inhalt der Seite. Nach Abarbeitung der Anfrage wird die Verbindung zwischen Client und Server abgeschlossen. Der Server steht also für die Bearbeitung von neuen Anfragen zur Verfügung. Um dem Server mitzuteilen, was er genau dem Client schicken soll, adressiert der Client bei der Anfrage eine Datei, die sich auf dem Server befindet muss. Dazu verwendet der Client eine URL<sup>4</sup>. Ist diese Datei vom Client nicht vorhanden, antwortet der Server mit der Fehlermeldung (Error 404) zurück. Für eine zuverlässige Kommunikation verwendet HTTP das verbindungsorientierte Transportprotokoll TCP. (vgl. [Stefan Luber, 2018])

<sup>3</sup>Hypertext Transfer Protocol Secure

<sup>4</sup>Uniform Resource Locator



Eine URL ist wie folgt aufgebaut<sup>5</sup>:

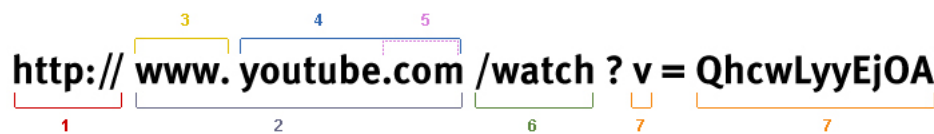


Abbildung 2.5: Aufbau einer URL

**Quelle:** <https://webdesignerinfuehrung.files.wordpress.com/2013/10/url-aufbau.jpg>

1. Das verwendete Protokoll (HTTP). Andere Protokolle könnten ebenfalls verwendet werden, wie HTTPS, FTP.
  2. Es handelt sich um den Host oder Hostnamen.
  3. Die Subdomain: www (World Wide Web).
  4. Die Domain oder der Domainname. Dieser Name ist einmalig, wie eine Postanschrift.
  5. beschreibt die Top-Level-Domain und bezieht sich auf das Ursprungsland der Webseite.
  6. Der Pfad. Dieser verweist auf eine bestimmte Ressource (Datei, Verzeichnis) auf dem Server.
  7. Parameter und Wert: v (Parameter), QhewLyyEjOA (Wert).
- Nach dem Pfad folgt in dem Beispiel ein URL-Parameter. Er wird durch ein Fragezeichen getrennt.

### 2.1.5 Ablauf einer HTTP-Verbindung

Der Ablauf einer HTTP-Verbindung wird mit dem Beispiel eines Aufrufes einer Webseite im Webbrowser dargestellt. Das Aufrufen einer Webseite im Browser erfolgt hauptsächlich in vier Schritten:

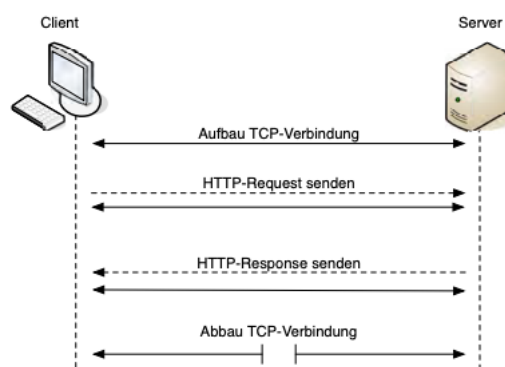


Abbildung 2.6: Klassisches HTTP Request-Response-Paradigma nach [Wöhr, 2004]

<sup>5</sup>vgl. <https://webdesignerinfuehrung.wordpress.com/tag-8/wie-ist-eine-url-aufgebaut/>

1. Der Client baut eine TCP-Verbindung zum Server auf.
2. Der Client, in diesem Fall der Benutzer gibt z.B. eine Adresse (URL) in das Adressfeld seines Webbrowsers ein. Diese Adresse wird als HTTP-Request an der Server gesendet.
3. Der Server bearbeitet die Anfrage von dem Benutzer (Client) und antwortet ihm mit einer HTTP-Response zurück.
4. Nach dem Response baut der Server die Verbindung wieder ab.

### 2.1.6 AJAX

AJAX<sup>6</sup> ermöglicht, dass sich die Daten zwischen Browser und Server im Hintergrund austauschen können, ohne die Seite komplett neu zu laden. Man spricht von einer asynchronen Datenübertragung zwischen Client und Server.

Dabei ist das XMLHttpRequest<sup>7</sup>-Objekt in JavaScript für die Durchführung dieser asynchronen Datenübertragung zwischen Client und Server verantwortlich. XHR ist eine Schnittstelle zwischen JavaScript und Daten auf dem Server. Das XMLHttpRequest sendet eine HTTP-Anfrage an einen Webserver. Die Rückgabe vom Server kann ein JavaScript direkt per DOM<sup>8</sup> und CSS<sup>9</sup> in das Dokument ergänzen oder verändert, ohne die Seite neu laden zu müssen. Die statischen Inhalte bleiben erhalten, während nur veränderliche Information ergänzt werden. Das spart vor allem Zeit, reduziert den Trafficverbrauch und ermöglicht dem Nutzer interaktiv mit dem Server zu kommunizieren.

Nach [o.V., 2017] unterstützt XHR neben XML-Dokumente auch alle Textformate und kann eine Anfrage ebenfalls über HTTPS übermitteln. Ein typisches Beispiel für die AJAX-Anwendung ist die Autovervollständigung von Google. Sobald der Nutzer die Daten im Suchfeld auf der Google Webseite eingibt, wird dabei automatisch die passende Vorschläge geliefert.

---

<sup>6</sup>Asynchronous JavaScript and XML

<sup>7</sup>kurz: XHR

<sup>8</sup>Document Object Modal

<sup>9</sup>Cascading Style Sheets

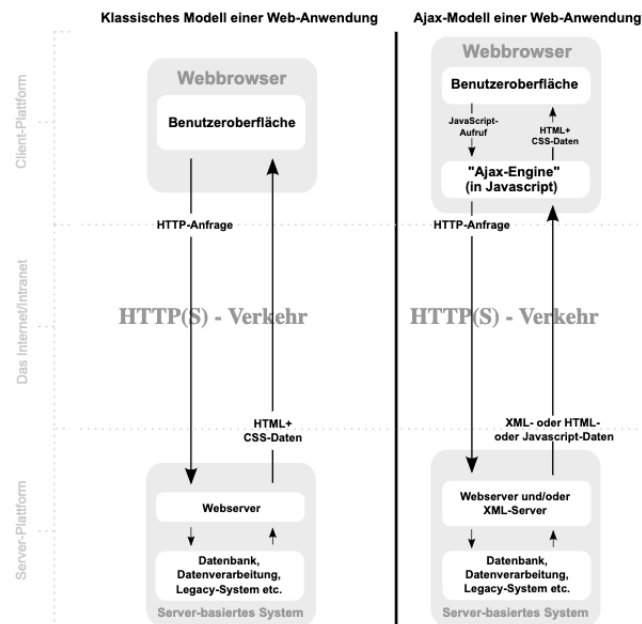


Abbildung 2.7: synchrone und asynchrone Kommunikation

**Quelle:** By I, DanielSHaischt, CC BY-SA 3.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2223689>

### 2.1.7 Echtzeit

Der Begriff „Echtzeit“ rückt immer mehr insbesondere bei bestimmten Webanwendungen in den Vordergrund auf. Was genau steckt hinter diesem Begriff? Lutz Schmitt hat in seiner Diplomarbeit diesen Begriff folgendermaßen definiert: „Echtzeit beschreibt die Ausführung eines Prozesses in einem so kurzen Intervall, dass für die menschliche Wahrnehmung keine Zeit vergangen ist. Echtzeit beschreibt also das Phänomen der Reduzierung eines (Maschinen-)Prozesses auf einen Zeitpunkt.“ Ein Grund dafür, dass der Begriff Echtzeit in den letzten Jahren so viel an Bedeutung gewonnen hat, liegt darin, „[...] dass viele Informationsverarbeitungsprozesse, die bis vor wenigen Jahren noch eine wahrnehmbare Dauer in Anspruch nahmen, so stark beschleunigt worden sind, dass sie eben nicht mehr wahrzunehmen sind. [...] Aus der Rechenzeit, die ein Computer für eine bestimmte Aufgabe benötigt, wird die Prozessverarbeitung in Echtzeit, die sofortige Erledigung ohne Verzögerung. [...] Anstatt auf die Maschine warten zu müssen, kann der Mensch unmittelbar weiterarbeiten.“ [Schmitt, 2006]

In der heutigen Zeit, in der das Internet nicht mehr aus unserem Alltag wegzudenken ist, wurde der Begriff Echtzeit in den letzten Jahren so populär, vor allem bei Webanwendungen, die auf eine schnelle und latenzfreie Datenübertragung abhängig sind, wie z.B. Online-Spiele, Chat-Anwendungen oder kollaborative Webseite.

Ein latenzfreier Informationsaustausch zwischen zwei Teilnehmern in einem Netzwerk ist mit dem bekannten Übertragungsprotokoll HTTP nicht gewährleistet. Dieses Protokoll arbeitet, wie bereits bekannt, nach dem Client-Server-Modell (**Abbildung 2.4**). Das hat zu bedeuten, dass nur der Client die Verbindung zum Server aufbaut, nie umgekehrt. Erst dann wenn die Verbindung zum Server erfolgreich hergestellt ist, folgt das Abschicken von Request- und Response-Nachrichten zwischen Client und Server. Man spricht hier von synchroner Übertragung. Nach dem Absenden der Antwortnachricht baut der Server die Verbindung anschließend wieder ab.

Das Übertragungsprotokoll HTTP war in der Vergangenheit die perfekte Lösung für viele klassische Webanwendungen, um Kommunikation oder auch Interaktion zwischen zwei Kommunikationspartnern im Internet zu realisieren. Im Sinne der Echtzeit-Webanwendungen erfüllt dieses Übertragungsprotokoll jedoch nicht alle Anforderungen. Da es sich bei HTTP um eine synchrone Datenübertragung handelt, wird dabei die Benutzeraktivität unterbrochen, bis der Client die Antwort vom Server erhalten hat. Dieser Mangel kann durch AJAX mit der sogenannten asynchronen Datenübertragung behoben werden. Die Daten werden bei diesem Kommunikationsmodell im Hintergrund ausgetauscht, ohne dass die komplette Seite neu geladen werden muss. Trotz der Anwendung von AJAX bleibt das Hauptproblem weiterhin bestehen. Der Server kann bei HTTP nur auf Anfragen eines Clients reagieren, d.h. er wartet passiv auf Anforderungen. Eine Echtzeit-Anwendung soll durch die Interaktion vom Benutzer nicht unterbrochen werden. Häufig werden Echtzeit-Anwendungen durch Hacks (Polling oder Long Polling) simuliert. (vgl. [Herb, oD])

Beim Polling wird der Server in regelmäßigen Abständen (z.B. alle zwei Sekunden) vom Client angefragt, ob er neue Daten hat. Falls neue Daten vorliegen, wird der Server diese ohne Verzögerung an dem Client senden. Im Fall, dass keine Daten für die Anfrage vorliegen, wird dem Client vom Server mit einer leeren Nachricht geantwortet (**Abbildung 2.8**). (vgl. [Aderhold, 2013])

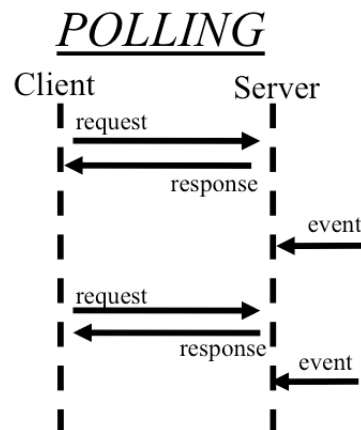


Abbildung 2.8: Polling

**Quelle:** <https://www.heise.de/developer/imgs/06/6/7/6/2/3/3/Polling-61cb54a128001c08.png>

Beim Long Polling wird der Server ebenfalls angefragt. Anders als beim Polling wird der Server diesmal bei nicht vorhandenen Daten solange warten, bis er sie an dem Client liefern kann. Das heißt, der Server hält die Verbindung solange offen, bis neue Daten für den Client verfügbar sind. Nachdem der Client die Daten erhalten hat, sendet er wieder eine Anfrage an den Server, um auf weitere Daten zu warten (**Abbildung 2.9**). (vgl. [Aderhold, 2013])

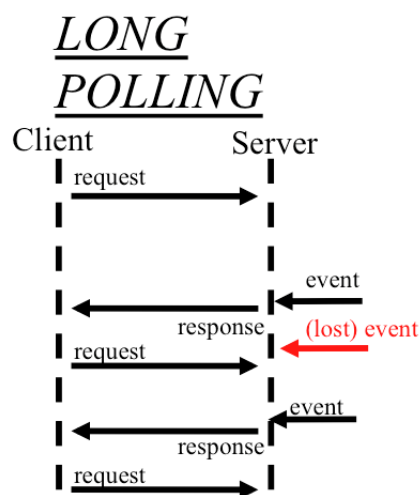


Abbildung 2.9: LongPolling

**Quelle:** <https://www.heise.de/developer/imgs/06/6/7/6/2/3/3/LongPolling-616183343d043825.png>

Damit der Client und Server mit möglichst geringen Latenzen kommunizieren können, wird dafür eine bidirektionale Kommunikation benötigt. Mit dieser Art der Kommunikation können Daten in beide Richtungen gleichzeitig übertragen werden. Man bezeichnet diese Kommunikationsart als Vollduplex. Im Gegensatz zu Vollduplex erlaubt das Halbduplex-Verfahren keine gleichzeitige Kommunikation in beide Richtungen (vgl. [Wikipedia, 2018]).

„HTTP ist von Natur aus ‘nur’ halbduplex. Das bedeutet, dass für die bidirektionale Kommunikation zwischen Browser und Server ein separater HTTP Request für jede Richtung benötigt wird. Das erzeugt natürlich einen Menge Overhead. [...] HTTP Request/Response Header können schnell ein paar Hundert Bytes veranschlagen. Hinzu kommt ab und an die eigentlich wertlose Information, dass es keine Änderungen am Zustand des Servers gab.“ [Weßendorf, 2011]

Um dieses Problem zu lösen, wurde deshalb der Kommunikationsstandard namens WebSocket entwickelt.

### 2.1.8 WebSocket

WebSocket wurde 2008 entwickelt. „Chrome war 2009 der erste Browser, der WebSocket unterstützte; nach und nach folgten alle großen Wettbewerber. Seit 2011 ist WebSocket ein W3C<sup>10</sup>-Standard.“ [o.V., oJ]

WebSocket ist ein bidirektionaler und vollduplexer Kommunikationsstandard, der entwickelt wurde, „[...] um eine bidirektionale Verbindung zwischen einer Webanwendung und einem WebSocket-Server bzw. einem Webserver, der auch WebSockets unterstützt, herzustellen.“ [Wikipedia, 019a]

Mit WebSocket werden Daten in beide Richtungen über einen Kommunikationskanal übertragen. Client und Server können gleichzeitig miteinander „reden“, sobald eine WebSocket-Verbindung besteht. WebSocket verwendet den gleichen Port wie HTTP, nämlich den Port 80. Es wird dabei ein WebSocket-Protokoll namens **Handshake** benutzt, um die Verbindung zwischen Client und Server aufzubauen. (vgl. [Weßendorf, 2011])

---

<sup>10</sup>World Wide Web Consortium

Das Handshake-Verfahren funktioniert wie folgt:

**Client:**

```
GET /chatService HTTP/1.1
Host: server.example.com
Upgrade: websocket
Connection: Upgrade
Sec-WebSocket-Key: dGhlIHNhbXBsZSBub25jZQ==
Sec-WebSocket-Origin: http://example.com
Sec-WebSocket-Protocol: chat, superchat
Sec-WebSocket-Version: 8
```

Abbildung 2.10: Beispiel einer Client-Handshake-Anfrage

**Quelle:** <https://www.heise.de/developer/artikel/WebSocket-Annaeherung-an-Echtzeit-im-Web-1260189.html?seite=all>

Im Prinzip ist es ein Aufsatz, der praktisch auf dem HTTP-Protokoll läuft. Wie in der **Abbildung 2.10** zu sehen ist, schickt der Client eine normale GET-Anfrage an den Server und sagt dementsprechend auf der Serverseite, was er genau haben will. Mit dem **Upgrade** sagt der Client, dass er auf das WebSocket-Protokoll wechseln möchte. Dafür wird für den Verbindungsaufbau einen **Sec-WebSocket-Key** zum Server übermittelt. Bei diesem Key handelt es sich um eine Base64-encodierte Zeichenkette, welche vom Server benutzt wird, um den Verbindungsaufbau zu akzeptieren. (vgl. [Weßendorf, 2011])

**WebSocket-Server:**

```
HTTP/1.1 101 Switching Protocols
Upgrade: websocket
Connection: Upgrade
Sec-WebSocket-Accept: s3pPLMBiTxaQ9kYGzzhZRbK+xOo=
Sec-WebSocket-Protocol: superchat
```

Abbildung 2.11: WebSocket-Server Handshake

**Quelle:** <https://www.heise.de/developer/artikel/WebSocket-Annaeherung-an-Echtzeit-im-Web-1260189.html?seite=all>

Der WebSocket-Server (**Abbildung 2.11**) bearbeitet die Anfrage und antwortet mit dem HTTP-Status code 101 Switching Protocols. Dabei liefert er dem Client die Informationen mit, dass er das Upgrade akzeptiert hat (**Sec-WebSocket-Accept**). (vgl. [Weßendorf, 2011])

„Zusätzlich gibt der Server an, dass er das ‘superchat’-Protokoll kennt. Das hat den Vorteil, dass die Browseranwendung direkt gegen dieses Protokoll beziehungsweise diese API geschrieben wird, statt gegen die WebSocket-API. Entwickler, die mit der Programmierschnittstelle beziehungsweise dem anwendungsspezifischen Protokoll vertraut sind, brauchen keine neue API erlernen, um WebSocket-Anwendungen zu erstellen. Die clientseitige Schnittstelle des ‘superchat’-Protokolls kapselt die eigentliche Kommunikation mit dem WebSocket-Server.“ [Weßendorf, 2011]

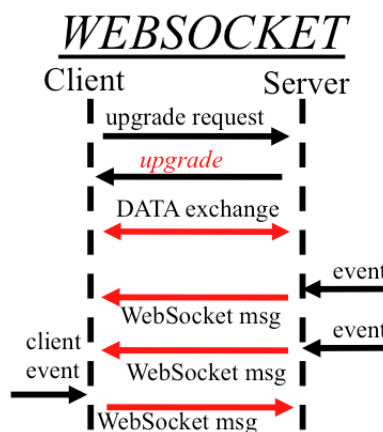


Abbildung 2.12: Das WebSocket-Handshake

**Quelle:** <https://www.heise.de/developer/imgs/06/6/7/6/2/3/3/WebSocket-a70195c3f57b1308.png>

Nach dem Handshake besteht eine persistente Verbindung zwischen Client und Server und beide können jederzeit mit dem Senden von Daten beginnen (**Abbildung 2.12**). Eine WebSocket-Verbindung erkennt man an das neue URL-Schema. Statt wie gewohnt das „http:“ oder für sichere HTTP-Verbindungen das „https:“ als Protokoll anzugeben, wird bei einer WebSocket-Verbindung das „ws:“ verwenden. Für sichere Verbindungen steht das „wss:“ zur Verfügung.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass WebSocket ein geeigneter Protokoll ist, um

„[...] die komplexen Probleme des ‘Echtzeit-Web’, wie Latenz oder Netzverkehr, anzugehen. WebSocket wird jedoch nicht als ein ‘besseres AJAX’ entwickelt. Ebenfalls stellt WebSocket keinen 1:1-Ersatz für HTTP dar, sondern bietet vielmehr einen effizienten, bidirektionalen Kommunikationskanal an. Die Integration von ‘Echtzeit’ innerhalb von Webanwendungen ist nicht mehr an Hacks und Workarounds gebunden, sondern erfolgt auf Basis eines standardisierten, effizienten und bidirektionalen Protokolls. Wichtig ist hierbei, dass man sämtliche TCP/UDP-Protokolle auf Basis von WebSocket zum Browser bringen kann. Der Abstraktionsgrad zu-



künftiger Webanwendungen steht damit den Desktop-Anwendungen in nichts nach.“  
[Weßendorf, 2011]

### 2.1.9 jQuery

jQuery ist eine JavaScript-Bibliothek, die Klassen und Methoden zur Verfügung stellt, um die Arbeit mit JavaScript zu vereinfachen. jQuery ist nicht nur kompakter und komfortabler als JavaScript, sondern außerdem browserübergreifend, was bei JavaScript in der Vergangenheit nicht immer der Fall war. jQuery vereinfacht viele JavaScript-Funktionen, die bei der Webentwicklung oft verwendet wird. Wie JavaScript ermöglicht jQuery auch den Zugriff auf DOM-Elemente. DOM-Elemente können gezielt angesprochen und manipuliert werden. (vgl. [Augsten, 2019])

Laut [Wikipedia, 019b] ist jQuery die meist verwendete JavaScript-Bibliothek und wird auf rund 70% der 10000 meistbesuchten Webseiten eingesetzt.

Das DOM versteht sich als die Schnittstelle für den Zugriff auf den Tags, Attribute und Inhalte von HTML- oder XML-Dokumenten und wird vom W3C definiert. Mithilfe von Selektoren und dem DOM können die HTML-Elemente aufgerufen, verändert, hinzugefügt und gelöscht werden. Die Elemente können über id- oder class-Attribute selektiert werden.

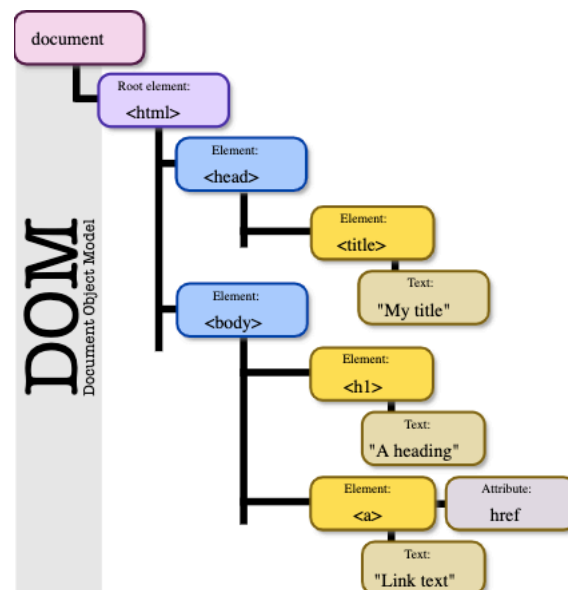


Abbildung 2.13: DOM - Elementenbaum einer Webseite

**Quelle:** By Birger Eriksson - Own work, CC BY-SA 3.0,  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=18034500>

Weitere jQuery-Funktion:

- Event Handling
- Form Handling
- AJAX
- JSON
- Collect und Select
- Animationen

## 2.2 Responsive Webdesign

Um eine Webseite geräteübergreifend zu gestalten, benötigt sie ein „Responsive Webdesign“. Beim Responsive Webdesign handelt es sich um eine reaktions- und anpassungsfähige Weboberfläche, so dass diese ein einheitliches Anzeigen von Inhalten sowie den strukturellen Aufbau einer Webseite auf dem Desktop-Computer, Tablet und Smartphone bietet. Laut [Wikipedia, 019c] wurde der Begriff im Jahr 2010 vom amerikanischen Webdesigner Ethan Marcotte erfunden.

Da es zu jener Zeit kaum internetfähige Mobilgeräte auf dem Markt gab, waren die meisten Webseiten statisch und nur für Desktop-Computer entwickelt worden. Um eine Webseite für Mobilgeräte anzubieten, musste separat eine mobile Webseite entwickelt werden.

Erst mit der Einführung des iPhones von Apple im Januar 2007<sup>11</sup> war es für den Benutzer möglich, mobil ins Internet zu gehen. Erstmals verfügte ein Mobilgerät einen vollwertigen Webbrowser und war über einen Touchscreen verfügbar. Viele Firmen folgten dem Beispiel von Apple und wenige Jahre später brachten sie eine Menge an verschiedenen Mobilgeräten mit individuellen Displaygrößen auf dem Markt.

Seit der Einführung der Smartphones, Tablets und mit der steigenden mobilen Internetnutzung ist ein Responsive Webdesign heutzutage nicht nur ein nettes Feature sondern ein Pflichtprogramm für jeden Webseitenbetreiber. Für neue Webseiten liegt es auf der Hand, wie man vorgehen sollte, für bestehende statische Webseiten ist der Aufwand sehr groß, diese auf eine responsive Webseite umzustellen, da eventuell die komplette Seite neu entwickelt werden muss.

Die vorliegende Arbeit soll auf verschiedenen Geräten optimal angezeigt werden können. Als „responsive“ Webseite muss sie unter anderem folgende Eigenschaften haben.

---

<sup>11</sup>vgl. [https://de.wikipedia.org/wiki/IPhone\\_\(erste\\_Generation\)](https://de.wikipedia.org/wiki/IPhone_(erste_Generation))

- **flexibles Grid<sup>12</sup>-Layout**

Seiten und Elemente, wie Bilder oder Textblöcke, müssen sich der Bildschirmauflösung des mobilen Endgeräts anpassen. Hier werden für die Elemente und Seiten prozentuale statt fester Pixelwerte verwendet.

- **keine festen Schriftgrößen**

Fließtexte und Headlines müssen so angepasst werden, dass sie sowohl auf dem PC als auch auf Smartphones und Tablet gut lesbar sind. Hier ist eine feste Schriftgröße nicht geeignet. Es wird daher mit prozentualen Werten oder Maßen wie em gearbeitet.

## 2.3 Web 2.0

Das Web 2.0 wird als „Mitmach-Netz“ verstanden. Es ist eine Revolution hinsichtlich der Nutzung des World Wide Web, bei der Internetnutzer nicht mehr wie früher, nur die Inhalte des Internets konsumieren, sondern auch eigene Inhalte selbst produzieren, wie Videos und Fotos einstellen oder Texte schreiben. Durch seine Beteiligung im Web ist der Internetnutzer selbst ein Teil des Internets.

Beim Web 2.0 handelt es sich dabei nicht um eine neue Technologie, sondern vielmehr um die Weiterentwicklung des Internets. Dazu zählt beispielsweise der vermehrte Einsatz der AJAX-Technologie, die eine asynchrone Datenübertragung zwischen Client und Server ermöglicht. Oder der Einsatz von Abonnementdienste (Web-Feeds), welche eine grundlegende Eigenschaft für die neue Generation des World Wide Webs sind. (vgl. [o.V., 2008])

Der Begriff Web 2.0 ist durch seinen Artikel „What is Web 2.0“ von amerikanischen Verleger Tim O'Reilly in 2005 bekannt geworden<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup>aus dem Englischen für das Gestaltungsraster bekannt

<sup>13</sup>vgl. <https://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>

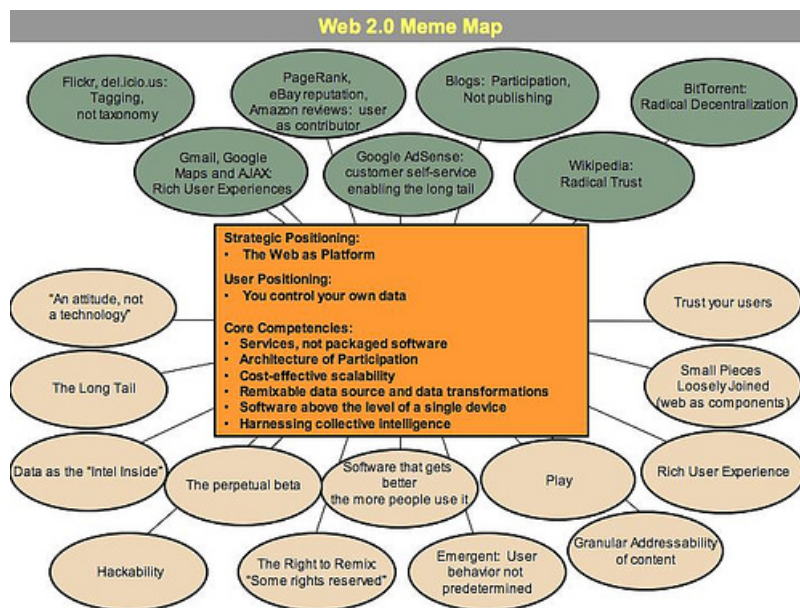


Abbildung 2.14: Das Konzept Web 2.0 nach einer Brainstorming-Sitzung

**Quelle:** <http://www.siliconbeat.com/entries/meme-map.jpg>

Die **Abbildung 2.14** zeigt ein Konzept von Web 2.0, die mit einem Brainstorming zwischen O'Reilly und MediaLive International entwickelt wurde. Die **Abbildung 2.15** beschreibt einige Beispiele für die Bedeutung von Web 2.0, die im ersten Brainstorming zwischen O'Reilly und MediaLive International formuliert wurden.

Web 1.0		Web 2.0
DoubleClick	→	Google AdSense
Ofoto	→	Flickr
Akamai	→	BitTorrent
mp3.com	→	Napster
Britannica Online	→	Wikipedia
personal websites	→	blogging
evite	→	upcoming.org and EVDB
domain name speculation	→	search engine optimization
page views	→	cost per click
screen scraping	→	web services
publishing	→	participation
content management systems	→	wikis
directories (taxonomy)	→	tagging ("folksonomy")
stickiness	→	syndication

Abbildung 2.15: Die Bedeutung von Web 2.0

**Quelle:** <https://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html?page=1#mememap>

Außerdem stellte O'Reilly sieben Merkmale vor, die kennzeichnend für Web 2.0 sind:

- **Das Web als Plattform:**
  - Das Web als Plattform ähnlich wie ein Betriebssystem.
- **Kollektive Intelligenz:**
  - Verlinkung der Daten und Seiten untereinander.
- **Daten als nächstes Intel Inside:**
  - Die gesammelten Daten sind die Basis einer Webanwendung und sind wichtiger und wertvoller als eine einzelne Anwendung.
- **Softwarelebenszyklus:**
  - Software wird nicht mehr als Produkt ausgeliefert, sondern als Service.
- **Lightweight Programming Models:**
  - Daten werden durch Web-Services bereitgestellt.
  - Die Daten werden über den Web-Services wie RSS oder REST-basierten Web-Services verteilt oder ausgetauscht.
- **Software über Gerätegrenzen hinaus:**
  - Geräteunabhängige Anwendungen, z.B. nicht nur für den PC sondern auch mobile Geräte.
- **Rich User Experiences:**
  - Benutzerführung mit interaktiver Benutzeroberfläche, die sich kaum von einem Desktop-Programm unterscheiden.
  - AJAX-Technologie.

## 2.4 Rich Internet Applications

Die klassischen Webanwendungen schicken generell die Formulareingabe vom Nutzer an einen Webserver. Als Rückgabe vom Webserver bekommt der Client, in diesem Fall der Webbrowser, eine neu generierte Webseite gemäß dem zuvor eingegebenen Daten. Bei jeder Anfrage des Clients wird die komplette Webseite neu generiert und übertragen. Demzufolge werden solche Webanwendungen als wenig intuitiv bezeichnet und kann auch nachteilig auf die Geschwindigkeit und schlechten User-Experience führen.

Außerdem bieten klassische Webanwendungen nicht genügend Funktionalitäten und Interaktionsmöglichkeiten auf der Benutzeroberfläche. Das hat zur Folge, dass sie gegenüber den Desktop-Anwendungen im Nachteil sind.

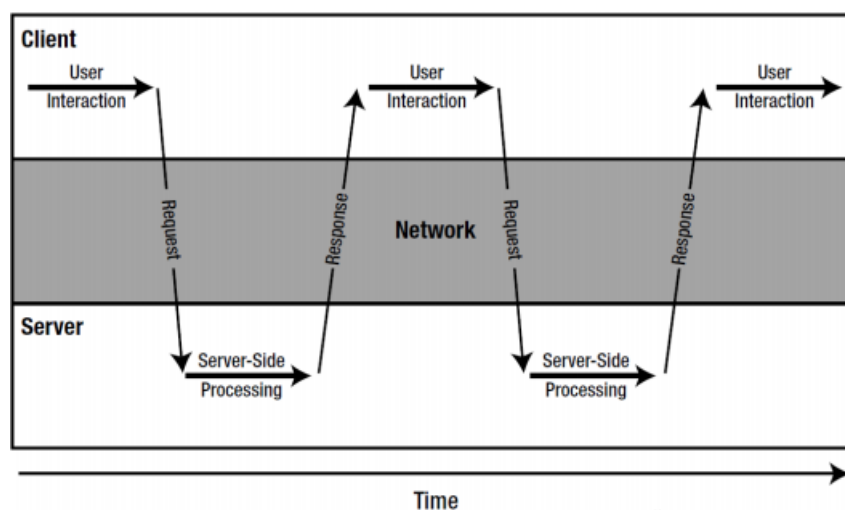


Abbildung 2.16: Kommunikationsmodell einer klassischen Webanwendung

Quelle: [Bankras/Smeets/Bram/Boness/Uri/Roald, 008a]

RIAs (Rich Internet Applications) sind webbasierte Anwendungen, deren Funktionalitäten und Eigenschaften denen einer Desktop-Anwendungen entsprechen. RIAs erkennt man unter anderem daran, dass sie plattformunabhängig sowie über das Internet zugänglich sind, wobei RIAs auch offline Anwendungen bieten. Und sie sollten auch eine interaktive Benutzeroberfläche erzeugen können. Zu Interaktionsmöglichkeiten auf der Benutzeroberfläche zählen beispielsweise Drag-and-Drop-Fähigkeit oder Bedienbarkeit über Tastenkürzel.

Nach [Hartmann, 2007a] unterscheidet sich die RIA-Technologie in zwei Kategorien:

- **rein Browser-basierte Anwendungen:** Der Client verwendet ausschließlich einen Browser. In dieser Kategorie laufen alle AJAX-Anwendungen ohne weitere Browser-Plugins.
- **in plugin-basierte und Stand-Alone-Anwendungen:** Auf der Clientseite werden weitere zusätzliche Laufzeitumgebungen (Flash oder Java) verwendet.

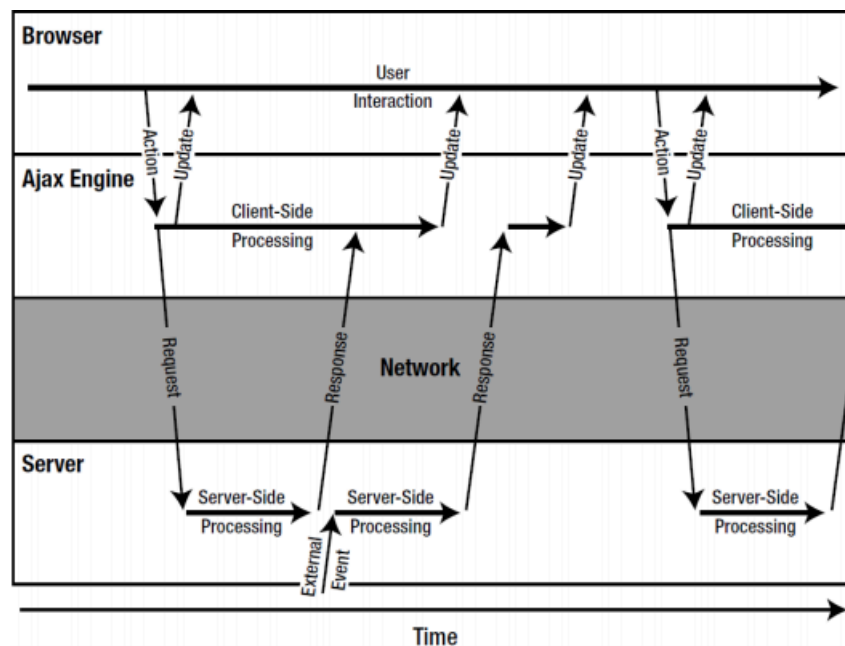


Abbildung 2.17: Kommunikationsmodell einer RIA am Beispiel einer AJAX-Anwendung

**Quelle:** [Bankras/Smeets/Bram/Boness/Uri/Roald, 008b]

Die Vorteile der RIA gegenüber herkömmlichen Webanwendungen können nach [Hartmann, 2007b] wie folgt beschrieben werden:

- **flüssigere Bedienung** im Vergleich zur herkömmlichen Webanwendungen, da nur notwendige Teile der GUI verändert werden.
- geringer Serverzugriff, da in RIAs **mehr Daten und Logik auf Clientseite** verarbeitet werden.
- geringer Serverzugriff und eine flüssigere Bedienung führen zu **weniger Netzwerklast**.
- **bekannte Benutzerschnittstelle**, da sie sich an Desktop-Anwendungen orientiert, ist für den Benutzer keine große Umgewöhnung.
- **einfacher Zugriff auf RIA**, da die Laufzeitumgebung, insbesondere der Browser in den meisten Fällen auf den Clients bereits installiert ist.
- **offline-Funktionalität**, wenn die Programmlogik der konzipierte Anwendung auf Clientseite abläuft, kann das Programm auch komplett ohne Serverzugriff verwendet werden, sobald es einmal geladen ist.

Feature	C/S, Desktop	Web	RIA
Universal client (browser)	YES	YES	YES
Client installation	Complex	Simple	Simple
Interaction capabilities	Rich	Limited	Rich
Server-side business logic	YES	YES	YES
Client-side business logic	YES	Limited	YES
Full page refresh required	NO	YES	NO
Frequent server round-trips	NO	YES	NO
Server-to-client communication	YES	NO	YES
Disconnected functioning	YES	NO	YES

Abbildung 2.18: Vergleich der Desktopanwendung, klassischen Webanwendung und RIAs

**Quelle:** [Bozzon/Comai/Fraternali/Carughi, 2006]

## 2.5 Thick Client und Thin Client

Ein Client ist ein Computer oder eine Software, die eine Netzwerkverbindung zu einem Server aufbaut, mit ihm kommuniziert und Dienste sowie Daten anfordert. Ein Client hat vor allem die Aufgabe, Anfragen der Anwender an den Server zu übermitteln und die übermittelte Informationen grafisch darzustellen, sodass der Anwender sie auf seinem Gerät wahrnehmen kann (**siehe Abbildung 2.4**).

Es gibt dabei zwei Arten von Clients zu unterscheiden:

- **Thick Client:**  
wird häufig auch als Fat Client genannt, ist ein leistungsfähiger Desktop-Computer, der die Daten lokal selbst verarbeitet.
- **Thin Client:**  
ist in Abhängigkeit mit einem Server, um die Aufgaben verarbeiten zu können. Thin Client hat nur eine Rolle, nämlich Anfragen an der Server weiterzuleiten und die vom Server übermittelten Daten auszuwerten. Kein Installationsaufwand, da er über einen Webbrowser läuft.



## 3 Analyse

Dieses Kapitel der Arbeit betrachtet zunächst den gegenwärtigen Stand der Technik hinsichtlich bereits vorhandenen Tools. Ihre Stärken und Schwächen werden ebenfalls aufgezeigt. Danach geht es um die Anforderungsanalyse der Webanwendung. Dazu wird eine allgemeine Struktur festgelegt, wie die Arbeit systematisch aufgebaut sein soll. Anschließend wird der aktuelle Zustand (Ist-Analyse) des Projektes ermittelt und anhand dieser Ist-Analyse erfolgen die funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen an die zu entwickelnde Webanwendung.

### 3.1 Stand der Technik

Bei der Suche nach öffentlich zugänglichen Tools für die Durchführung von Workshops wurden folgenden Ergebnisse gefunden:

#### 3.1.1 IdeaBoardz

IdeaBoardz<sup>1</sup> ist eine freie webbasierte Anwendung zum Brainstorming, Erstellen einer ToDo-Liste oder zur Retrospektive im agilen Projektmanagement. Mit diesem Tool ist eine Zusammenarbeit möglich. Die beteiligten Personen können entweder zeitgleich oder zu verschiedenen Zeiten ortsunabhängig auf das gemeinsame Dokument zugreifen und bearbeiten. In Echtzeit zusammenarbeiten, ist bei IdeaBoardz nicht realisierbar. Das hat zur Folge, dass bei der Veränderung des Zustands keine sofortige Aktualisierung der Benutzeroberfläche erfolgt. IdeaBoardz wird unter anderem bei Brainstorming-Methode wie die 6-Hüte-Methode<sup>2</sup> von De Bono und auch für die Ideenbewertung bekannte SWOT<sup>3</sup>-Analyse angewendet. Die Registrierung ist optional, so dass der Nutzer auch IdeaBoardz verwenden kann, ohne sich anzumelden.

---

<sup>1</sup>vgl. <https://ideaboardz.com/>

<sup>2</sup>engl. Six Thinking Hats

<sup>3</sup>steht für Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats-Analyse

**IdeaBoardz** brainstorm, retrospect, collaborate

**How**

- [Create](#) my own IdeaBoard
- [Share](#) the url

Name \*

Description \*

Format  
2 Sections

Section Title \*

☐ Ich bin kein Roboter. RECAPTCHA  
Datenschutzerklärung · Nutzungsbedingungen

Create

Test Drive...  
Lets take it for a [Spin!](#)

Feedback  
• [via Twitter](#)  
• [via Board](#)

483931 Boardz

Best viewed on  
[chrome](#), [firefox](#) or [safari](#)

Abbildung 3.1: Erstellen eines eigenen IdeaBoards.

Die **Abbildung 3.1** zeigt, wie ein IdeaBoard zu erstellen ist. Neben dem Namen des Boards werden das Thema (Description) und Formate (Format) benötigt. Es können bis zu 10 Sektionen gewählt werden und es stehen noch weitere Formate zur Verfügung, wie Pro und Contra, ToDo-Liste, Six Thinking Hats und vieles mehr. Anschließend wird ein Titel für jegliche Sektionen eingegeben.

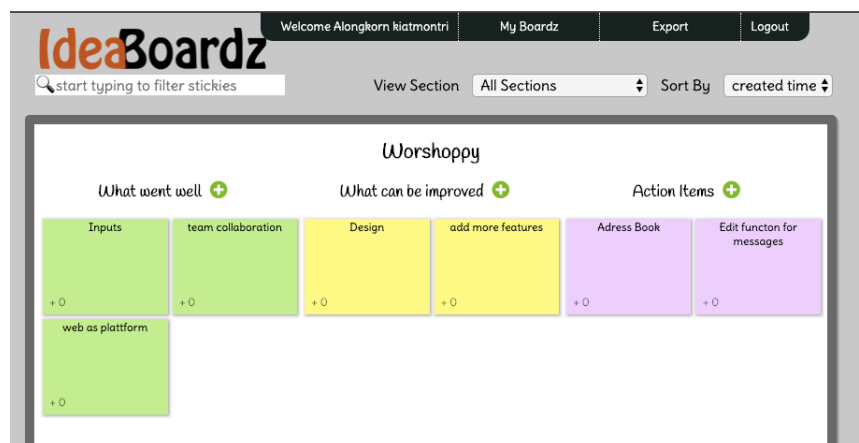


Abbildung 3.2: Darstellung von Sektionen

Wie in **Abbildung 3.2** zu sehen ist, sind die Eingaben in Sektionen strukturiert und farbig sortiert. Das Thema steht in der Mitte. Jede Sektion hat einen Titel und einen Plus-Button. Mit diesem Button können zu jeder Sektion neue Eingaben hinzugefügt werden. Die Eingaben werden als Karteikarten bzw. Notizzetteln visualisiert. Der weiße Hintergrund kann wie ein Whiteboard oder eine Pinnwand gesehen werden. Die Eingaben können auch von beteiligten Personen abgestimmt werden. Es ist auch möglich,

die Daten nach Datum oder Abstimmung sortieren zu lassen.

Als weiteres Feature lassen sich die Sektionen einzeln darstellen (**Abbildung 3.3**). Die Suche nach dem Eingabeinhalt und das Exportieren der Ergebnisse sowohl als PDF-Datei als auch in ein Excel-Dokument werden ebenfalls bei dieser Webanwendung angeboten. Die Daten können sowohl innerhalb als auch außerhalb der Sektion zusammengeführt (Merge) werden. Ebenso lassen sich die Daten aus einer Sektion anderer Daten per Drag & Drop zuordnen, wie in **Abbildung 3.4** zu sehen ist. Mit dem Teilen von URL kann das jeweilige IdeaBoardz für die Zusammenarbeit freigegeben werden.

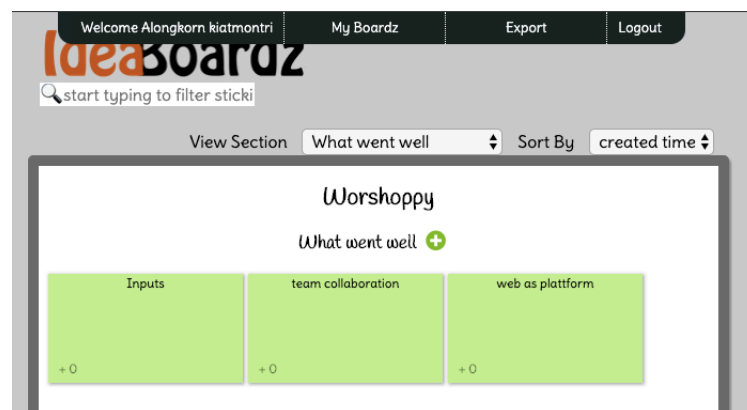


Abbildung 3.3: Darstellung einer der Sektionen

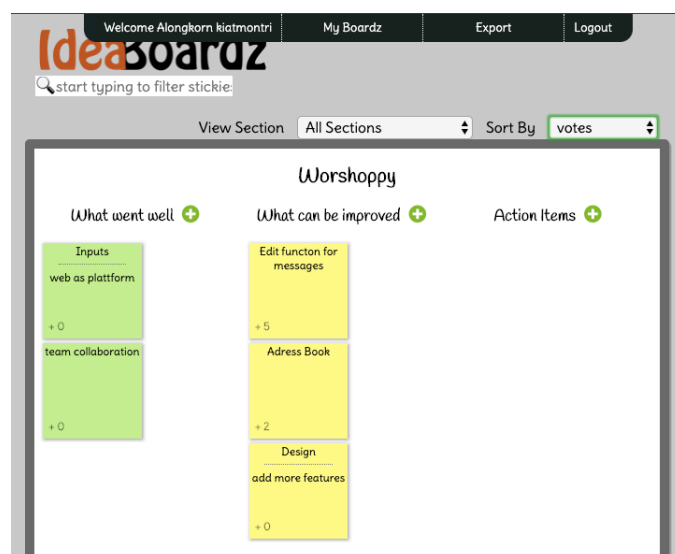


Abbildung 3.4: Zusammenführen und Zuordnen von Daten

Einige der oben dargestellten Features können für das Workshopy-Projekt übernommen werden. Zu nennen sind:

- Die Eingabe wie ein Notizzettel oder Karteikarten visualisieren.
- Die Ergebnisse als PDF-Datei exportieren.
- Eingaben in Sektion darstellen.
- Zuordnung von Daten (per Drag & Drop).

Mit welchen Webtechnologien IdeaBoardz entwickelt wurde, lässt sich anhand der Informationen auf der Webseite nicht erkennen. Man kann aber davon ausgehen, dass es sich bei IdeaBoardz um eine webbasierte Anwendung mit reichlich Interaktionen auf der Benutzeroberfläche handelt, d.h. es ist über einen Webbrowser nutzbar und der Nutzer muss nichts installieren. Dementsprechend gehört IdeaBoardz zu einer Thin Client-Anwendung und zählt auch zu Rich Internet Applications sowie Web 2.0-Anwendung. (siehe Kapitel 2).

### 3.1.2 Miro-RealtimeBoard

Miro<sup>4</sup> ist eine dynamische Webanwendung und handelt es sich um ein kollaborativer Online-Whiteboard in Echtzeit. Um das Online-Whiteboard nutzen zu können, wird ein Account benötigt. Dafür muss man sich bei Miro registrieren. Miro bietet die kostenlose Version an, sie ist für bis zu drei Teammitglieder und drei Boards geeignet.

Begonnen wird mit einer leere Seite oder man verwendet eine von Miro bereitgestellten Vorlage. Zur Vorlage gehören unter anderem MindMap, Flowchart, Brainwriting und Concept Map. Einfügen neuer Dateien, Bilder und Dokumenten aus Google Drive oder vom Rechner ist auch möglich, um Informationen auszutauschen. Der Nutzer kann virtuelle Notizen erstellen. Die Notizen können sich nach Farbe unterscheiden und per Drag & Drop über das komplette Board verschieben. Mit Hilfe von Share-Button vereinfacht Miro die Teilen-Funktion über eine URL oder einen Gmail-Account das ortsunabhängige und kollaborative Arbeiten in Echtzeit. Somit können die beteiligten Person beispielsweise während des Brainstormings auf die Ideen der anderen eingehen und kommentieren. Außerdem können die Benutzer das Whiteboard in eine Präsentation umwandeln oder als eine PDF-Datei exportieren.

Miro ist ebenfalls gut geeignet zur Umsetzung eines klassischen Brainstormings (**Abbildung 3.5**). Die Ideen werden in Form von Notizen erstellt. Zusammenfassend können die Notizen nach Farben kategorisiert werden.

---

<sup>4</sup>vgl. <https://miro.com/>



Abbildung 3.5: Realisieren eines Brainstormings mit Hilfe von Miro

Folgende Erkenntnisse wurden bei der Analyse von Miro gefunden und werden für das Workshoppy-Projekt übernommen:

- AJAX-Anwendung
- Thin Client-Anwendung
- Web 2.0-Anwendung
- Rich Internet Applications

### 3.1.3 MindMap

MindMap<sup>5</sup> zählt auch zu den Favoriten unter den Kreativitätstechniken und wird häufig in vielen Workshops als Methode zur Ideenfindung und -strukturierung eingesetzt. Man kann sie beispielsweise auch für Brainstorming, Projektplanung oder Ideensammlung verwenden.

Bei einer Mindmap werden Begriffe und deren zugehörigen Beziehungen über eine grafische Darstellung dargestellt. Das Hauptthema oder das Schlüsselwort befindet sich als Knoten kreisförmig in der Mitte. Um das Thema herum wird alles in Form von Hauptästen notiert. Man schreibt auf jeden Hauptast ein Schlüsselwort auf. Verbunden werden sie zum Hauptthema mit Linien. Die Hauptäste bilden die ersten Gedankengänge. Von jedem Hauptast zweigen weitere Nebenäste mit Begriffen ab (**Abbildung 3.6**).

<sup>5</sup>wird häufig auch Mindmapping genannt und versteht sich als Gedankenlandkarte

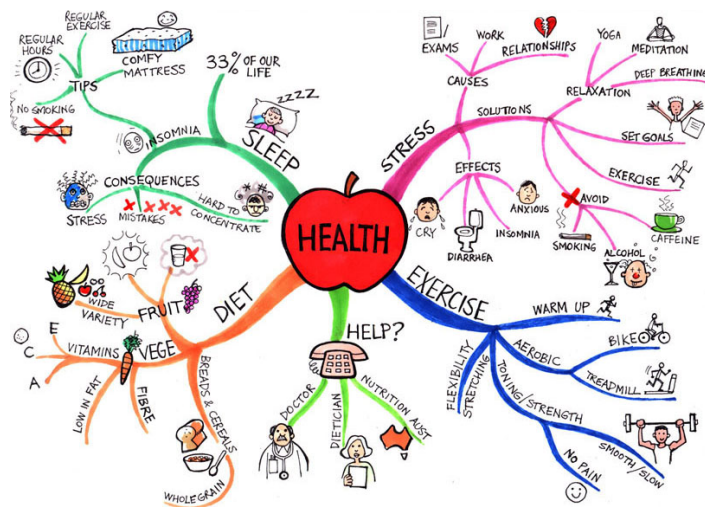


Abbildung 3.6: Health mindmap

**Quelle:** Learning Fundamentals: Student Study Techniques by Jane Genovese, Figure 4: Health mindmap. Online im Internet: URL: <https://learningfundamentals.com.au/resources/>

Es existieren heutzutage bereits mehrere webbasierte Mindmapping-Tools sowohl kostenlos als auch kostenpflichtig auf dem Markt. Einer von diesen ist, wie bereits im vorherigen Abschnitt vorgestellt, das **Miro-RealtimeBoard** (siehe Abschnitt 3.1.2), mit dem man Ideen visualisieren und in Echtzeit zusammenarbeiten kann. Die Übersicht zu den anderen Mindmapping-Tools kann auf dieser Webseite<sup>6</sup> verfolgt werden.

Neben diesen beiden dargestellten Tools, **IdeaBoardz** und **Miro**, gibt es keine weiteren nennenswerte Anwendungen. Zwar gibt es noch zahlreiche Brainstorming-Tools, die in diesem Artikel<sup>7</sup> aufgelistet sind. Jedoch sind sie meisten visuell gleich und unterscheiden sich im funktionalen Bereich wenig. Von daher geben sie keine Anreize für diese Arbeit.

<sup>6</sup><https://t3n.de/news/mind-mapping-online-tools-568258/>

<sup>7</sup><https://tallyfy.com/brainstorming-tools/>

## 3.2 Erkennbare Stärken und Schwächen der Konkurrenz-Tools

### 3.2.1 IdeaBoardz:

- **Stärken:**

- **Zusammenfügen von Daten per Drag & Drop:**

- Die Daten können sowohl innerhalb als auch außerhalb einer Sektion per Drag & Drop zusammengeführt werden.

- **Vote-Funktion:**

- Den Benutzern wird eine Schaltfläche geboten, mit der sie die Möglichkeit erhalten, Ihr Gefallen für Inhalte von anderen Usern oder von sich selbst auszudrücken. Vergleichbar wie Like-Button<sup>8</sup> auf der Social Media Plattformen.

- **Exportieren:**

- Die Ergebnisse können sowohl als PDF- oder auch als Excel-Datei gespeichert werden.

- **Benutzerfreundlichkeit:**

- Die Webanwendung ist übersichtlich dargestellt, hat eine klare Strukturierung. Sie bietet außerdem eine einfache und verständliche Navigation, hat keinen unnötigen Ballast, wie z.B. Bilder, lange Texte. Sie beinhaltet außerdem kontrastreiche Farben. Die Benutzer erreichen das Ziel mit wenig Aufwand (Klick, Zeit).

- **Keine Schulungsaufwand:**

- Die Webanwendung ist sehr verständlich und leicht zu bedienen. Der Benutzer kommt ohne Schulung gut ans sein Ziel.

- **Ohne Registrierung und nicht kostenpflichtig:**

- IdeaBoardz ist eine kostenlose Webanwendung. Für die Anwendung ist keine Registrierung nötig.

- **Responsive Webdesign:**

- Das Layout der Website ist flexibel gestaltet, dass dieses auf dem Tablet und Smartphone eine gleichbleibende Benutzerfreundlichkeit bietet. Der Inhalt der Website wird auf dem mobilen Geräte einheitlich wie auf dem Laptop oder Desktop-Computer dargestellt.

- **Schwächen:**

- **Keine Möglichkeit in Echtzeit zusammenzuarbeiten:**

- Eine der größten Nachteile von dieser Webanwendung ist, dass sie die Daten nicht in Echtzeit liefern kann. Die Whiteboards können nicht in Echtzeit aktualisiert werden, somit verlaufen die Brainstorming-Sitzungen mit etwas Verzögerung.

---

<sup>8</sup>Gefällt-mir Knopf

- **Keine Möglichkeit Thema oder Titel zu editieren:**  
Das behandelte Thema und die Titel der Sektionen können nach dem Erstellen nicht mehr geändert werden.
- **Löschen eines erstellten IdeaBoards und von Sektionen nicht möglich:**  
Sektionen und das erstellte IdeaBoard können nicht gelöscht werden.
- **Daten können nur einmal zusammengeführt werden:**  
Beim ersten Zusammenführen sind die Daten fest geordnet, d.h. es ist unmöglich, sie einzeln wieder zu trennen oder mit anderen Daten zusammenzuführen.

### 3.2.2 Miro-RealtimeBoard:

- **Stärken:**

- **Benutzerfreundlichkeit:**  
Die Webanwendung hat eine klare Übersicht sowie ein modernes Layout. Sie hat eine klare Strukturierung und bietet eine einfache und verständliche Navigation. Die Werkzeuge sind gut erkennbar, gut strukturiert und verständlich. Die Benutzer erreichen Ihr Ziel mit wenig Aufwand.
- **Keine Schulungsaufwand:**  
Die Webanwendung ist sehr verständlich und leicht zu bedienen. Der Benutzer kommt ohne große Bemühungen gut ans sein Ziel.
- **Exportieren:**  
Miro stellt dem Benutzer die Möglichkeit, die Ergebnisse in verschiedene Formate zu exportieren. Die Ergebnisse können sowohl als PDF- oder auch als CSV-Datei sowie als JPEG-Format gespeichert werden.
- **Zusammenarbeit in Echtzeit:**  
Mit Hilfe von Share-Button vereinfacht Miro die Teilen-Funktion über einen URL oder ein Gmail-Account das ortsunabhängigen und kollaborativen Arbeiten der Teammitglieder in Echtzeit.
- **Präsentationsmodus:**  
Die Ergebnisse können in einem Präsentationsmodus verwandelt werden.
- **Chatfunktion:**  
Die Teammitglieder können sich mittels einem eingebauten Chat Nachrichten untereinander austauschen.
- **Hochladen von Dateien:**  
Fügen neue Dateien, Bilder und Dokumente aus Google Drive oder vom Rechner ist auch möglich.



- **Kommentar in Echtzeit hinzufügen:**

Durch der eingebauten Kommentarfunktion ist es möglich, das Feedback der Mitglieder in Echtzeit zu erhalten und die Qualität der Inhalte zu verbessern.

- **Verschiedene Vorlage:**

Der Benutzer hat die Möglichkeit, verschiedene Vorlagen, wie Mindmapping, User Story-Map, Flowchart, Concept-Map, Brainwriting sowie Wireframing zu verwenden.

- **Responsive Webdesign:**

Das Layout der Website ist flexibel gestaltet. Das einheitliche Anzeigen von Inhalten wird auf allen Endgeräte (Laptop, Ipad, Smartphone) gewährleistet. Somit kann der Inhalt gänzlich und schnell vom Benutzer aufgenommen werden.

- **Schwächen:**

- **Registrierung notwendig:**

Bei dieser Webanwendung ist ein Account notwendig. Der Benutzer muss sich bei Miro registrieren.

- **Begrenzte Funktion bei der kostenlosen Version:**

Die kostenlose Version ist auf bis zu drei Mitglieder und drei Boards erlaubt. Die Funktionen ist bei der kostenlosen Version begrenzt. Ein Upgrade auf 40 \$ pro Monat bringt zwei weitere Teammitglieder, unbegrenzte Boards sowie Funktionen.

Die **Tabelle 3.1** stellt zusammenfassend die Funktionsüberblick der beiden Konkurrenz-Tools vor.

<b>Funktion</b>	<b>IdeaBoardz</b>	<b>Miro</b>
In Echtzeit zusammenarbeiten	Nein	Ja
Präsentationsmodus	Nein	Ja
Hochladen von Dateien	Nein	Ja
Vote-Funktion	Ja	Nein
Benutzerfreundlichkeit	Ja	Ja
kostenlos	volle Funktionen	begrenzte Funktionen und Mitglieder
Registrierung	Nein	Ja
Exportieren in andere Formate, z.B. in PDF-Datei	Ja	Ja
Responsive	Ja	Ja
Schulungsaufwand	Nein	Nein
Verschiedene Vorlagen, z.B. Mind Map	Nein	Ja

Tabelle 3.1: Funktionsüberblick der beiden Konkurrenzen.

### 3.3 Projektstruktur

Im folgenden wird der geplante Projektablauf in Form eines Projektstrukturplans<sup>9</sup> dargestellt:

Auf der obersten Ebene steht das Projekt. Eine Ebene darunter die Teilprojekte oder Teilaufgaben, darunter schließlich die Arbeitspakete. Der Projektstrukturplan (**Abbildung 3.7**) entspricht dem typischen sequentiellen Vorgehensmodell zur Softwareentwicklung einschließlich der Entwicklung der Webanwendung.

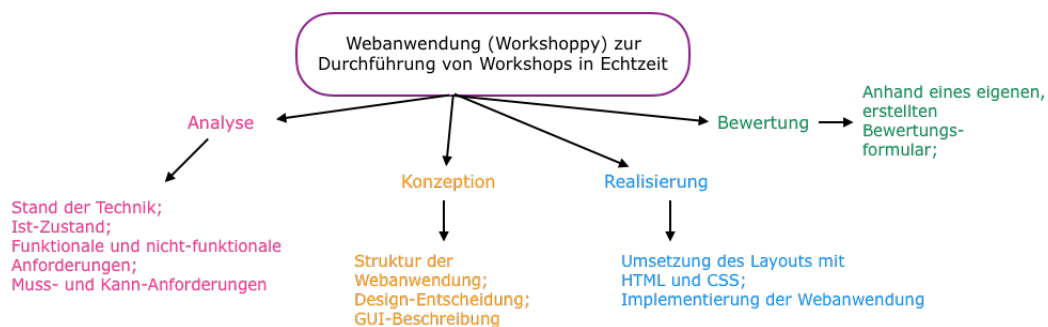


Abbildung 3.7: Projektstrukturplan

**Quelle:** eigene Abbildung

Die Konkurrenz-Tools und eine Analyse von funktionalen, nicht-funktionalen Anforderungen sowie die Muss- und Kann-Anforderungen werden in der ersten Phase untersucht. Durch diese Analyse wird die Struktur und ein passendes Layout der Webanwendung erstellt. Die daraus entstehende Designentscheidung wird technisch in eine Webanwendung umgesetzt und am Ende wird die Webanwendung anhand eines selbst erstellten Bewertungsformulars von den Mitarbeiter im Unternehmen (mindestens 2 Personen) bewertet.

### 3.4 Ist-Analyse

Bei der Projektvorstellung wurde in der Firma zunächst über den Zustand der aktuellen Lösung für die Durchführung von Workshops gesprochen.

Wie der Abschnitt **Stand der Technik (Abschnitt 3.1)** aufgezeigt hat, existieren bereits zahlreiche webbasierte Tools für die Durchführung von Workshops.

Nach der Betrachtung der aktuellen Lösungen fällt das Fazit des Unternehmens folgendermaßen aus: Die beiden Tools reichen noch nicht aus, um Workshops effektiv durchzuführen. Während **IdeaBoardz** keine

<sup>9</sup>Nach Definition der DIN 69901-5:2009 ist der Projektstrukturplan die „[...] vollständige hierarchische Darstellung aller Elemente (Teilprojekte, Arbeitspakete) der Projektstruktur als Diagramm oder Liste.“

Zusammenarbeit in Echtzeit bieten kann, hat **Miro** bei der kostenlosen Version eine begrenzte Anzahl an Teammitgliedern, d.h. Workshops mit mehr als drei Teilnehmer muss deshalb die kostenpflichtige Version verwendet werden. Außerdem bereiten die aktuellen Lösungen viel Mühe in puncto Dateneingabe. Das bedeutet aus Sicht der Teilnehmer, dass sie erst mehrmalige „Klicks“ benötigen, um Ihre Gedanken eingeben zu können.

Als weitere und oft eingesetzte Methode zum Brainstormen in den Workshops ist das Mindmapping. Es ist eine Form, die beim Brainstorming entstehenden Ideen bildlich zu strukturieren. Jedoch hat die Mindmapping-Methode auch ihre Nachteile. Man muss sich zunächst an diese Form der Aufzeichnung gewöhnen. Denn MindMaps sehen auf den ersten Blick unübersichtlich und verschachtelt aus. Diese können sehr schnell ihre Übersichtlichkeit verlieren, wenn verschiedene Schlüsselwörter in Beziehung stehen. Demzufolge ist die Akzeptanz der Personen, die mit dieser Methode bzw. dieser Aufzeichnung nicht vertraut sind, eher gering. Es ist außerdem sehr zeitaufwendig, eine Mindmap exakt nach den Regeln zu erstellen. Mindmaps sind eher für den individuellen Gebrauch geeignet, da die verwendeten Schlüsselbegriffe und die Strukturierungen häufig für andere Personen unverständlich sind.

Es wird von daher eine alternative Lösung benötigt, um dieses Problem zu beheben und vor allem die Durchführung von Workshops effektiver zu gestalten. Eine dieser alternativen Lösungen wäre eine benutzerfreundliche Webanwendung zu entwickeln, bei der die Teilnehmer auf ihren Endgeräten mit nur einem „Klick“ ihre Gedanken eingeben können, die eine Darstellung in Echtzeit möglich machen und dem Moderator ermöglichen, die Daten digital durch eine einfach zu bedienende Benutzeroberfläche zusammenzufassen.

### **3.5 Anforderungsanalyse**

## 4 Design

## **5 Implementierung**

## **6 Fazit und Ausblick**

# Literaturverzeichnis

- [Aderhold, 2013] Aderhold, M. (2013). "Skalierbares HTTP Long Polling". In: accso.de, URL: <https://accso.de/magazin/skalierbares-http-long-polling/> (abgerufen am 02.08.2019).
- [Augsten, 2019] Augsten, S. (2019). "Was ist jQuery?". In: Webseite dev-insider, URL: <https://www.dev-insider.de/was-ist-jquery-a-782237/> (abgerufen am: 16.07.2019).
- [Balzert, 2010] Balzert, H. (2010). *Lehrbuch der Softwaretechnik: Basiskonzepte und Requirements Engineering*. 3. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag.
- [Bankras/Smeets/Bram/Boness/Uri/Roald, 008a] Bankras/Smeets/Bram/Boness/Uri/Roald (2008a). *"Beginning Google Web Toolkit from Novice to Professional"*. Apress Verlag, ISBN 978-1-4302-1032-0, S. 6.
- [Bankras/Smeets/Bram/Boness/Uri/Roald, 008b] Bankras/Smeets/Bram/Boness/Uri/Roald (2008b). *"Beginning Google Web Toolkit from Novice to Professional"*. Apress Verlag, ISBN 978-1-4302-1032-0, S. 7.
- [Bozzon/Comai/Fraternali/Carughi, 2006] Bozzon/Comai/Fraternali/Carughi (2006). *"Conceptual modeling and code generation for rich internet applications"*. Proceedings of the 6th international conference on Web engineering, ISBN:1-59593-352-2, S.353-360.
- [Chornaya, 2018] Chornaya, J. (2018). "5 effektive Workshop Methoden die außerdem Spaß machen". In: eventbrite.de, URL: <https://www.eventbrite.de/blog/effektive-workshop-methoden/#workshopmethodefishbowl> (abgerufen am 18.07.2019).
- [Hartmann, 2007a] Hartmann, L. (2007a). "Rich Internet Applications". Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Master Seminararbeit, URL: <https://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master07-08/hartmann/bericht.pdf>, S.3, (abgerufen am 22.07.2019).
- [Hartmann, 2007b] Hartmann, L. (2007b). "Rich Internet Applications". Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Master Seminararbeit, URL: <https://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master07-08/hartmann/bericht.pdf>, S.4 f., (abgerufen am 22.07.2019).
- [Herb, oD] Herb, M. (o.D.). "Data Synchronisation zwischen mehreren Clients in Echtzeit". In: doag.org, URL: [https://www.doag.org/formes/pubfiles/2262550/91-2010-K-JAVA-Herb-Data\\_Synchronisation.pdf](https://www.doag.org/formes/pubfiles/2262550/91-2010-K-JAVA-Herb-Data_Synchronisation.pdf) (abgerufen am 2.08.2019).

- [Holtkamp, 2001] Holtkamp, H. (2001). "TCP/IP im Detail". In: rvs.uni-bielefeld.de, URL: [http://www.rvs.uni-bielefeld.de/~heiko/tcpip/tcpip\\_html\\_alt/kap\\_2\\_4.html](http://www.rvs.uni-bielefeld.de/~heiko/tcpip/tcpip_html_alt/kap_2_4.html) (abgerufen am 30.07.2019).
- [Holzer, 2012] Holzer, P. (2012). *Diplomarbeit: Kreativitätstechniken zur Ideenfindung*. Bachelor + Master Publishing, ISBN: 978-3-95549-501-5, S.11.
- [Karadeniz, oJ] Karadeniz, B. (o.J.). "TCP/IP - Haussprache des Internet". In: netplanet.org, URL: <https://www.netplanet.org/aufbau/tcpip.shtml> (abgerufen am 31.07.2019).
- [o.V., 2008] o.V. (2008). "Im Blickpunkt Web 2.0". In: imblickpunkt.grimme-institut.de, URL: <https://imblickpunkt.grimme-institut.de/wp/wp-content/uploads/2014/12/IB-Web20.pdf> (abgerufen am 21.07.2019).
- [o.V., 2017] o.V. (2017). "Javascript XMLHttpRequest (XHR) und Ajax". In: mediaevent.de, URL: <https://www.mediaevent.de/javascript/XmlHttpRequest.html> (abgerufen am 20.07.2019).
- [o.V., 2019] o.V. (2019). "TCP - Transmission Control Protocol". In: elektronik-kompodium.de, URL: <https://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/0812271.htm> (abgerufen am 30.07.2019).
- [o.V., oJ] o.V. (o.J.). "WebSocket: So funktioniert die Verbindung zwischen einer Webanwendung und einem Webserver". In: it-times.de, URL: <https://www.it-times.de/news/websocket-so-funktioniert-die-verbinding-zwischen-einer-webanwendung-und-einem-webserver-118921/> (abgerufen am 02.08.2019).
- [phil. Tomas Bohinc, 2016] phil. Tomas Bohinc, D. (2016). "Workshop". In: projektmagazin.de, URL: <https://www.projektmagazin.de/methoden/workshop> (abgerufen am 17.07.2019).
- [Reich, 2007] Reich, P. D. K. (2007). "Brainstorming". In: methodenpool.uni-koeln.de, URL: <http://methodenpool.uni-koeln.de/download/brainstorming.pdf> (abgerufen am 18.07.2019).
- [Schmitt, 2006] Schmitt, L. (2006). "Die Wahrnehmung von Zeit und der Einfluss von Design". Köln International School of Design, S.55, URL: [https://lutzschmitt.com/content/3-publications/lutz\\_schmitt-wahrnehmung\\_zeit\\_einfluss\\_design.pdf](https://lutzschmitt.com/content/3-publications/lutz_schmitt-wahrnehmung_zeit_einfluss_design.pdf) (abgerufen am 01.08.2019).
- [Stefan Luber, 2018] Stefan Luber, A. D. (2018). "Was ist HTTP (Hypertext Transfer Protocol)?". In: ip-insider.de, URL: <https://www.ip-insider.de/was-ist-http-hypertext-transfer-protocol-a-691181/> (abgerufen am: 30.07.2019).
- [van Aerssen, oJ] van Aerssen, B. (o.J.). Brainstorming im Florence Innovation Project des verrocchio Institute. In: ideenfindung.de, URL: <https://www.ideenfindung.de/Brainstorming-Kreativitaet%20C3%A4tstechnik-Ideenfindung.html> (abgerufen am 18.07.2018).
- [Weßendorf, 2011] Weßendorf, M. (2011). "WebSocket: Annäherung an Echtzeit im Web". In: heise.de, URL: <https://www.heise.de/developer/artikel/WebSocket-Annäherung-an-Echtzeit-im-Web-1260189.html?seite=all> (abgerufen am 2.08.2019).



- [Wikipedia, 2018] Wikipedia (2018). "Duplex (Nachrichtentechnik)". URL: [https://de.wikipedia.org/wiki/Duplex\\_\(Nachrichtentechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Duplex_(Nachrichtentechnik)) (abgerufen am 2.08.2019).
- [Wikipedia, 019a] Wikipedia (2019a). "WebSocket". URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/WebSocket> (abgerufen am 02.08.2019).
- [Wikipedia, 019b] Wikipedia (2019b). "jQuery". URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/JQuery> (abgerufen am 20.07.2019).
- [Wikipedia, 019c] Wikipedia (2019c). "Responsive Webdesign". URL: [https://de.wikipedia.org/wiki/Responsive\\_Webdesign](https://de.wikipedia.org/wiki/Responsive_Webdesign) (abgerufen am 20.07.2019).
- [Wöhr, 2004] Wöhr, H. (2004). "*Web-Technologie*". 1.Auflage, dpunkt.verlag, ISBN: 978-3898642477, S.219.