

Otto-von-Guericke Universität Magdeburg



Fakultät für Informatik
Institut für Technische und Betriebliche
Informationssysteme

Bachelorarbeit

**Der Weg zum Smart Office am Beispiel einer
digitalen Raumreservierung**

Verfasser:

Sören Falkenberg

22. April 2016

Betreuer:

Prof. Dr. rer. nat. habil. Gunter Saake
Andreas Meister, M.Sc.

Universität Magdeburg
Fakultät für Informatik
Postfach 4120, D-39106 Magdeburg

Falkenberg, Sören:

Der Weg zum Smart Office am Beispiel einer digitalen Raumreservierung
Bachelorarbeit, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2016

Abstract

Im Zeitalter von Cloud und Internet of Things bieten sich Möglichkeiten digitaler Lösungen für viele Lebens- und Arbeitsbereiche. Mit dieser Arbeit soll anhand einer einzelnen Komponente ein Schritt von bisher analogen Bürolösungen hin zum Smart Office beschrieben werden. Am Beispiel eines Raumreservierungssystems wird aufgezeigt, dass durch Einsatz von digitalen Systemen der Büroalltag eines Unternehmens effizienter und gleichzeitig komfortabler gestaltet werden kann. Neben der Diskussion bereits existierender kommerzieller Raumreservierungssysteme, wird die Entstehung und Implementierung eines eigenen Prototyps erläutert. Im Rahmen einer praxisnahen Nutzerstudie wurde das entwickelte Reservierungssystem von Mitarbeitern eines IT-Unternehmens getestet und evaluiert. Dabei konnten die im Vorfeld aufgestellten Hypothesen bestätigt werden. Abschließend wird ein Ausblick auf Möglichkeiten zur Erweiterung des Systems gegeben.

Danksagungen

Ich möchte mich auf diesem Weg bei meinen Betreuern, Herrn Prof. Dr. Gunter Saake und Herrn Andreas Meister dafür bedanken, dass sie mir die Möglichkeit gaben, meine Bachelorarbeit am Institut für Technische und Betriebliche Informationssysteme an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg zu verfassen. Explizit Herrn Meister danke ich dafür, dass er jederzeit erreichbar war und auftretende Fragen in kürzester Zeit beantwortete.

Ein ganz großes Dankeschön gilt auch Frau Janina Baumgarten und Herrn Markus Jüttner für ihre intensive Unterstützung.

Weiterhin möchte ich mich bei meinen Freunden für ihre Geduld und ihr Verständnis dafür, dass ich die letzten Wochen nur begrenzt verfügbar war, bedanken.

Natürlich richte ich an dieser Stelle meinen Dank auch an meine Eltern und meinen Bruder, die mich während des gesamten Studiums in vielerlei Hinsichten unterstützten.

Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	III
TABELLENVERZEICHNIS	IV
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	V
1. EINLEITUNG	1
1.1. HINTERGRUND.....	1
1.2. MOTIVATION	1
1.3. AUFGABEN UND ZIELE.....	2
1.4. AUFBAU DER ARBEIT.....	2
2. BEGRIFFE UND GRUNDLAGEN	3
2.1. INTELLIGENTE UMGEBUNG.....	3
2.2. SMART OFFICE	3
2.3. INTERNET OF THINGS.....	4
2.4. DAS PUBLISH/SUBSCRIBE-MODELL.....	6
2.5. BLUEMIX ALS PLATFORM AS A SERVICE.....	7
3. VERWANDTE ARBEITEN	9
3.1. YAROOMS	9
3.2. EVOKO ROOM MANAGER	10
3.3. EVENTBOARD.....	11
3.4. VERGLEICH.....	13
4. ANFORDERUNGSANALYSE	15
4.1. NICHT-FUNKTIONALE ANFORDERUNGEN.....	15
4.2. FUNKTIONALE ANFORDERUNGEN.....	16
4.3. ANWENDUNGSFÄLLE	16
5. UMSETZUNG EINER DIGITALEN RAUMRESERVIERUNG	18
5.1. ARCHITEKTUR	18
5.2. SYSTEMVERHALTEN	20
5.3. BENUTZEROBERFLÄCHE	21

6.	EVALUATION	26
6.1.	EVALUATIONSMOTIVATION	26
6.2.	HYPOTHESEN UND ZIELE	27
6.3.	EVALUATIONSVORBEREITUNG.....	27
6.4.	EVALUATIONSDURCHFÜHRUNG	28
6.5.	EVALUATIONSERGEBNISSE	29
6.5.1.	ALLGEMEINE FRAGEN	29
6.5.2.	UMSETZUNG TOUCHSCREEN.....	32
6.5.3.	UMSETZUNG LAPTOP.....	35
6.5.4.	VERGLEICH BEIDER LÖSUNGEN	38
6.6.	DISKUSSION DER AUFGESTELLTEN HYPOTHESEN	39
7.	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	42
A.	ANHANG.....	44
A.1	EVALUATION AUFGABENSTELLUNG	44
A.2	EVALUATION FRAGEBÖGEN.....	45
	LITERATURVERZEICHNIS	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Mit dem Internet verbundene Geräte seit 1950	5
Abbildung 2: Publish/Subscribe-Modell	6
Abbildung 3: Architektur Bluemix [Kar16]	8
Abbildung 4: Benutzeroberfläche YArooms [ynt16]	9
Abbildung 5: Benutzeroberfläche Evoko Room Manager [evo16]	11
Abbildung 6: Benutzeroberfläche EventBoard [eve16]	12
Abbildung 7: Use-Case-Diagramm	17
Abbildung 8: Verwendete Technologien	18
Abbildung 9: Sequenz-Diagramm	20
Abbildung 10: Gesamtübersicht Kalender	22
Abbildung 11: Raumauswahl am Touchscreen	23
Abbildung 12: Einstellungsmaske bei der Erstellung einer Reservierung	24
Abbildung 13: Likert-Skala	28
Abbildung 14: Aufgabenbewältigung allgemein	30
Abbildung 15: Häufigkeit der Raumnutzung	31
Abbildung 16: Reservierungsverhalten	31
Abbildung 17: Bildschirmbewertung Touchscreen	33
Abbildung 18: Bedienung und Intuitivität Touchscreen	34
Abbildung 19: Wiederverwendungswert Touchscreen	35
Abbildung 20: Bedienung Laptop	36
Abbildung 21: Intuitivität Laptop	36
Abbildung 22: Wiederverwendung Laptop	37
Abbildung 23: Evaluation Aufgabenstellung	44
Abbildung 24: Evaluation Fragebogen Teil 1	45
Abbildung 25: Evaluation Fragebogen Teil 2	46
Abbildung 26: Evaluation Fragebogen Teil 3	47
Abbildung 27: Evaluation Fragebogen Teil 4	48
Abbildung 28: Evaluation Fragebogen Teil 5	49
Abbildung 29: Evaluation Fragebogen Teil 6	50

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Vergleich der vorgestellten Systeme 13

Abkürzungsverzeichnis

API	Application Programming Interface
DB	Datenbank
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IaaS	Infrastructure as a Service
JSON	Javascript Object Notation
J2EE	Java Enterprise Edition
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
NoSQL	Not only Structured Query Language
PaaS	Platform as a Service
PIN	Personal Identification Number
SaaS	Software as a Service
SQL	Structured Query Language

1. Einleitung

1.1. Hintergrund

Die zunehmend leistungsfähigere Hardware, bei gleichzeitiger Verkleinerung von Bauteilen, die schnellere Datenübertragung und die Auslagerung von Ressourcen in Cloudsysteme machen eine immer stärkere Vernetzung aller Bereiche des täglichen Lebens und erst recht des Arbeitslebens möglich [Par08] [MP14]. Ein Smart Office kann dem Angestellten eine spürbare Arbeitserleichterung bis hin zur weitgehend eigenständigen Erledigung zumindest von Standardaufgaben bieten.

Ausgegangen von einem IT-Unternehmen, gehört zu den Standardaufgaben neben beispielsweise der Terminierung von Meetings mit Kunden oder Kollegen auch die Reservierung der dafür notwendigen Besprechungsräume. Um ein konzentriertes und effizientes Arbeiten und den ungestörten Austausch von Informationen zu ermöglichen, finden nachweislich 74% aller Meetings in Besprechungsräumen statt [RN01]. Um den Reservierungsprozess effizienter zu gestalten, ist es zukunftsweisend, die Vorzüge digitaler Systeme auch hier zu nutzen.

1.2. Motivation

Um die Produktivität und das Arbeitsklima innerhalb eines Unternehmens zu fördern, ist es wichtig, entsprechende Arbeitsbedingungen zu schaffen.

Das Smart Office – innovatives Bürodiesign in Verbindung mit den neuesten Technologien – bietet ein effizientes und ansprechendes Umfeld, von dem sowohl die Mitarbeiter, als auch die Unternehmenseffizienz profitieren. Zugrunde liegt die Erkenntnis, dass Menschen stets dort am motiviertesten arbeiten, wo sie sich wohlfühlen und die Bedürfnisse ihrer Arbeit berücksichtigt wissen [HA09]. Bisherige Herangehensweisen, größtenteils analoge Lösungen, sind oftmals zeit- und ressourcenintensiv. Im Smart Office sollen diese zunehmend durch digitale Systeme unterstützt und ersetzt werden.

Die Abschaffung der bisherigen Methode zur Reservierung über einen analogen Reservierungsplan und der Umstieg auf ein digitales Raumreservierungssystem stellt eine mögliche Lösung dar. Dabei sollen die Mitarbeiter nicht mehr den Arbeitsplatz verlassen

müssen, um einen Raum zu reservieren. Folglich kann Arbeitszeit eingespart und Frustrationen durch eine nicht erfolgreiche Suche eines freien Raums vermieden werden. Dafür sollen in dieser Arbeit drei bestehende Lösungen, sowie ein speziell entwickelter Prototyp vorgestellt werden.

1.3. Aufgaben und Ziele

Im Rahmen dieser Arbeit soll erforscht werden, ob ein digitales Raumreservierungssystem, also ein Schritt hin zum Smart Office, in einem IT-Unternehmen zu mehr Effizienz und Komfort beitragen kann. Dies ist dann erreicht, wenn den Benutzern neben einem zeitsparenden auch ein angenehmeres und bequemerer Reservieren von Räumen ermöglicht wird. Zusätzlich soll es die Mitarbeiter motivieren, die gewünschten Räume bereits im Vorfeld zu reservieren, damit Doppelbelegungen vermieden und vorhandene Ressourcen optimal eingesetzt werden können.

Ein effizienter und komfortabler Prototyp, der diesen Anforderungen genügt, gilt es speziell dafür zu entwickeln. Diese Lösung soll es dem Benutzer ermöglichen, sowohl vom Arbeitsplatz aus, als auch direkt am Raum, Reservierungen vorzunehmen. Mittels einer praxisnahen Nutzerstudie in einem IT-Unternehmen sollen Aussagen über Effizienz und Komfort evaluiert werden. Bei nachgewiesener Effizienzsteigerung soll diese digitale Lösung der Raumreservierung das bestehende analoge System, also das Führen von Reservierungslisten, ablösen.

1.4. Aufbau der Arbeit

In den folgenden Kapiteln sollen zunächst die Grundlagen und Begriffe, die für die Untersuchung und das Verständnis dieses Themas relevant sind, betrachtet werden. Im Anschluss werden verwandte Arbeiten, die bereits digitale Lösungen bezüglich Raumreservierungen darstellen, diskutiert. Warum diese die individuellen Ansprüche eines Smart Offices nicht erfüllen, soll ebenfalls erläutert werden. Danach folgt die nähere Beschreibung einer möglichen Implementierung eines solchen Systems mit anschließender Evaluierung. Zuletzt folgt eine Zusammenfassung, in der ebenso ein Ausblick auf mögliche Verbesserungen und Verwendungszwecke im Thema Smart Office gegeben werden soll.

2. Begriffe und Grundlagen

Um den Einstieg in die Thematik dieser Arbeit zu erleichtern, werden zunächst die Begriffe Smart Office und Internet of Things erläutert, sowie der Begriff Cloudplattform anhand eines Beispiels vorgestellt.

2.1. Intelligente Umgebung

Intelligente Umgebungen zeichnen sich durch Hilfsmittel aus, die den Menschen bei dessen Handeln, durch erlerntes Wissen, unterstützen. Äußerlich von anderen kaum zu unterscheiden, verfügen diese Gerätschaften über bestimmte Fähigkeiten, die den Benutzer im alltäglichen Leben unterstützen [MSR07] [Apo15]. Interaktionen mit ihnen erscheinen entweder äußerst natürlich, oder finden unbemerkt statt. Intelligente Umgebungen agieren nicht nur zu bestimmten Ereignissen, sondern sollen sich dem Benutzer und seinen individuellen Verhaltensweisen anpassen können [Dru15]. Mittels integrierter Sensoren werden personengebundene Informationen über Bedürfnisse und Verhaltensmuster gesammelt. Sie können entweder dem Nutzer direkt zur Verfügung gestellt oder von anderen Geräten weiterverwendet werden. Jene Informationen, welche zu jeder Zeit, an jedem Ort und auf jedem Gerät bereitstehen sollen, lassen sich dann in kürzester Zeit und mittels geringem Aufwand abrufen. Erst das gesammelte Wissen über die Umgebung und ihre Besitzer lässt die Geräte proaktiv und überhaupt intelligent erscheinen [AAB11].

Beispielsweise sollte eine intelligente Kaffeemaschine bei einem geregelten Tagesablauf ihres Besitzers in der Lage sein, dessen Gewohnheiten zu erkennen und ohne explizite Anweisung die übliche Menge Kaffee zubereiten. Vorausgesetzt, eben genannter Besitzer befindet sich auch in den entsprechenden Räumlichkeiten. Die hierfür benötigten Informationen sammelt die Maschine beispielsweise von im Gebäude befindlichen Bewegungssensoren.

2.2. Smart Office

Ein Beispiel für eine intelligente Umgebung stellt das Smart Office dar. Dieses bietet eine Vielzahl von Anwendungsfällen in Verbindung mit intelligenten Geräten.

Bei einem Smart Office handelt es sich um ein Büro, welches sich vor allem durch Geräte auszeichnet, die zur Effizienz- und Qualitätssteigerung des Arbeitsalltages beitragen sollen [TLF13]. Dies wird vor allem durch untereinander vernetzte oder fernsteuerbare Hilfsmittel

erzielt. Dank des technischen Fortschritts stehen den Mitarbeitern heute mit computergestützten Systemen zusätzliche Funktionalitäten im Vergleich zu einem „normalen“ Büro zur Verfügung. Beispielsweise können Blutdruckmessgeräte in Verbindung mit beweglichen Bürostühlen, die sich bei kritischen Zuständen der Mitarbeiter in Bewegung setzen, eingesetzt werden. Dies soll zu einer besseren Durchblutung des Gehirns führen, was wiederum eine Effizienzsteigerung durch erhöhte Aufmerksamkeit und Konzentration mit sich bringen kann [SNT12].

Ein weiteres Beispiel ist ein Meeting von Kollegen, welche sich in unterschiedlichen Räumen oder Lokalitäten befinden. Dabei sind diese trotz räumlicher Entfernung in der Lage, miteinander zu kommunizieren und könnten sich den Zugriff auf bestimmte Systeme teilen [MSR07].

Dank intelligenter Systeme lassen sich auch alltägliche Aufgaben, wie die geregelte Belüftung des Gebäudes, innerhalb eines Smart Office erleichtern [ACA13]. Computer, die in diese Aktivitäten involviert sind, stellen nicht nur nützliche Informationen bereit, sondern sind auch in der Lage, diese teilweise zu übernehmen. Regelmäßige Meetings in dafür vorgesehenen Besprechungsräumen könnten den Nutzern angenehmer vorbereitet werden, indem die automatisierte Fenstersteuerung zuvor entsprechende Lüftungsmaßnahmen einleitet. Wann das nächste Meeting und somit die nächste Lüftung anstehen, verkündet das mit der Fenstersteuerung verknüpfte Raumreservierungssystem.

2.3. Internet of Things

Statt wie derzeit selbst Gegenstand der menschlichen Aufmerksamkeit zu sein, soll das „Internet der Dinge“ den Menschen bei seinen Tätigkeiten unmerklich unterstützen [Ash09].

In Abbildung 1 wird verdeutlicht, welcher rasanten Anstieg die Anzahl der mit dem Internet vernetzten Geräte von 1950 bis heute nahm und welche Entwicklung bis 2050 prognostiziert wird.

Im Jahr 1950 waren gerade einmal 5000 Geräte (Computer), 2009 2,5 Milliarden (zusätzlich beispielsweise Handys, Tablets) und 2014 10 Milliarden (zusätzlich beispielsweise Smartphones, vernetzte Kraftfahrzeuge) mit dem Internet vernetzt. Schätzungsweise werden 30 Milliarden (zusätzlich beispielsweise intelligente Kleidung, Smart Home) bis 2020 und 100 Milliarden bis 2050 mit dem Internet vernetzt sein. Bis dahin werden noch weitaus mehr Lebensbereiche integriert sein. [Gup16].

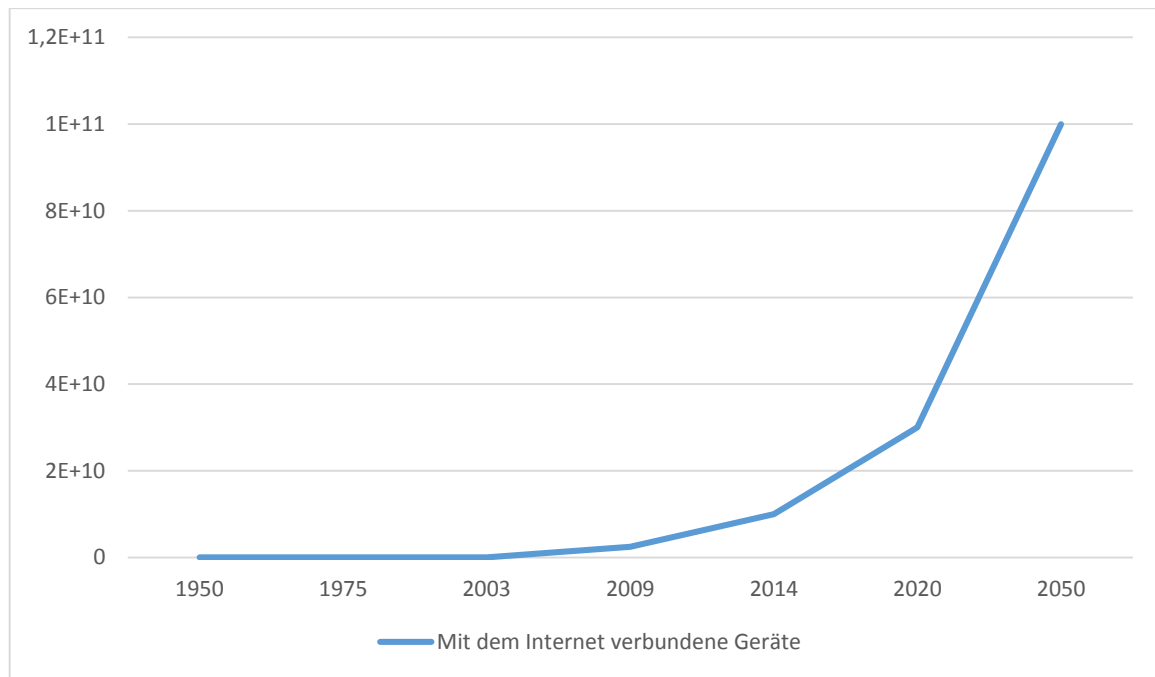


Abbildung 1: Mit dem Internet verbundene Geräte seit 1950

Computergestützte Systeme sind aus unserer heutigen Zeit nicht mehr wegzudenken. Im Jahr 2015 betrug laut Statistischem Bundesamt der Ausstattungsgrad der durchschnittlichen deutschen privaten Haushalte bezüglich Personal Computer 88,3 %. Über einen Internetzugang verfügten 88,2 % der besagten Haushalte- im Vergleich dazu betrug dieser Anteil im Jahr 2010 noch 72,9 % [des16].

Zukünftig sollen noch weitere Geräte über einen eingebetteten Computer, mit Zugriff auf das Internet, verfügen. Durch die sinkenden Preise der immer kleiner und kompakter werdenden elektronischen Computerbauteile wird deren Integration vereinfacht und oben aufgezeigter Trend unterstützt [AH15] [Par08].

Die Menge an vernetzten Dingen wird die Welt, wie wir sie kennen, zu einem großen, verknüpften Informationssystem weiterentwickeln. Ihren eigentlichen Verwendungszweck werden sie jedoch nicht verlieren. Vielmehr soll sich jedes Gerät durch spezielle Funktionen, wie das Verschaffen und Vermitteln von Informationen, auszeichnen. Die durch die Geräte bereitgestellten Informationen werden untereinander ausgetauscht und dem Nutzer gebündelt zur Verfügung gestellt [AH15].

Neben der Bereitstellung jener Informationen an den Nutzer, können diese außerdem direkt verwendet werden, wodurch sich neue Funktionalitäten erschließen. Ein Kühlschrank könnte den Besitzer zum Beispiel über fehlende Inhalte alarmieren. Gleichzeitig melden andere

Küchengeräte ebenfalls Mängel, sodass automatisch eine Bestellung von Nahrungsmitteln vorgeschlagen oder gar durchgeführt wird [Cra12].

Eine mögliche Umsetzung, wie die Kommunikation zwischen den Geräten erfolgen kann, soll im nächsten Abschnitt erläutert werden.

2.4. Das Publish/Subscribe-Modell

Für die Verarbeitung von großen Mengen an Informationen wird ein Modell benötigt, welches eine schnelle, einfache und zuverlässige Kommunikation ermöglicht. Das Publish/Subscribe-Modell ist ein solches Kommunikationsmodell. Es bietet die Möglichkeit, Nachrichten an eine Vielzahl von lauschenden Empfängern (Subscriber) zu senden. Nach dem „fire and forget“ Prinzip bedarf es dem Sender (Publisher) keiner Information, wie viele Subscriber existieren und ob die gesendeten Nachrichten ihre Ziele überhaupt erreichen [SG08]. Der Publisher sendet dabei eine Nachricht mit einem bestimmten Topic an einen Broker. Dieser verteilt anschließend die Nachricht dann an alle auf dieses gewisse Topic lauschenden Subscriber. Abbildung 2 soll dieses System verdeutlichen.

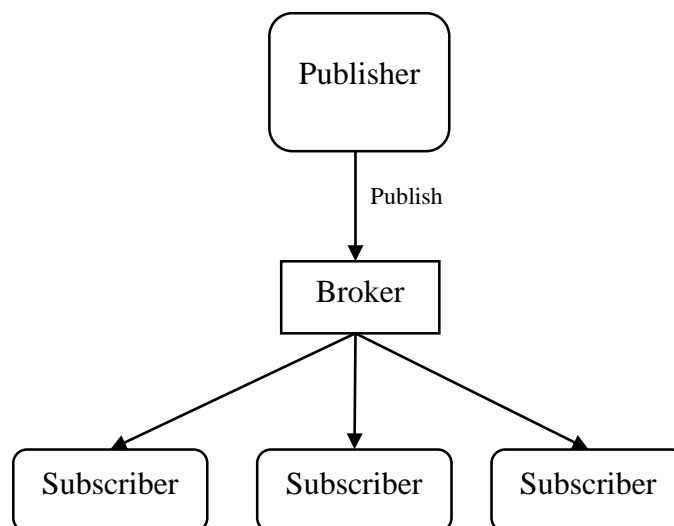


Abbildung 2: Publish/Subscribe-Modell

Ein konkretes Beispiel für eben geschildertes Modell ist das im Jahr 1999 entwickelte, leichtgewichtige Kommunikationsprotokoll MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*). Heutzutage findet es unter anderem in der Hausautomatisierung sowie in der Medizin Anwendung [10]. Im Rahmen dieser Arbeit kommt das Protokoll für die Synchronisation der einzelnen Clients zum Einsatz.

2.5. Bluemix als Platform as a Service

Im Zeitalter der Digitalisierung fallen immer größer werdende Datenmengen an und bedürfen einer sicheren und effizienten Speicherung. Die Cloud ermöglicht die Speicherung riesiger Datenmengen bei unbegrenzten Nutzerzahlen [Abo15].

“Praktisch keins der aktuellen Innovationsthemen der Branche ist von Unternehmen ohne das Tempo und die Skalierbarkeit der Cloud zu bändigen.” [Abo15]

Rechenleistung und Speicher werden ohne Verlust von Tempo und Skalierung auf Systeme, die über das Internet aufgerufen werden können, ausgelagert. Hierdurch entfällt die Installation und Wartung eines lokalen Rechners für den Benutzer [Abo15]. Bei dem Thema Cloud wird häufig zwischen verschiedenen Servicemodellen unterschieden. So stehen drei Modelle, wie SaaS (*Software as a Service*), PaaS (*Platform as a Service*) und IaaS (*Infrastructure as a Service*) zur Auswahl, die je nach Architektur auch zusammen Verwendung finden können [LB14].

Eine Umsetzung des PaaS-Modells stellt Bluemix, eine von IBM entwickelte und auf der Open Source Lösung Cloud Foundry basierenden Technologie, dar. Sie dient der effizienten Entwicklung von Software, die es dem Benutzer ermöglicht, sich ausschließlich auf die Anwendungsentwicklung zu fokussieren. Die darunterliegende Infrastruktur muss dafür weder mit in den Ideenprozess der Entwicklung einbezogen, noch im Nachhinein verwaltet werden. Weiterhin ist es möglich, die Software direkt in der Zielumgebung zu testen, um sie im Anschluss daran direkt in Betrieb zu nehmen [AH15]. Lediglich ist die Authentifizierung über ein Benutzerkonto, welches zumeist über eine Oberfläche im Browser zugänglich ist, erforderlich [Rou16].

Die nachstehende Abbildung 3 veranschaulicht die High-Level-Architektur von Bluemix. Veranschaulicht wird der Zugriff von Applikationen mittels HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) Anfragen oder browserbasierten Benutzeroberflächen auf Bluemix Services. Zudem ist die von Bluemix genutzte Infrastruktur von Softlayer, einem IaaS-Modell, zu erkennen. Diese Infrastruktur umfasst unter anderem sämtliche Rechenkapazitäten. Neben der Bereitstellung von Servern im Netzwerk, bietet sie noch weitere Dienste zur Gewährleistung von Stabilität und Sicherheit jener Server [AAA16]. Die Unterstützung von Softlayer erlaubt ebenso das Laufen von Backend-Anwendungen mittels virtueller Maschinen, die die Simulation einer bestimmten Rechnerarchitektur ermöglicht [Kar16].

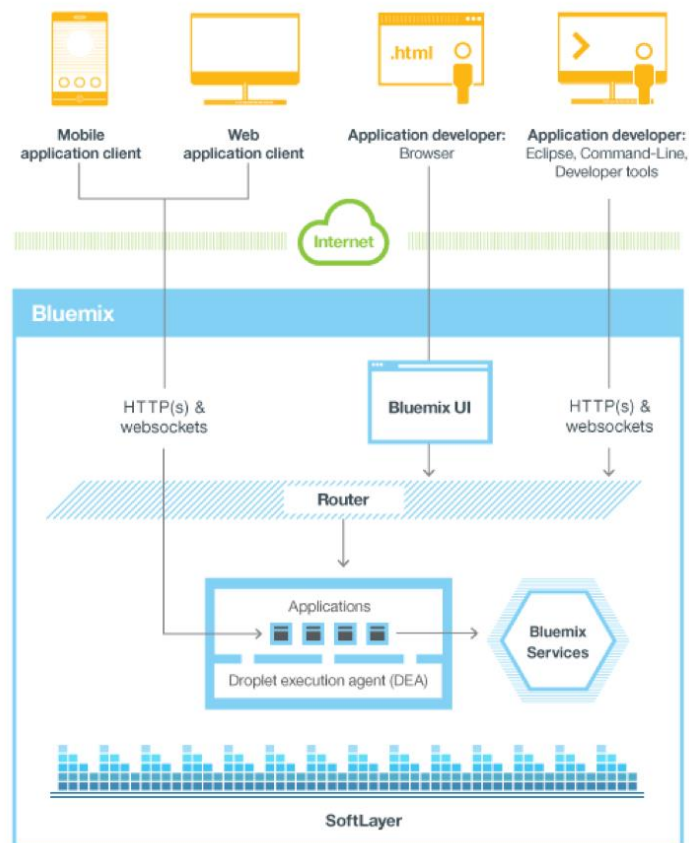


Abbildung 3: Architektur Bluemix [Kar16]

Dem Entwickler bietet Bluemix mit Java, Node.js, GO, PHP und Python bereits zahlreiche unterstützte Programmiersprachen, wobei sich mit Hilfe sogenannter Buildpacks weitere Verwendungen finden lassen. Zusätzlich besteht der Zugriff auf eine große Auswahl an Frameworks und Diensten, die in regelmäßigen Abständen erweitert werden. Beispielsweise lässt sich der Applikation ein Datenbanken- oder Anmeldedienst hinzufügen. Jene Dienste können ebenfalls über die Benutzeroberfläche steuerbar sein. Diese sind außerdem größtenteils kostenfrei. Bei dauerhafter Nutzung fallen nur dann Kosten an, wenn ein bestimmtes Datenvolumen, welches großzügig bemessen ist, überschritten wird.

Der für die Anwendung erstellte Quellcode kann über ein integriertes GIT-Repository von allen am Projekt Arbeitenden verwaltet und direkt kompiliert werden.

3. Verwandte Arbeiten

Für die Reservierung von Besprechungsräumen sind bereits ähnliche Lösungen existent und somit für diese Bachelorarbeit relevant. Im Folgenden sollen beispielhaft einige, sich funktionell sowie visuell stark voneinander unterscheidende Vertreter, erläutert werden.

3.1. YARooms

Als erste Lösung aus der Kategorie Raumreservierungssysteme ist YARooms zu nennen. Hierbei handelt es sich um ein Produkt der in London ansässigen Firma Ynteractive Ltd. YARooms zeichnet sich vor allem durch seine vielfältigen Einstellungsmöglichkeiten bei der Erstellung eines Meetings aus. Eingetragene Räume können direkt aus dem Browser oder über die frei erhältliche App reserviert werden. Für letztere Variante ist eine Installation auf dem sich am Raum befindlichen Gerät, welches separat und unabhängig von der Software erworben werden muss, erforderlich. Jenes Gerät sollte entweder Android- oder iOS-fähig sein.

Abbildung 4 zeigt einen Blick auf den übersichtlichen Kalender im Hauptmenü der Anwendung. Zusätzlich wird das einheitliche Design im Vergleich zur Version auf dem Smartphone, von welchem die Anwendung ebenfalls verwendet werden kann, veranschaulicht.

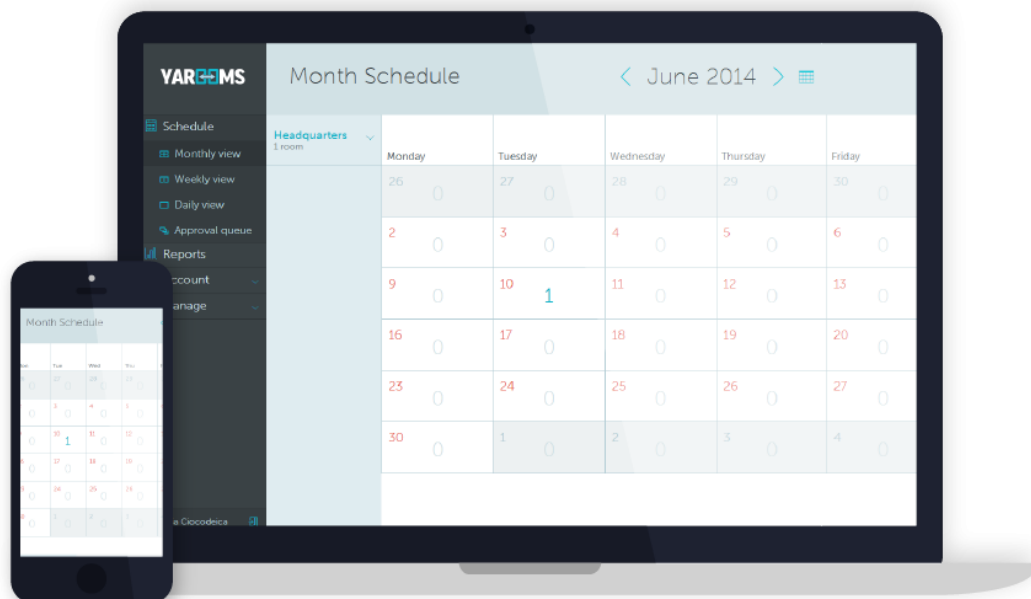


Abbildung 4: Benutzeroberfläche YARooms [ynt16]

Neben der gewünschten Uhrzeit und einem Titel der anzulegenden Reservierung, bietet YARooms über eine erweiterte Einstellungsmaske zusätzliche Funktionalitäten. Somit lassen sich beispielsweise für ein Meeting relevante Ressourcen in die Reservierung eintragen. Direkt nach dem Anlegen einer Reservierung erhalten alle beteiligten Personen eine Einladung. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, sich wiederholende Termine zu erstellen. Dies ermöglicht über wenige Schritte eine Raumreservierung für die nächsten Wochen in einer gleichbleibenden Zeitspanne. Über externe Applikationen, wie dem Outlook-Kalender, können ebenfalls Reservierungen getätigt werden.

Die Nutzung ist nicht kostenfrei. Dennoch ist die Bezahlung eines nötigen Accounts frei skalierbar, wobei Ynteractive Ltd. seinen Kunden mehrere Möglichkeiten zu Auswahl stellt. Zum einen kann abhängig von der Anzahl der angelegten Meetings und zum anderen anhand der Anzahl der Mitarbeiter, die diese Applikation benutzen, bezahlt werden. Die Kosten dafür werden monatlich beglichen und können je nach Größe des Unternehmens variieren [ynt16].

3.2. Evoko Room Manager

Das schwedische Unternehmen Evoko nähert sich der Thematik über einen etwas anderen Weg. Neben der von Evoko entwickelten Software wird für den Einsatz des Room Managers ebenso die eigens vertriebene Hardware benötigt. Nachdem eine einmalig anfallende Gebühr entrichtet wurde, werden dem Benutzer alle benötigten Komponenten zur Verfügung gestellt. Gleichzeitig bedeutet dies, dass im Nachhinein keine wiederkehrenden Kosten zu verzeichnen sind. Die Kosten sind unabhängig davon, wie viele aktive Nutzer das Gerät verwenden. Das mitgelieferte Display ist für die direkte Verwendung am Raum angedacht und muss folglich an diesem installiert werden.

Ob und für welche Zeitspanne ein Raum reserviert ist, kann dem Display auf den ersten Blick entnommen werden. Dies wird durch die farbige Hintergrundbeleuchtung unterstützt. Dabei werden neben der aktuellen Uhrzeit, der Titel und der Zeitabschnitt der Belegung angezeigt. Mit Hilfe des Touchscreens ist die Navigation durch das sehr einfach gehaltene Menü möglich, so dass sich beispielsweise alle zu einem bestimmten Zeitraum geplanten Ereignisse übersichtlich anzeigen lassen. Alle Funktionen von Evoko sind vom Startbildschirm aus mit wenigen Klicks erreichbar. Wird ein Raum derzeit von anderen Personen genutzt, ist es möglich, eine Liste freier Räume anzeigen zu lassen. Des Weiteren gibt es die Möglichkeit, bereits vorher angelegte Meetings zu verlängern

beziehungsweise früher als vorgesehen zu beenden. Abbildung 5 zeigt das Display mit farbiger Hintergrundbeleuchtung im Einsatz.



Abbildung 5: Benutzeroberfläche Evoko Room Manager [evo16]

Allerdings lassen sich vor Ort nur „ad-hoc“-Meetings erstellen. Jenen können weder ein bestimmter Titel, noch eine detaillierte Beschreibung gegeben werden. Die Erstellung eines komplexeren Termins zu einer festgelegten Zeit muss über externe Kalendersoftware erfolgen. Dieser wird dann ebenfalls am entsprechenden Gerät dargestellt [evo16].

3.3. EventBoard

Mit ihrem gleichnamigen Produkt bietet das Unternehmen EventBoard, mit Firmensitz in Salt Lake City, die wohl umfangreichste Möglichkeit der Raumreservierung. Neben den Funktionen zur üblichen Reservierung eines Raumes vom Desktop sowie über Tablets, überschreitet die Anwendung die der anderen vorgestellten Raumreservierungssysteme bei Weitem. Im Empfangsbereich einer Firma kann EventBoard zum Beispiel von eingeladenen Gästen verwendet werden. Diese können sich dort über die Software anmelden, sodass die zuständigen Personen über das Eintreffen jener Gäste benachrichtigt werden. In der Zwischenzeit kann die Wartezeit bereits mit dem Ausfüllen von Anmeldeformularen, sowie dem Beziehen von Informationen über die Firma, überbrückt werden. Mit Eventboard lässt sich das Design der Anwendung individuell auf

das jeweilige Unternehmen zuschneiden. Eine mögliche Variante einer Anbringung am Meetingraum ist in Abbildung 6 zu sehen.



Abbildung 6: Benutzeroberfläche EventBoard [eve16]

Die Abbildung verdeutlicht die übersichtliche Gestaltung der Benutzeroberfläche, von der aus noch zahlreiche weitere Anwendungsmöglichkeiten erreichbar sind. Unter anderem verfügt jedes Gerät über die Möglichkeit, eine interaktive Karte des Gebäudes anzuzeigen. Jene Karte zeigt, wo sich die einzelnen Räume befinden, ob diese gerade verfügbar sind und welche für Meetings wichtigen Gerätschaften, wie beispielsweise ein Beamer, sich in ihnen befinden. Wird eine Reservierung über eines der unterstützten Email- und Kalendertools getätigt, können zu den Belegzeiten des Raumes auch die eigenen Termine mit einbezogen werden. Folglich kann der Benutzer Kollisionen mit anderen Veranstaltungen besser verhindern und direkt feststellen, wann Zeit für eine mögliche Reservierung vorhanden ist.

Was EventBoard jedoch von den anderen genannten Systemen abhebt, ist die Vielfalt an Statistiken, die über den Verlauf der Zeit angelegt und eingesehen werden können. Dazu zählen die Rate erfolgreicher Reservierungen, die durchschnittliche Dauer sowie ein Mittelwert der Teilnehmer eines Meetings. Diese Übersichten stehen dem Administrator zur Verfügung und tragen zur Effizienzsteigerung bei.

Abgerechnet wird monatlich für jeden genutzten Raum, abhängig von den gewünschten Inhalten. Die für die Verwendung benötigten Tablets müssen selbst angeschafft und installiert werden [eve16].

3.4. Vergleich

Die drei innerhalb dieses Kapitels vorgestellten digitalen Lösungen sollen nun mit Unterstützung der Tabelle 1 verglichen werden.

	YArooms	Evoko Room Manager	EventBoard
Reservierungen vom Arbeitsplatz möglich	+++	+++	+++
Verwendung externer Software		+++	+++
Display am Raum	+++	+++	+++
Reservierungsfirmen-Hardware erwerben		+++	
Wiederkehrende Kosten	+++		+++
Einmalige Kosten		+++	
Kosten nutzungsabhängig	+++		+++

Tabelle 1: Vergleich der vorgestellten Systeme

Die drei vorliegenden Systeme sind jeweils sowohl vom Arbeitsplatz, als auch direkt vom Raum aus benutzbar. Dabei ist allerdings darauf zu achten, dass die Systeme, bis auf YArooms, für die Reservierung vom Arbeitsplatz auf externe Kalendersoftware ausweichen. Jede Lösung verfügt über ein Display an den jeweiligen Besprechungsräumen, wobei bei Evoko dafür die spezielle Hardware im Vorfeld eingekauft werden muss. Für die anderen beiden Systeme existieren Applikationen, die

auf beliebigen Tablets installiert werden können. Im Gegenzug entstehen bei YArooms und Eventboard monatliche Kosten, die von der Anzahl der Räume bzw. der Anzahl der Mitarbeiter abhängig sind. Bei Evoko hingegen bleibt es bei der einmaligen Finanzierung der Hardware, die für jeden Raum anfällt.

In Verbindung mit der nun folgenden Anforderungsanalyse soll in den nächsten Kapiteln eine weitere Umsetzung eines digitalen Raumreservierungssystems vorgestellt werden. Das System soll, passend zum Thema dieser Arbeit, so entwickelt werden, dass die verwendeten Schnittstellen auch für weitere Vorhaben im Rahmen Smart Office genutzt werden können. So soll es später möglich sein, Informationen von Sensoren mit in die Reservierung mit einzubeziehen und jenes System mit anderen intelligenten Hilfsmitteln zu verbinden.

Die vorgestellten Reservierungssysteme sind für diese Vorhaben ungeeignet, da die Quelltexte nicht offenliegen und somit keine individuellen Lösungen implementierbar sind. Die Entwicklung eines eigenen Systems erspart zudem Kosten, die sonst für den Erwerb, die Nutzung und eventuellen Support externer Lösungen gezahlt werden müssen. Zudem kann nie sichergestellt werden, in welcher Qualität der Support eines fremden Unternehmens realisiert wird und für welche Dauer dieser gewährleistet werden kann.

4. Anforderungsanalyse

Nachdem die Grundlagen erklärt und alternative Lösungsansätze betrachtet wurden, soll in den nun folgenden Kapiteln eine prototypische Realisierung einer digitalen Raumreservierung erfolgen. Dafür wurden zunächst Anforderungen aufgestellt, die das System erfüllen soll. Im Anschluss folgt ein Diagramm mit Anwendungsfällen, die aus der Sicht des Benutzers auftreten können sollen.

4.1. Nicht-funktionale Anforderungen

Da das Reservierungssystem in digitaler Form entwickelt werden und jeder Raum auch vom Arbeitsplatz reserviert werden können soll, muss die Anwendung von überall erreichbar sein. Ein Server soll alle relevanten Informationen speichern und über das Internet mit den einzelnen Clients, welche keine relevanten Daten lokal speichern sollen, kommunizieren. Folglich bietet es sich an, das System als Browseranwendung in eine Cloud auszulagern, von der aus die Informationen über das Internet abgerufen werden können.

Um Reservierungen auch direkt an den Besprechungsräumen zu ermöglichen, bedarf es eines Displays, über das der Benutzer mit der Anwendung interagieren kann. Ein Tablet oder ein Computer mit angeschlossenem Touchscreen und Zugang zu einem Internetbrowser, wird dafür benötigt.

Die Effizienz des Systems wird durch das Entfallen umständlicher Anmeldevorgänge für den Nutzer erhöht. Um die eingetragenen Reservierungen des Nutzers dennoch zu schützen und die Bearbeitung von anderen Mitarbeiter zu verhindern, sollen diese bei der Erstellung mit einer PIN (*Personal Identification Number*), einem vierstelligen Passwort, versehen werden können. Wird versucht, die Reservierung beispielsweise zu verschieben, soll jene PIN zur Eingabe gefordert werden. Bei einer falschen Eingabe darf keine Bearbeitung erfolgen.

Weiterhin ist es von großer Notwendigkeit, dass die Anwendung intuitiv und benutzerfreundlich zu bedienen ist, um einen reibungslosen Übergang vom analogen System zu ermöglichen.

4.2. Funktionale Anforderungen

Die funktionalen Anforderungen an das System lassen sich von den bisherigen Funktionen der analogen Reservierungslisten ableiten. So sollen die Kernelemente der Reservierungsliste sowie ihr zugrundeliegender Gedanke, eine übersichtliche Reservierungsmöglichkeit von Besprechungsräumen, erhalten bleiben.

Die Räume sollen dazu aus einer Liste ausgewählt werden können, wodurch ihre Belegungen für die laufende Woche sichtbar werden. Über jene Liste kann der Benutzer den Raum für eine frei wählbare Zeitspanne auf seinen Namen reservieren. Das Erstellen eines neuen Termins soll dem Benutzer, zusätzlich zur Angabe seines Namens und der Dauer, noch weitere Einstellungskriterien bieten. Dazu zählen ein Beschreibungstext, eine PIN und die Wiederholung der Reservierung an bestimmten Wochentagen für eine beliebige Anzahl an Wochen. Durch das Wiederholen einer Reservierung können Routinen erstellt werden, um wiederkehrende Treffen zu buchen. Die PIN soll dem Benutzer die Sicherheit bieten, dass seine Reservierung nicht von anderen Mitarbeitern bearbeitet oder gar gelöscht wird.

Bei korrekter Eingabe der vergebenen PIN, sofern diese vorhanden ist, muss der Benutzer jederzeit die Möglichkeit haben, eine Reservierung zu bearbeiten bzw. zu löschen.

Die soeben aufgestellten Anforderungen sollen nun im folgenden Abschnitt anhand eines Anwendungsfalldiagramms grafisch dargestellt werden.

4.3. Anwendungsfälle

Das nun folgende Diagramm (Abbildung 7) veranschaulicht die zwischen dem Benutzer und dem System stattfindenden Interaktionen. Es soll eine Übersicht der möglichen Anwendungsfälle, welche bei der Benutzung der Anwendung auftreten können, demonstrieren.

Der Akteur ist in diesem Fall der Benutzer selbst, der die Anwendung bedient. Dabei wird nicht unterschieden, ob er sie vom Arbeitsplatz oder direkt am Raum bedient, da beide Varianten über dieselben Funktionen verfügen. Über beide Zugangsvarianten ist es möglich, eine Reservierung zu erstellen, sie einzusehen und bei Bedarf zu bearbeiten.

Soll eine neue Reservierung erstellt werden, so muss diese neben der gewünschten Zeitspanne auch den Namen des Erstellers sowie eine prägnante Kurzinformation

enthalten. Optional dabei ist die Vergabe einer PIN sowie die Einstellung, ob sich die Reservierung zu bestimmten Terminen wiederholen soll. Ersteres soll den Benutzern ermöglichen, ihre Reservierung mittels einer selbsterdachten PIN vor unbefugten Zugriffen anderer Mitarbeiter zu schützen. Diese PIN sollte von niemandem einsehbar sein und kann für jede Reservierung individuell vergeben werden. So kann diese einer zeitlichen Veränderung unterzogen oder deren Beschreibung geändert werden. Ebenso muss das Löschen einer Reservierung möglich sein. Voraussetzung für Operationen dieser Art ist die korrekte Eingabe der PIN, sollte eine solche im Vorfeld vergeben worden sein.

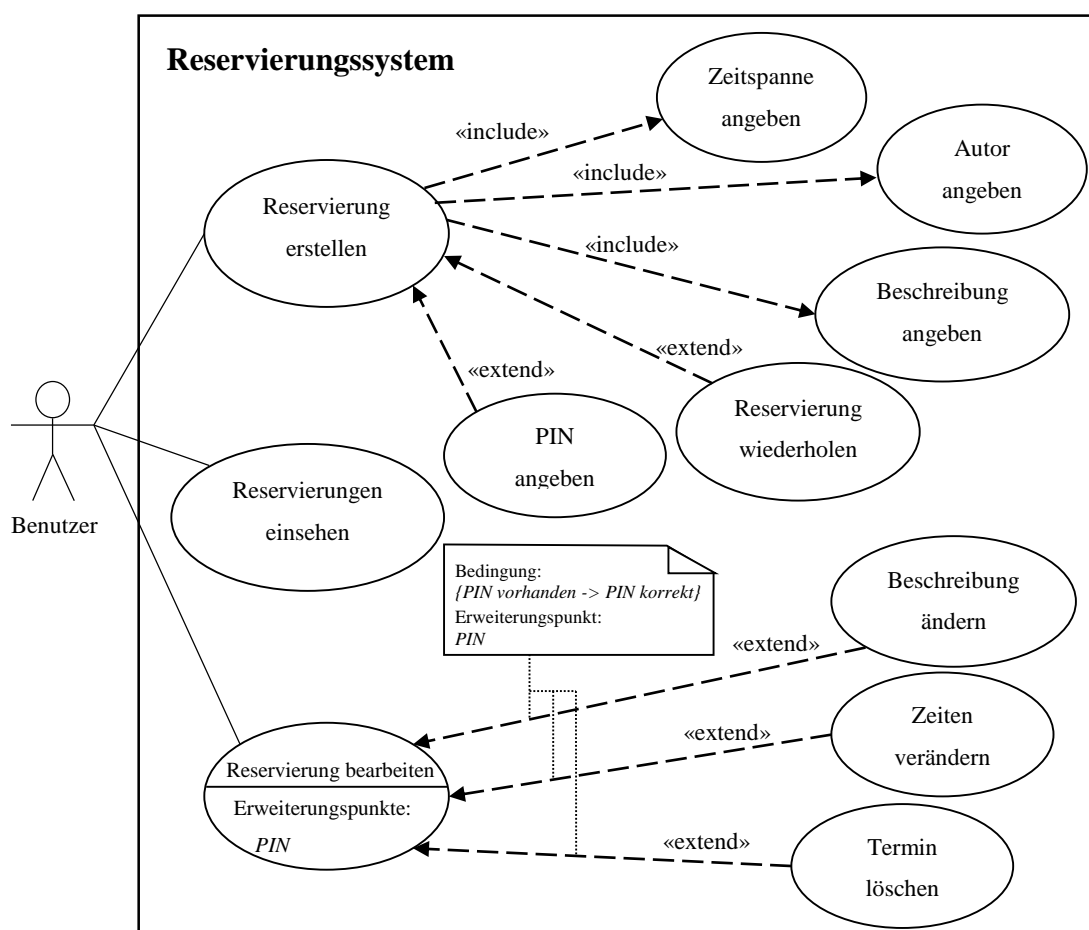


Abbildung 7: Use-Case-Diagramm

5. Umsetzung einer digitalen Raumreservierung

Dieses Kapitel umfasst die Umsetzung einer digitalen Raumreservierung unter Einbeziehung der zuvor genannten Anforderungen. Begonnen wird dabei mit der Architektur und den verwendeten Technologien, gefolgt Systemverhalten sowie der grafischen Benutzeroberfläche der Anwendung. Das entstandene System soll im darauffolgenden Kapitel einer Nutzerstudie unterzogen werden.

5.1. Architektur

Bei dieser Umsetzung handelt es sich um eine mehrschichtige J2EE (*Java Enterprise Edition*) Webanwendung, die innerhalb der bereits in Kapitel 2 beschriebenen PaaS Bluemix läuft. Welche Komponenten bei der Umsetzung unter Berücksichtigung der Anforderungsanalyse verwendet wurden und wie diese in Verbindung stehen, soll Abbildung 8 aufzeigen. Im Folgenden werden die Technologien näher erläutert.

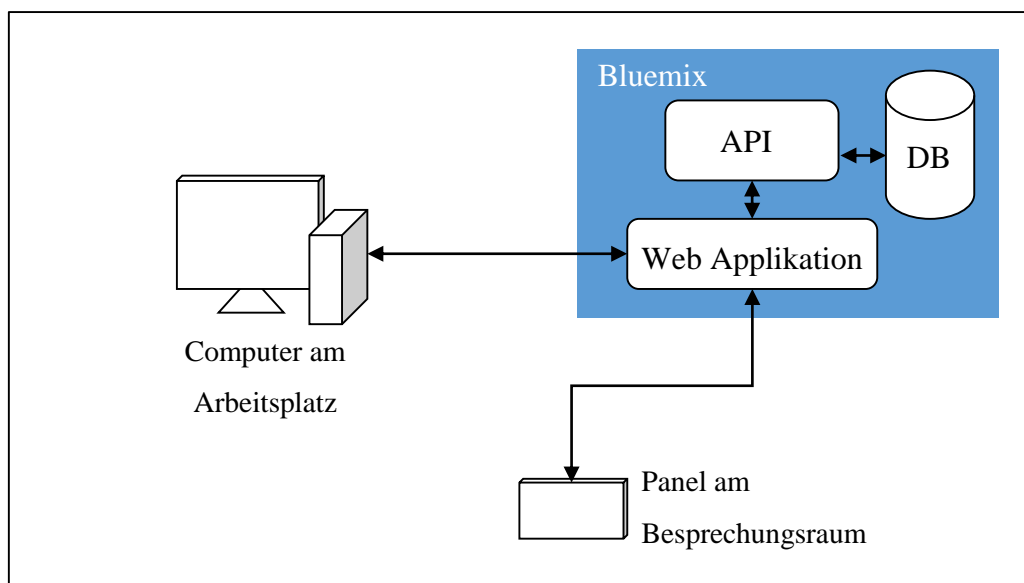


Abbildung 8: Verwendete Technologien

Bluemix

Innerhalb der bereits im Kapitel 2.5 vorgestellten Technologie Bluemix läuft die Webanwendung, welche von den Benutzern über das Internet aufgerufen und auf den Endgeräten angezeigt wird. Eine Instanz dieser Anwendung wird im Verlauf der Arbeit als Client bezeichnet. Die API (*Application Programming Interface*) ist die Schnittstelle

zu den Funktionen des Servers. Sie verarbeitet alle Aufrufe der Webanwendung und ermöglicht außerdem die Kommunikation mit der DB (*Datenbank*). Jene Schnittstelle soll später auch für die Kommunikation mit anderen Systemen genutzt werden.

Um eine dauerhafte Speicherung der Reservierungen zu ermöglichen, werden die Informationen in einer Datenbank persistiert. Auf Grund des möglichen flexiblen Datenmodells und der guten Skalierbarkeit wurde sich für Cloudant entschieden, eine NoSQL (*Not only Structured Query Language*) Datenbank. Im Gegensatz zu einer SQL (*Structured Query Language*) Datenbank werden die Informationen in JSON (*Javascript Object Notation*) Objekten abgespeichert.

Computer am Arbeitsplatz

Der Computer soll all diejenigen Clients verdeutlichen, von denen die Webanwendung aus aufgerufen werden kann. Er steht beispielhaft für jedes Hilfsmittel, das über einen modernen Webbrowser verfügt und wird für das Reservieren vom Arbeitsplatz benötigt. Um die Anwendung verwenden zu können, wird außerdem ein Internetzugang sowie die Verbindung zum Server vorausgesetzt.

Panel am Besprechungsraum

Um die Anwendung auch am Besprechungsraum nutzen zu können, bedarf es eines Panels zur Visualisierung und gleichzeitigen Interaktion. Für die Umsetzung des Prototyps wurde ein Raspberry Pi 2 in Verbindung mit einem sieben Zoll großen Display mit kapazitivem Touchscreen von der Firma Waveshare verwendet.

Diese Kombination findet ihren Einsatz an jedem Besprechungsraum, der über die Software erreichbar sein soll. Dank des Touchscreens kann auf weitere Peripherie verzichtet werden.

Im nachstehenden Abschnitt soll abstrahiert dargestellt werden, wie sich das System während der Benutzung verhält und die Clients die Informationen dabei untereinander austauschen, um die Synchronität zwischen ihnen zu gewährleisten.

5.2. Systemverhalten

Das in der Abbildung 9 dargestellte Sequenzdiagramm beschreibt einen möglichen Ablauf der Anwendung sowie das damit verbundene Verhalten des gesamten Systems.

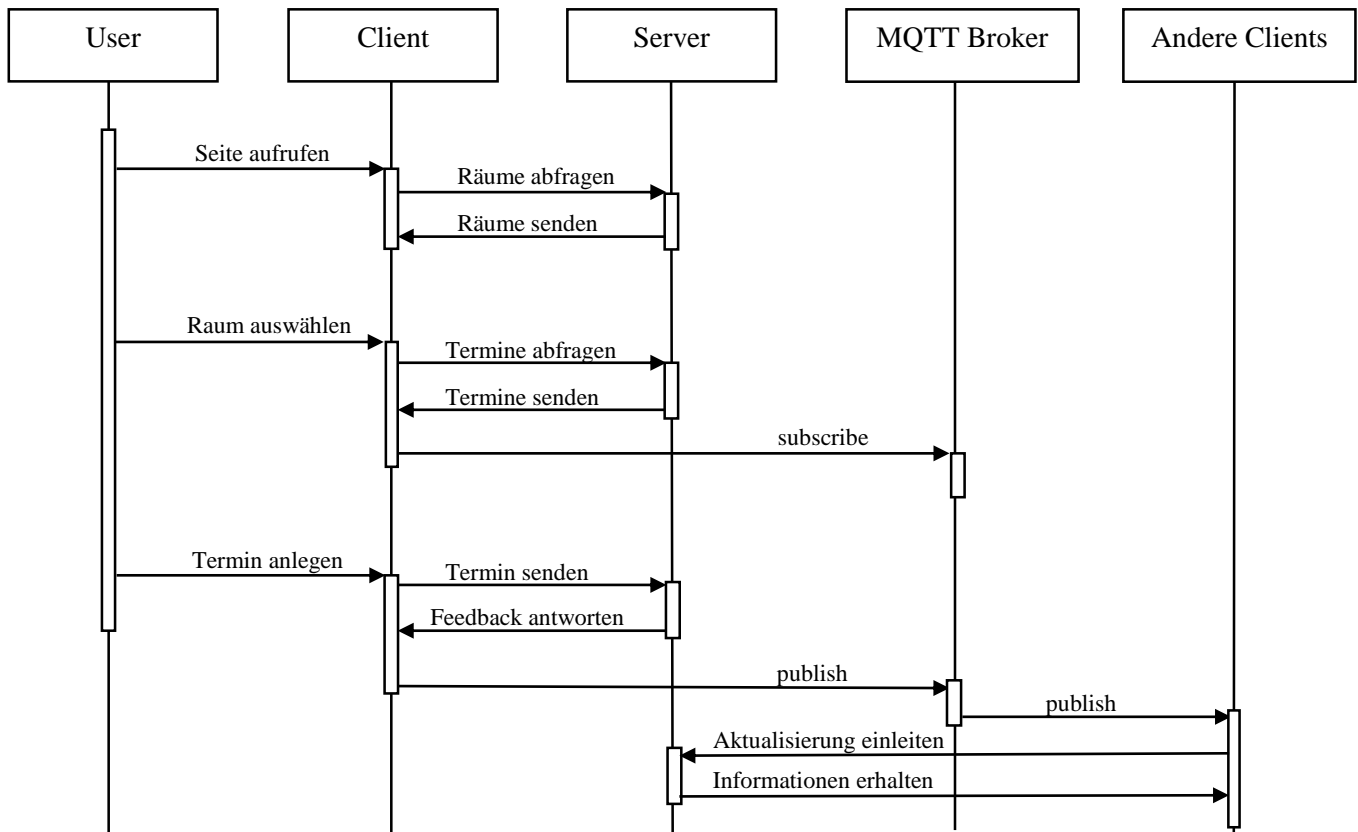


Abbildung 9: Sequenz-Diagramm

Die in diesem Szenario und über die Lebenszeit der Anwendung relevanten Akteure sind der User, der Client, der Server, der MQTT Broker sowie andere Clients.

Wird die Anwendung über einen Client aufgerufen, erfolgt zunächst eine Anfrage an den Server. Von diesem wird die Information, welche Räume zur Verfügung stehen, abgefragt. Nach dem Erhalt der Antwort werden alle verfügbaren Räume für den User ersichtlich.

Sobald der Benutzer einen Raum über das entsprechende Menü innerhalb der Anwendung ausgewählt hat, soll eine Registrierung als Subscriber am MQTT Broker erfolgen. Da jeder Raum intern eine individuelle ID erhält, entscheidet diese auch das Topic, über welches mit dem Broker kommuniziert werden soll. Das dabei zum Einsatz kommende Publish/Subscribe-Modell wurde im Kapitel 2.4 bereits erläutert.

Um vom Broker, der die Nachrichten an die entsprechenden Clients verteilt, eindeutig identifiziert werden zu können, generiert der Client eigenständig eine 23-stellige ID, bestehend aus Klein- und Großbuchstaben sowie den Ziffern 0 bis 9. Von der Einzigartigkeit wird ausgegangen, da bei 62^{23} die Wahrscheinlichkeit einer möglichen Doppelbelegung gegen null tendiert. Besser ist allerdings eine Absicherung dieser Annahme, um die Einzigartigkeit der ID zu garantieren. Realisierbar wäre dies beispielsweise durch das Verwenden der MAC-Adresse des Clients, da diese einzigartig ist.

Wird ein Termin angelegt oder bearbeitet, findet erneut eine Kommunikation mit dem Server statt. In diesem Fall werden allerdings keine Informationen abgefragt, sondern es werden die relevanten Informationen an den Server geschickt. Ebenfalls wird eine Nachricht an den MQTT Broker gesendet, im Diagramm als „publish“ zu erkennen. Der Broker leitet die Nachricht dann an alle Clients, welche ebenfalls derzeit den besagten Raum anzeigen, weiter. Tritt eine solche Nachricht ein, wird die Benutzung der Oberfläche gesperrt und eine Aktualisierung eingeleitet. Der Benutzer wird über die Aktualisierung in Form einer Statusmeldung informiert. Ist die Aktualisierung vollständig beendet und die Synchronität wiederhergestellt, wird die Benutzeroberfläche freigegeben. Eine doppelte Reservierung eines Raumes sowie das Eintreffen mehrerer Anfragen kann dadurch unterbunden werden. Andere Clients, die derzeit die Reservierungen eines anderen Raums visualisieren, erhalten keine Informationen, da sie über separate Topics kommunizieren.

Wie die grafische Oberfläche aufgebaut ist und über welche weiteren Möglichkeiten der Benutzer verfügt, soll im nun folgenden Abschnitt beschrieben werden.

5.3. Benutzeroberfläche

Die Anwendung besteht clientseitig aus zwei verschiedenen Versionen, welche allerdings auf denselben Server zugreifen. Wird sie über den Browser am Arbeitsplatz betreten, liegt dem Anwender auf der linken Seite eine Auswahl des gewünschten Raums, unterteilt nach Lokalisationen sowie einzelner Etagen, vor. Die rechte Seite zeigt den Kalender des gewählten Raums an. Abbildung 10 soll diese Aufteilung veranschaulichen.

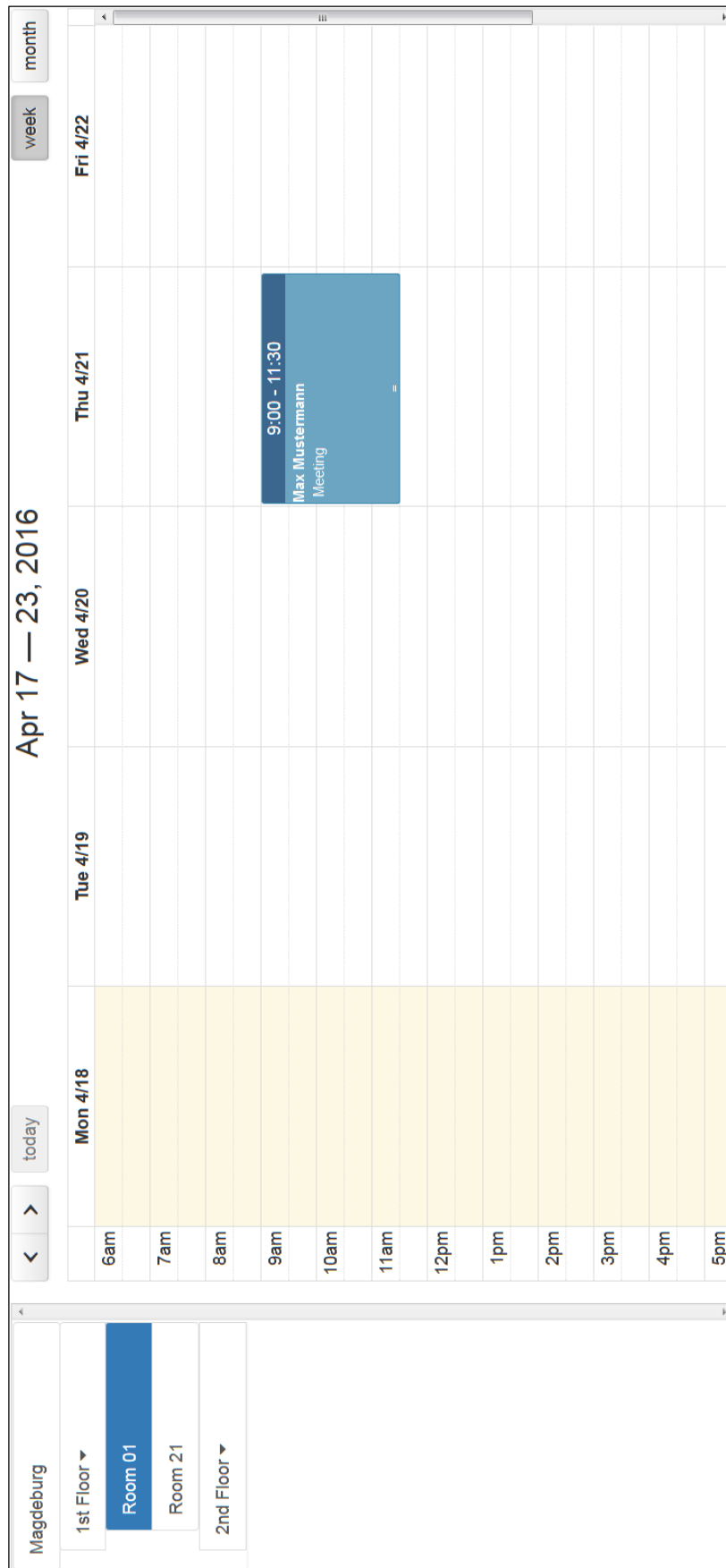
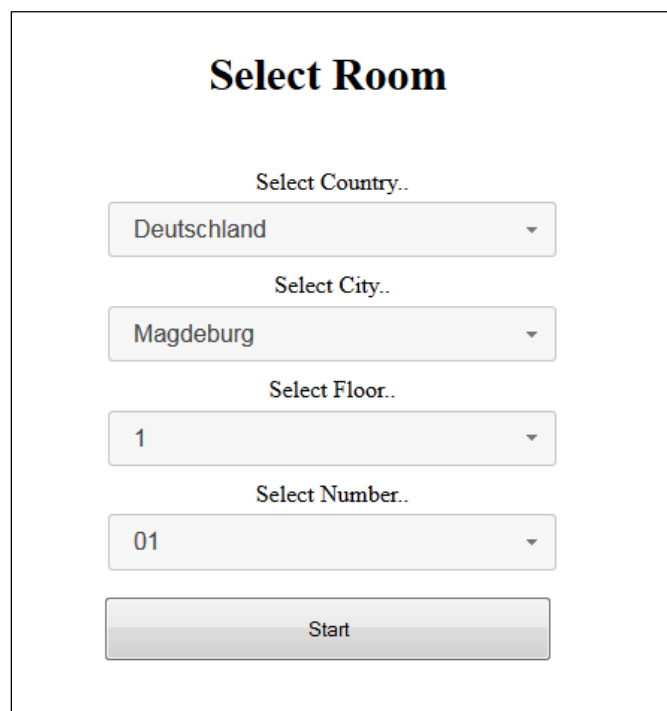


Abbildung 10: Gesamtübersicht Kalender

So besteht jederzeit die Möglichkeit, zwischen den einzelnen Räumen zu wechseln. Welcher Raum gerade angezeigt wird, verdeutlicht die blaue Markierung im Menü auf der linken Seite. Im Kalender sind die Wochentage von Montag bis Freitag zu sehen, der derzeitige Tag wird Dank der leichten Färbung innerhalb des Kalenders ersichtlich.

Zusätzlich dazu wird am oberen Bildschirmrand das Datum der Woche, welche gerade in der Übersicht visualisiert wird, angezeigt. Über einen Button in der oberen rechten Bildschirmcke kann zwischen der Monats- und Wochenansicht gewechselt werden. Die dafür nötigen Funktionen sowie die grafische Oberfläche des Kalenders stellt ein JavaScript Framework namens „Fullcalendar“ bereit [24].

Da das Panel hingegen direkt am jeweiligen Raum hängt und dementsprechend nur den Inhalt dieses einen anzeigen können soll, entfällt dort das linksseitige Menü. Stattdessen wird über eine Auswahlmaske im Vorfeld der entsprechende Raum ausgewählt. Eine spätere Änderung der Raumauswahl ist danach nicht mehr möglich, außer die Anwendung wird neu betreten. So kann verhindert werden, dass das Panel, welches sich vor einem bestimmten Besprechungsraum befindet, die Pläne eines anderen anzeigt. Die Auswahl dafür wird in Abbildung 11 veranschaulicht.



Select Room

Select Country..
Deutschland

Select City..
Magdeburg

Select Floor..
1

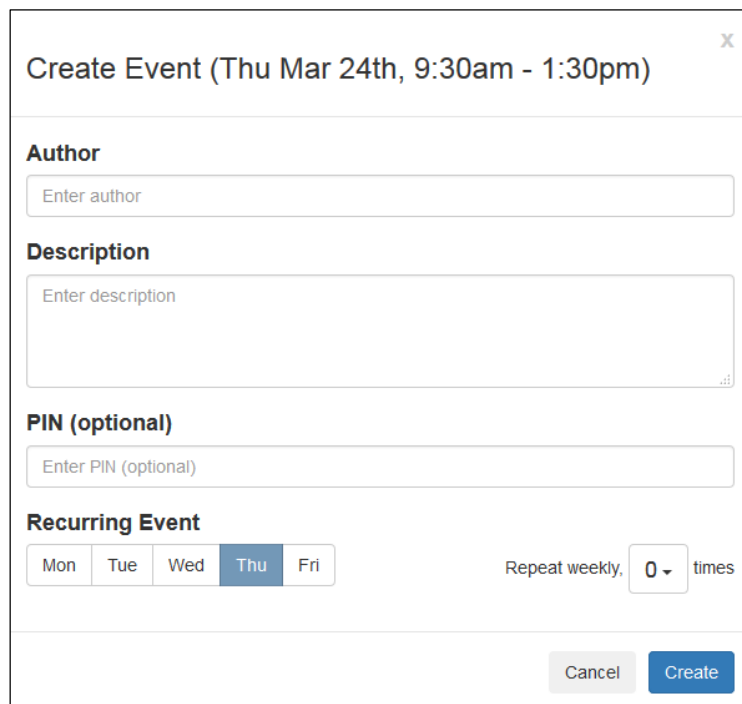
Select Number..
01

Start

Abbildung 11: Raumauswahl am Touchscreen

Nach der Raumauswahl folgt die Darstellung des Plans, der die Reservierungen des entsprechenden Raumes anzeigt. Dieser ähnelt der in Abbildung 9 bereits gezeigten Oberfläche, wie sie im Browser dargestellt wird.

Durch das Anklicken einer der Kacheln kann eine Reservierung getätigt werden. Die Zeit des zu erstellenden Termins lässt sich im Vorfeld auswählen. In der sich nun öffnenden Eingabemaske (Siehe Abb. 12) können weitere Informationen eingetragen werden.



The image shows a 'Create Event' modal window with the following fields and options:

- Title:** Create Event (Thu Mar 24th, 9:30am - 1:30pm)
- Author:** Text input field with placeholder 'Enter author'.
- Description:** Text area with placeholder 'Enter description'.
- PIN (optional):** Text input field with placeholder 'Enter PIN (optional)'.
- Recurring Event:** A row of buttons for days of the week: Mon, Tue, Wed, Thu (selected), Fri. To the right, it says 'Repeat weekly, 0 times' with a dropdown arrow.
- Buttons:** 'Cancel' and 'Create' buttons at the bottom right.

Abbildung 12: Einstellungsmaske bei der Erstellung einer Reservierung

Darunter befinden sich ein Textfeld für die Eingabe des Autors und einer näheren Beschreibung. Zusätzlich besteht die Möglichkeit einer PIN-Vergabe, um den Termin vor möglichen Veränderungen durch andere Mitarbeiter zu schützen. Wird eine PIN vergeben, wird diese bei jeglicher Bearbeitung dieser Reservierung gefordert.

Des Weiteren ist es auch möglich, einen wiederholbaren Termin zu erstellen. Dieser lässt sich dann über mehrere Wochen an bestimmten Tagen wiederholen, sodass die Erstellung wiederkehrender Treffen beschleunigt wird. Noch muss der Benutzer eigenständig überprüfen, ob der Raum bei den mit einbezogenen Terminen frei ist, um Kollisionen zu verhindern. In einer zukünftigen Version soll dies allerdings vom System übernommen werden.

Sind alle entsprechenden Felder ausgefüllt, kann die Reservierung bestätigt werden. Im Kalender wird die soeben erstellte Reservierung nun dargestellt. Sollen zeitliche Veränderungen einer Reservierung vorgenommen werden, ist dies auch noch nach der Erstellung möglich. Über Drag & Drop kann der Benutzer den Termin verschieben und in einem anderen Zeitfenster platzieren. Auch die Start- sowie Endzeit können angepasst werden. Dafür genügt es, den unteren Rand mit dem Cursor zu greifen und in die entsprechende Länge zu ziehen. Mittels eines Klicks auf die erstellte Reservierung lassen sich die Informationen dieser anzeigen, bearbeiten und löschen.

Bis auf die erweiterte Einstellungsmaske sind die Funktionalitäten, die über das Touchscreen am Raum im Vergleich zur browserbasierten Variante ermöglicht, identisch. Alle Operationen, die am Arbeitsplatz mit der Maus erledigt werden, können dort über die Touch-Oberfläche erfolgen. Für die Texteingabe steht eine virtuelle Tastatur zur Verfügung.

6. Evaluation

Um die Effizienz des entwickelten Prototyps zu untersuchen, soll nun eine Evaluation folgen. Diese dient der Untersuchung, ob die Anwendung die einleitend gestellten Hypothesen erfüllt. In den nun folgenden Kapiteln, angefangen mit der Motivation und den Zielen der Evaluation, wird die Vorbereitung beschrieben, gefolgt von der Durchführung sowie einer Diskussion der aufgetretenen Ergebnisse.

6.1. Evaluationsmotivation

Ob ein Produkt, in diesem Fall die entwickelte Anwendung, seinen Anforderungen auch gerecht wird und in der Praxis verwendet werden kann, sollte im Vorfeld eine praxisnahe Evaluation durchgeführt werden. Diese dient der Generierung von Erfahrungen und Informationen, welche gesammelt und im Nachhinein bewertet werden können. Daraus können dann wiederum Entscheidungen getroffen werden, wie das besagte Produkt verbessert werden kann. Ziel dieser Arbeit ist es, anhand einer Nutzerorientierten Evaluation die Effizienz der Anwendung zu testen und zu überprüfen, wie sich dieses Konzept einer digitalen Raumreservierung gegen das herkömmliche System mit analogen Reservierungslisten behaupten kann. Ob es dieses sogar komplett ablösen kann, soll in den folgenden Kapiteln untersucht werden. Dafür wurden Hypothesen aufgestellt, welche die Anwendung erfüllen soll. Die an der Evaluation teilnehmenden Personen gehören gleichzeitig zur Zielgruppe der Anwendung, wodurch diese ihre eigenen Interessen an ein solches System in die Verbesserungsvorschläge innerhalb des Fragebogens mit einbeziehen können. Folglich sind zugleich auch die Tester selber motiviert, eine repräsentative und aussagekräftige Evaluation durchzuführen [Sto02] [Nie93].

6.2. Hypothesen und Ziele

Wichtig für eine Evaluation ist ein klares Ziel, welches erreicht werden soll. In diesem Fall wird besonderer Wert auf die aufgestellten Hypothesen gelegt. Ausgehend von den eingangs formulierten grundlegenden Zielen lassen sich folgende Hypothesen ableiten, die das entwickelte System bestätigen soll:

- (1) Die digitale Lösung ist komfortabler als die bisherigen Reservierungslisten.
- (2) Die digitale Lösung ist effizienter als die bisherigen Reservierungslisten.
- (3) Die Mitarbeiter bevorzugen die digitale Lösung im Vergleich zu den bisherigen Reservierungslisten

Unter Komfort ist in diesem Kontext zu verstehen, dass das entwickelte System ein bequemes Reservieren ermöglicht, um unnötige Anstrengungen zu vermeiden. Von einer Effizienzsteigerung ist die Rede, wenn die Reservierungen angenehmer, schneller und vor allem eher bzw. häufiger durchgeführt werden, als über die analogen Reservierungslisten.

Gleichzeitig sollen auch weitere gewonnene Erkenntnisse notiert und in die Endauswertung mit einbezogen werden. Diese lassen sich für Verbesserungen und mögliche Erweiterungen der Anwendung nutzen.

6.3. Evaluationsvorbereitung

Die Evaluation wurde im Zeitraum zwischen dem 29. Februar 2016 und dem 04. März 2016 durchgeführt. An der Befragung nahmen insgesamt 23 TesterInnen teil. Speziell für diese Evaluation wurden ein Aufgabenzettel sowie ein Fragebogen (siehe Anhang A.1, A.2) in gedruckter Form entworfen, um ein möglichst ausschweifendes und aussagekräftiges Ergebnis über beide Systeme zu erhalten [Nie93] [SB06].

Die Aufgaben wurden so konzipiert, dass das Testen des gesamten Umfangs der Anwendung ermöglicht wird und der Benutzer einen Überblick über die essentiellen Funktionen erhält [Nie93]. Wie in der späteren Anwendung vorgesehen, erfolgten die Tests sowohl auf dem Touchscreen, als auch auf einem Laptop, über dessen Browser die Anwendung aufgerufen wurde. Genau wie der Aufgabenbogen wurde auch der

Fragebogen so aufgebaut, dass die Verwendung des jeweiligen Geräts bei der Beantwortung der Fragen berücksichtigt werden konnte. Alle gerätespezifischen Fragen bezogen sich explizit auf eine der beiden getesteten Varianten. Eine Kennzeichnung, auf welches getestete Gerät sich eine Frage bezieht, ist auf jedem Fragebogen ersichtlich.

Für die Antwortmöglichkeiten jeder Frage, ausgenommen der offenen Fragen, wurde die Likert-Skala verwendet [Ber14]. Diese fünf-stufige Skala ermöglicht es dem Tester, seine subjektive Meinung zu den Fragestellungen, durch das Ankreuzen von vordefinierten Antwortmöglichkeiten, kundzutun. Die Möglichkeit zur Beantwortung einer Frage reicht von der absoluten Zustimmung über eine neutrale Haltung bis hin zur Ablehnung. Die in diesem Fall ungerade Skala zwingt den Tester nicht, sich für eine Seite zu entscheiden, sondern bietet in jedem Fall noch eine neutrale Position. Bei Unsicherheit fällt die Wahl somit leichter, als würde eine klare Meinung erzwungen werden, wodurch wiederum eine Verfälschung des Ergebnisses resultieren könnte. Durch die Menge der Tester kann diese subjektive Meinung wieder relativiert werden. Wie die Skala aufgebaut ist, verdeutlicht die nachfolgende Abbildung 13 [CMM00].

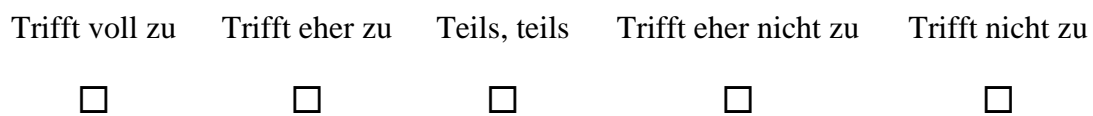


Abbildung 13: Likert-Skala

6.4. Evaluationsdurchführung

Zu Beginn jeder einzelnen Evaluation erhielten die Tester eine grobe Umschreibung der bevorstehenden Aufgaben in mündlicher Form, in der sie über den Ablauf sowie die erwartende Testdauer von etwa 20 Minuten informiert wurden. Zusätzlich erfolgte eine Versicherung darüber, dass sämtliche Daten anonym verarbeitet werden und dass es sich bei den zu testenden Gerätschaften einerseits um die Version mit dem Laptop und andererseits um die Version mit dem Touchscreen handelt. Jeder Tester wurde dazu aufgefordert, beide Varianten in beliebiger Reihenfolge zu testen. Um eine Verfälschung der Testergebnisse zu verhindern, entfiel eine explizite Beschreibung der Anwendung im Vorfeld. Dadurch konnte sichergestellt werden, dass alle Tester mit gleicher Erfahrung starteten und niemand einen unfairen sowie verfälschenden Vorteil hatte.

Gleichbleibende Bedingungen für jeden der Tester sind unabdingbar, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu garantieren [BD03]. Sollten während des Tests Probleme, welche die weitere Bearbeitung der Aufgaben verhinderten, auftreten und das Eingreifen des Testleiters erfordern, konnte diese Schwierigkeit im Anschluss auf dem entsprechenden Fragebogen festgehalten werden.

Der vorher genannte Aufgabenzettel wurde von den Testern im Verlaufe der Evaluation sorgfältig abgearbeitet. Im Anschluss daran wurden die Fragebögen, auf denen die entsprechenden Eindrücke festgehalten werden konnten, ausgehändigt. Schon während des Ausfüllens war die Diskussion über aufgetretene Fragen möglich. Am Ende jeder Evaluierung folgte ein offener Frageteil, bei dem die Tester ihre individuellen Wünsche und Kritiken niederschreiben konnten.

Die gewonnenen Daten der Fragebögen wurden anonymisiert und zusammengezählt. Jede Frage wurde von allen der 23 Tester beantwortet.

6.5. Evaluationsergebnisse

Die nun folgende Auswertung der Evaluation ist übersichtshalber in mehrere Unterkapitel aufgeteilt. Zunächst werden die allgemeinen Fragen, die sich hauptsächlich auf die Aufgabenstellung und das Nutzungsverhalten der bisherigen Raumreservierung beziehen, betrachtet. Im Anschluss erfolgt die Auswertung des in dieser Arbeit entwickelten Raumreservierungssystems, wobei die Geräte Laptop und Touchscreen zunächst separat betrachtet werden. Anschließend werden beide miteinander verglichen. Zuletzt sollen die aufgestellten Hypothesen untersucht werden.

6.5.1. Allgemeine Fragen

Der erste Teil des Fragebogens richtete sich zunächst an die Aufgabenstellung. Dieser sollte ermitteln, ob die Tester während der Bearbeitung der gestellten Aufgaben auf Probleme stießen. Dadurch konnte, wie in Abbildung 14 zu sehen, ein erster Eindruck über die Intuitivität der Anwendung getroffen werden.

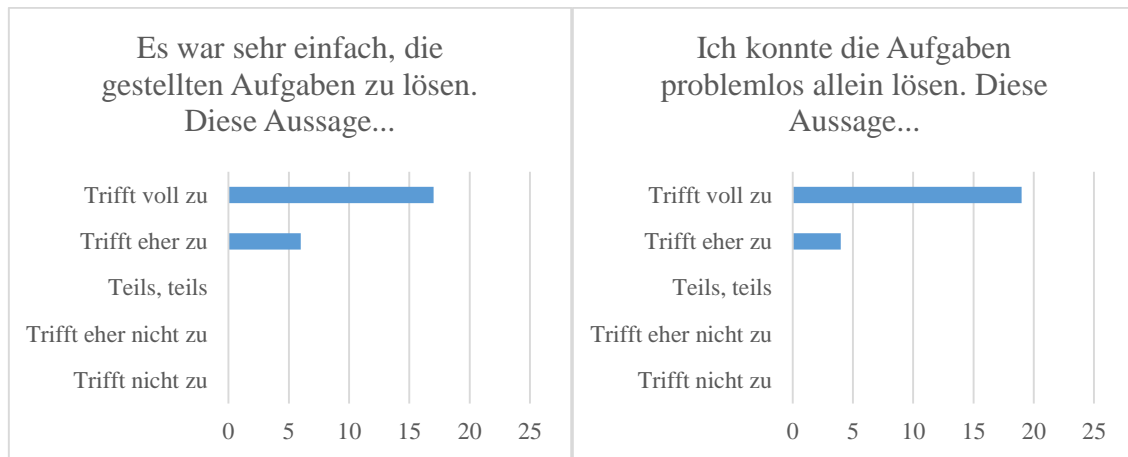


Abbildung 14: Aufgabenbewältigung allgemein

Folglich hatte keiner der Tester auffallende Schwierigkeiten bei der Vollendung der Aufgabenstellung. So teilt sich das Ergebnis nur zwischen „Trifft voll zu“ und „Trifft eher zu“ auf. Jedem war es möglich, die Aufgaben nach kurzer Eingewöhnung abzuschließen. Die wenigen, die sich bei diesen Fragen für das Feld „Trifft eher zu“ entschieden, hatten möglicherweise Probleme bei der Ortung des „Löschen“ Buttons zum Löschen einer Reservierung. Jene kann nur gelöscht werden, in dem sie innerhalb des Kalenders angeklickt wird. Im sich nun öffnenden Informationsfenster befindet sich ein Button für die Bearbeitung. Erst, wenn man diesen drückt wird die Funktion zum Löschen, die ebenfalls durch einen Button aufgeführt werden kann, ersichtlich. Intuitiver wäre eine Platzierung in der darüber gelegenen Ebene, sodass man die Reservierung bereits nach einmaligem Anklicken löschen kann. Hierdurch wird ein zusätzlicher Klick gespart, was zu einer Effizienzsteigerung der Anwendung führt.

Der nächste Abschnitt beschäftigte sich mit dem Nutzungsverhalten der bisherigen Raumreservierung über das Handschriftliche Reservierungssystem und der generellen Verwendung von Besprechungsräumen. Die Frage „Wie oft benötigst du einen freien Raum?“ ist die einzige Frage deren Antwortmöglichkeiten sich von den anderen Fragen differenzieren. Ihr Ergebnis ist in Abbildung 15 zu sehen. Da es sich bei dieser Frage um die Häufigkeit der Raumnutzung handelt, war es nicht möglich, die Likert-Skala zu verwenden.

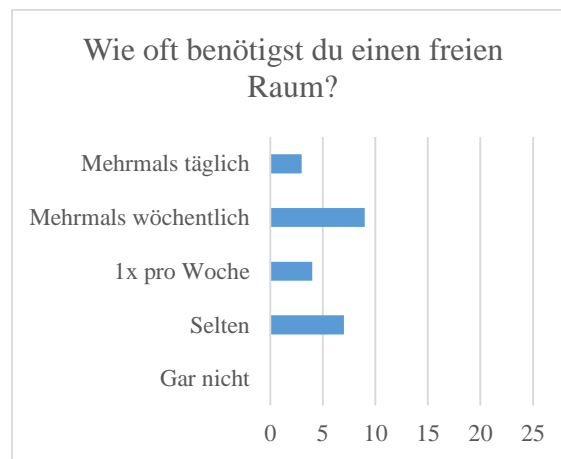


Abbildung 15: Häufigkeit der Raumnutzung

Bei den Testern handelte es sich um Mitarbeiter aus unterschiedlichen Projekten und Zuständigkeitsbereichen. Deshalb fiel das Ergebnis dieser Frage sehr unterschiedlich aus. Die Mehrzahl dieser benötigt mit 69% allerdings mindestens einmal pro Woche einen freien Raum, 13% der Befragten sogar mehrmals täglich.

Interessant ist das Antwortbild auf die Fragen, ob die Tester denn jedes Mal im Vorfeld eine Reservierung über das verwendete Handschriftliche Reservierungssystem tätigen und sie einen Raum eher reservieren würden, könnten sie dies von ihrem Arbeitsplatz aus tun. Abbildung 16 zeigt die Ergebnisse der beiden Aussagen.

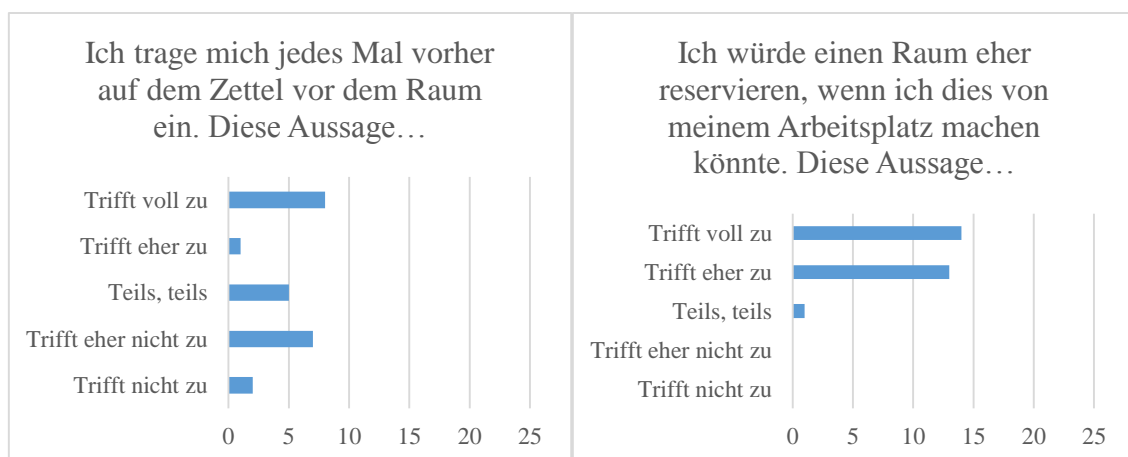


Abbildung 16: Reservierungsverhalten

Es wird deutlich, dass die Mehrheit der Tester nur sehr sporadisch einen Raum im Vorfeld reserviert. Nur 35% bestätigen, dass sie sich definitiv im Vorfeld auf der zuständigen Liste eintragen, bevor sie einen Raum nutzen. Für 4% trifft dies „eher“ zu, 22% konnten

keine explizite Aussage treffen. Die restlichen 39% der Befragten tätigen keine Reservierungen im Vorfeld. Ob dies dem analogen Reservierungssystem geschuldet oder von anderen Faktoren abhängig ist, wird leider nicht ersichtlich.

Allerdings verspricht die nächste Frage eine Tendenz, die eher gegen die besagten Reservierungslisten spricht. Bis auf 4% waren sich alle befragten Tester einig, dass eine Reservierung vom Arbeitsplatz eher getätigt werden würde. Dies ist eine sehr eindeutige Aussage und bekräftigt alle aufgestellten Hypothesen gleichermaßen.

Alle weiteren Fragen beziehen sich speziell auf die verwendeten Geräte und wurden zu Gunsten der Übersicht auf einzelne Kapitel aufgeteilt.

6.5.2. Umsetzung Touchscreen

Dieser Teil bezieht sich speziell auf die Fragen und deren Auswertung zur Bedienung der Anwendung über das Touchscreens. Ob die Hardware für den gedachten Einsatz ausreichend ist und die Tester alle Aufgaben mit dieser bewerkstelligen konnten, soll dieser Abschnitt aufzeigen.

Da die Größe eines Displays entscheidend darüber ist, wieviel Inhalt dieses gleichzeitig darstellen und dennoch lesbar anzeigen kann, wurden die Tester zunächst nach ihrer Meinung hinsichtlich der Darstellung befragt. Sollte in Zukunft das ganze Unternehmen mit derselben Art von Touchscreens ausgestattet sein, ist es wichtig, dass diese für ihren Verwendungszweck auch die nötigen Eigenschaften besitzen.

Der Aussage, der angezeigte Inhalt auf dem Bildschirm sei sehr gut lesbar, wurde von allen Testern zugestimmt. Wie in Abbildung 17 zu sehen ist, stimmten dabei etwa 87% aller Befragten mit einem „Trifft voll zu“ ab, die 13% der restlichen Stimmen erlangte „Trifft eher zu“. Bei der Größe des Bildschirms gab es allerdings ein etwas schlechteres Ergebnis. Hier waren nur etwa 79% der Tester der Meinung, es wäre absolut ausreichend. Während zwei nur ein „Trifft eher zu“ wählten, erlangte „Teils, teils“ sogar vier Stimmen.

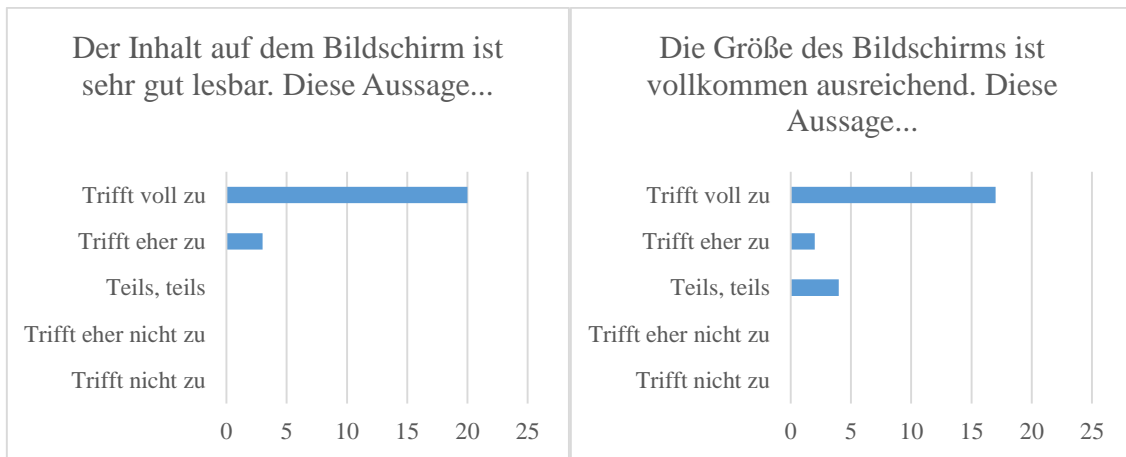


Abbildung 17: Bildschirmbewertung Touchscreen

Das Display scheint mit einer Größe von sieben Zoll in einem Bereich zu liegen, der für die gewünschten Zwecke ausreichend ist und für die Mehrheit der Tester geeignet erscheint. Ein noch größeres Display wäre zwar benutzerfreundlicher, würde allerdings für höhere Kosten sowie zu einem gesteigerten Energieverbrauch führen.

Unabhängig von der Größe des Bildschirms bezogen sich andere Fragen (siehe Abbildung 18) darauf, wie leicht es den Testern fiel, die gestellten Aufgaben über das Touchscreen zu lösen. Dabei lag das Hauptaugenmerk in erster Linie auf der Intuitivität und der Bedienung der Anwendung.

Bei der Aussage, die Bedienung zur Raumreservierung falle leicht, entschieden sich 14 Tester für die absolute Zustimmung. Für vier der Befragten traf die Behauptung „eher“ zu, fünf konnten sogar nur ein „Teils, teils“ wählen. Folglich wurde auch die Intuitivität nicht durchgängig positiv bewertet. Nur 13 der Tester waren der Meinung, die Applikation sei durchweg intuitiv und stimmten somit „voll zu“. Die anderen Stimmen verteilen sich auf „Trifft eher zu“ und „Teils, teils“. Ein Tester war sogar so unzufrieden, dass er sich für „Trifft eher nicht zu“ entschied.

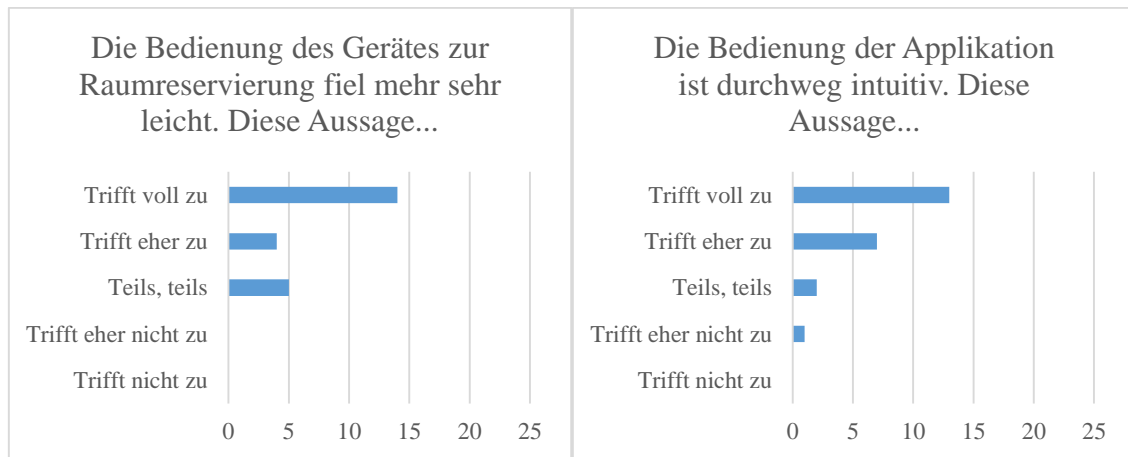


Abbildung 18: Bedienung und Intuitivität Touchscreen

Ein Grund für die teilweise schlechten Ergebnisse ist möglicherweise das Fehlen eines visuellen Feedbacks zur Einleitung der Erstellung einer Reservierung. Einigen Testern war es nicht ersichtlich, wie sie dieses Ereignis auslösen sollten.

Um eine Reservierung zu verlängern bzw. zu verkürzen ist es nötig, den Termin mit dem Finger am unteren Ende zu „greifen“ und in die Länge zu ziehen. Für manche Tester war dieser Bereich allerdings zu klein und wurde teilweise erst nach mehreren Versuchen getroffen.

Dazu kam die etwas träge Hardware des Raspberry Pis, die kurze aber bemerkbare Verzögerungen bei der Eingabe mit sich bringt. So kam es häufig zu unerwünschten Aktionen. Wurde dieses Wissen jedoch berücksichtigt, konnte die Anwendung fehlerfrei bedient werden. Um eine bessere Performance der Anwendung zu gewährleisten, müsste dazu auf bessere Hardware ausgewichen werden.

Am Ende des Abschnitts bezüglich des Touchscreens wurde gefragt, ob sich der Tester eine zukünftige Verwendung dieser Lösung vorstellen kann. Zusätzlich dazu zielte eine Aussage darauf ab, dass das digitale System das analoge ablösen sollte.

Trotz den teilweise aufgetretenen Schwierigkeiten in der Benutzung wurde beiden Aussagen vom Großteil der Tester positiv zugestimmt. 70% der Befragten stimmten für „Trifft voll zu“ und würden diese Möglichkeit zur Raumreservierung in Zukunft definitiv wiederverwenden, fünf weitere entschieden sich für „Trifft eher zu“. Allerdings waren sich auch zwei Befragte in ihrer Entscheidung unsicher und wählten „Teils, teils“.

Ob diese Möglichkeit der Raumreservierung jedoch der bisherigen Reservierungsliste vorzuziehen sei, erhielt sogar 18 Stimmen bei „Trifft voll zu“. Während sich die restlichen Stimmen ebenfalls wieder auf „Trifft eher zu“ und „Teils, teils“ verteilten, gab es einen

Tester, der dieser Aussage „eher nicht“ zustimmte. Abbildung 19 verdeutlicht die genannten Ergebnisse.

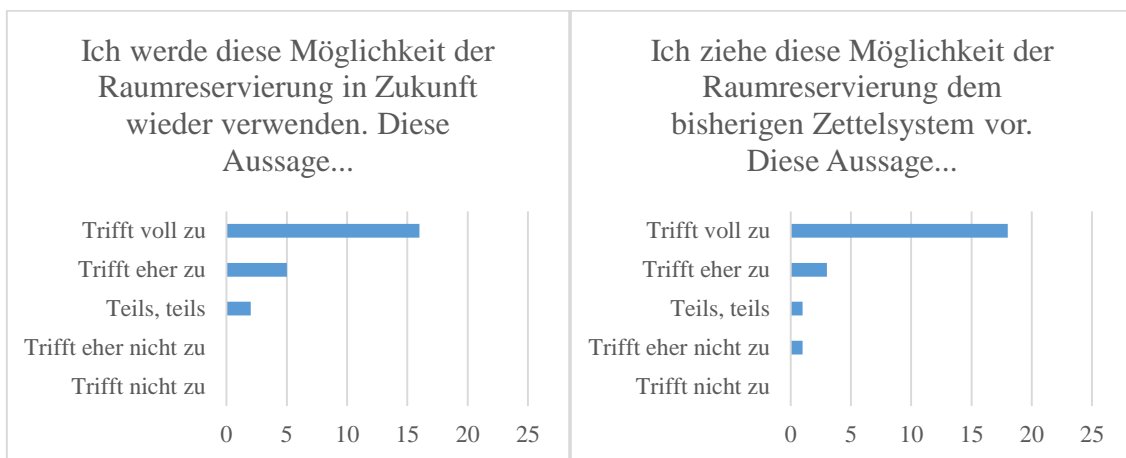


Abbildung 19: Wiederverwendungswert Touchscreen

Den wenigen, von der Lösung über das Touchscreen nicht vollständig überzeugten Testern, erschloss sich möglicherweise nicht der Mehrwert, den das Touchscreen gegenüber den analogen Reservierungslisten mit sich bringt. In der Tat entfaltet sich die Effizienz erst dann, wenn es in Verbindung mit dem Laptop verwendet wird. Wie die Tester auf die Aussagen bezüglich des Laptops reagierten, wird im folgenden Kapitel beschrieben.

6.5.3. Umsetzung Laptop

Da sich die Anwendung neben dem Touchscreen am Raum auch vom Laptop aus bedienen lässt, wurde auch dieser Eindruck evaluiert. Die gestellten Fragen zur Verwendung über den Laptop ähneln zwar denen des Touchscreens, unterscheiden sich allerdings hinsichtlich ihrer Ergebnisse. Zum einen bietet die angeschlossene Computermaus eine präzisere und gewohntere Steuerung, zum anderen entfallen die kurzen aber dennoch spürbaren Eingabeverzögerungen, die der Hardware des Raspberry Pi geschuldet sind.

So ergibt sich für die Aussagen, die die Bedienung der Applikation thematisieren, ein sehr positives Bild. Wie in Abbildung 20 zu sehen ist, gefiel allen 23 Testern die Bedienung am Laptop, 21 von ihnen stimmten bei dieser Aussage sogar für „Trifft voll zu“. Speziell die Aussage zur Erstellung einer Reservierung erhielt eine noch bessere

Bewertung. Von den 23 Testern kreuzte nur ein einziger das Feld „Trifft eher zu“ an, alle anderen entschieden sich für eine „volle“ Zustimmung.

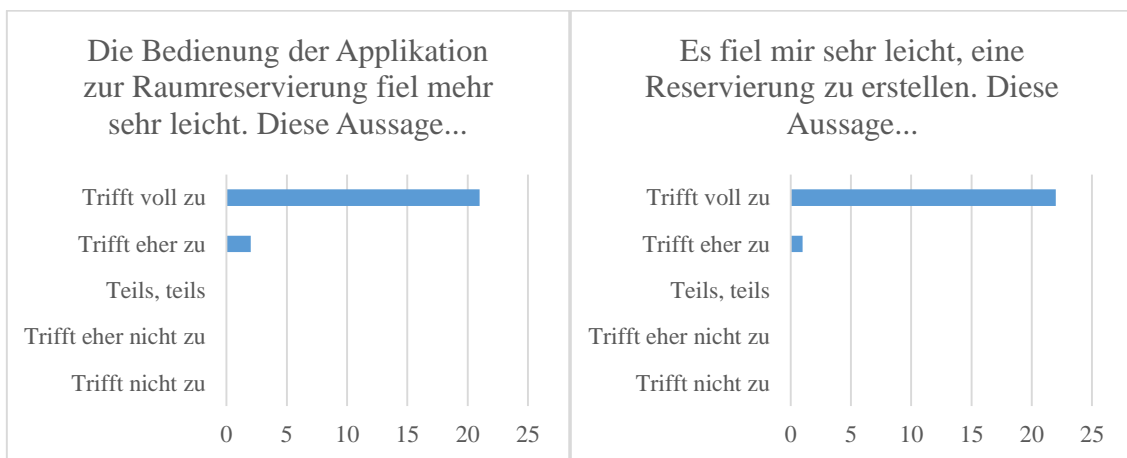


Abbildung 20: Bedienung Laptop

Wie bereits anfänglich erwähnt, ist dieses Antwortbild möglicherweise auf die präzisere Steuerung über die Computermouse und der gewohnteren Handlungsumgebung zurückzuführen.

Die positiven Ergebnisse der Aussagen über die Bedienung der Anwendung spiegeln sich folglich auch in der Intuitivität wieder. Diese Aussage fiel ebenfalls äußerst positiv aus und erzielte ein deutlich besseres Ergebnis als am Touchscreen. „Trifft eher zu“ ist hierbei mit sechs Stimmen die negativste Bewertung, die restlichen 17 Tester stimmten für „Trifft voll zu“. Die Auswertung dazu ist in Abbildung 21 noch einmal bildhaft dargestellt.

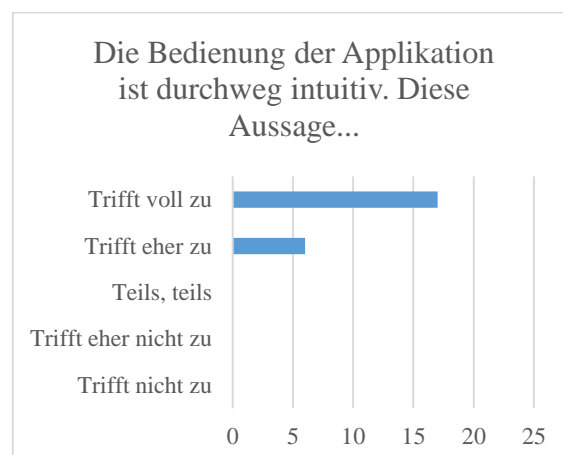


Abbildung 21: Intuitivität Laptop

Kleine visuelle Hilfsmittel, die dem Benutzer die Bedienung erleichtern und beispielsweise aufzeigen, dass sich die einzelnen bereits erstellten Reservierungen zeitlich bearbeiten lassen, erhöhen die Intuitivität der Browseranwendung. Wird beispielsweise der Cursor der Maus an das untere Ende einer bereits erstellten Reservierung bewegt, ändert sich das Symbol vom typischen Mauszeiger in einen Pfeil, wodurch die Möglichkeit, eine Änderung vorzunehmen, visualisiert wird.

Auch der letzte Teil der Auswertung bezüglich des Laptops (siehe Abbildung 22) lieferte ein erstaunliches Ergebnis. Nun ging es darum, in die Ferne zu blicken. Es sollte, wie auch zuvor beim Touchscreen, über eine mögliche Wiederverwendung dieser Lösung entschieden werden.

Keiner der 23 Tester war sich unsicher oder gar gegen eine Wiederverwendung. Die Stimmen teilten sich allein auf die beiden positiven Möglichkeiten auf, wobei 17 Tester „voll zu“ stimmten.

Außerdem waren sich insgesamt 91% der Befragten einig, die Anwendung über den Laptop sollte das bisherige Reservierungssystem ablösen und stimmten für „Trifft voll zu“. Die übrigen zwei Tester wählten immerhin das ebenfalls positiv gestimmte „Trifft eher zu“.

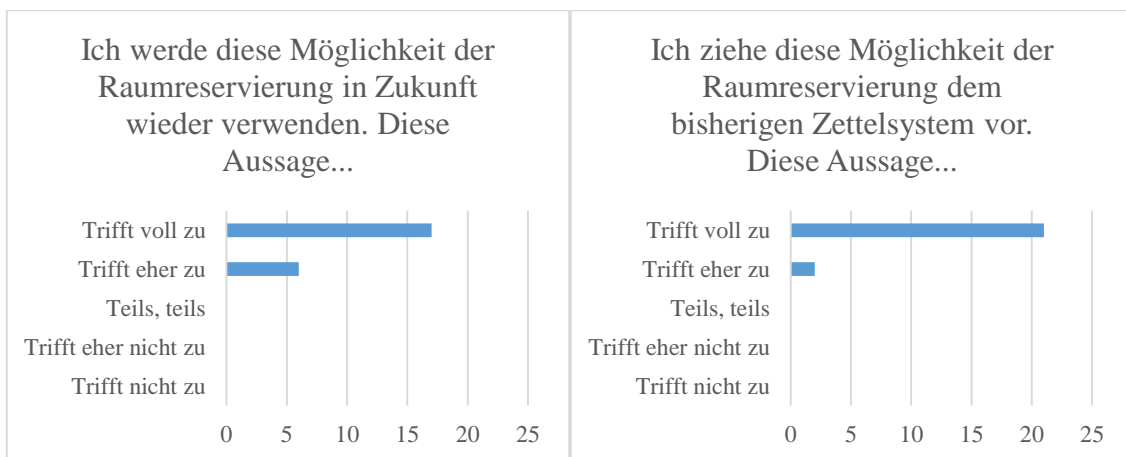


Abbildung 22: Wiederverwendung Laptop

Wieso die beiden Lösungen von den Testern unterschiedlich bewertet wurden, soll im nächsten Abschnitt ermittelt werden.

6.5.4. Vergleich beider Lösungen

Nun soll ein Vergleich folgen, um noch einmal auf die Unterschiede und Gemeinsamkeiten der beiden ausgewerteten Lösungen einzugehen. Dabei sollen außerdem die unterschiedlich ausgefallenen Bewertungen diskutiert werden.

Bei der Verwendung eines TFT-Displays, das zur Visualisierung einer Anwendung dient und die Steuerung über eine Touch-Oberfläche ermöglicht, kann die Größe jenes Displays ein kritisches Hindernis darstellen. Ein zu kleines Display erschwert zum einen die Treffgenauigkeit der Finger Des Nutzers, zum anderen kann weniger Inhalt gleichzeitig dargestellt werden. Zu große Displays senken wiederum die Effizienz, was den Energieverbrauch im Verhältnis zum Mehrwert betrifft. Auf Grund dessen wurden im Gegensatz zur Browservariante am Laptop zunächst die Größe und die Lesbarkeit des Inhalts auf dem Touchscreen erfragt. Das Ergebnis war bis auf wenige Ausnahmen größtenteils positiv, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass dieses Display mit einer Größe von sieben Zoll für die Darstellung und Bedienung der Anwendung hinreichend ist.

Ein Vergleich der Auswertung in Bezug auf Bedienbarkeit und Intuitivität der beiden Lösungen verdeutlicht, dass der Laptop unter den Testern eindeutig favorisiert wird. Bei jeder Frage, die für beide Lösungen identisch war, erzielte der Laptop ein besseres Ergebnis. Sei es die Intuitivität oder die Bereitschaft der Tester, das jeweilige System in Zukunft wieder zu verwenden, eine Tendenz ist zu erkennen.

Hinsichtlich der Bedienbarkeit und Intuitivität sei zu sagen, dass der Laptop eine präzisere Möglichkeit der Steuerung besitzt und es daher einfacher ist, die gewünschten Bedienelemente zu treffen. Die Steuerung über das Touchscreen ist ein wenig schwieriger und erfordert eine kurze Eingewöhnung, um sich mit diesem vertraut zu machen. Wird diese erste Phase aber erst einmal überwunden, stellt die Bedienung der Anwendung auch keine Herausforderung mehr dar.

In der Bereitschaft der Wiederverwendung ist ein ähnliches Ergebnis zu erkennen. Auch hier bewerteten die Tester insgesamt den Laptop deutlich besser. Da ein weiteres elektronisches Gerät pro Besprechungsraum zusätzlichen Strom verbraucht und die Anwendung ohne die Kombination mit der Benutzung vom Laptop wenige Vorteile im Gegensatz zur analogen Variante mit sich bringt, waren einige Tester nicht vollständig

von dieser Lösung überzeugt. Die digitale Lösung soll schließlich eben diese bequeme Möglichkeit der Raumreservierung vom Arbeitsplatz ermöglichen, welche ein Aufstehen und Ablaufen der Besprechungsräume obsolet macht. Das Display an den jeweiligen Räumen sollte eher als unterstützendes Werkzeug dienen, um beispielsweise eine spontane Reservierung vorzunehmen. Außerdem liefert es einen Überblick der Reservierungen für diejenigen, die innerhalb des Unternehmens an dem jeweiligen Raum entlanglaufen.

Abschließend sollen nun die zu Beginn aufgestellten Hypothesen diskutiert werden.

6.6. Diskussion der aufgestellten Hypothesen

Bevor die Evaluation überhaupt durchgeführt werden konnte, mussten Hypothesen, um Ziele für die Anwendung zu definieren, aufgestellt werden. Jene Ziele entscheiden gleichzeitig auch über das Ergebnis dieser Arbeit und den Nutzen der hierbei entstandenen Anwendung. Dafür sollen die drei aufgestellten Hypothesen noch einmal genauer betrachtet werden.

Hypothese 1: Die digitale Lösung ist komfortabler als die bisherigen Reservierungslisten.

Komfortabel bedeutet, dass Anstrengungen entfallen und Ziele mittels geringerem Aufwand erreicht werden. Im Falle eines Reservierungssystems bedeutet das, dass der Prozess der Reservierung vereinfacht und beschleunigt werden soll. Dies ist Dank der digitalen Vernetzung aller Besprechungsräume möglich. Über den Browser kann dazu zu jeder Zeit überprüft werden, welche Räume für ein Treffen verfügbar sind, ohne diese im Vorhinein aufzusuchen. Im Abschnitt 6.5.1 ging es um die Auswertung der allgemeinen Fragen, die den Testern im Anschluss an die Bearbeitung der Aufgaben gestellt wurden. Unter anderem wurde gefragt, ob sie sich vor jedem Treffen innerhalb eines Besprechungsraums im Vorfeld auf der dafür zuständigen Liste eintragen um jenen Raum für sich zu reservieren. Lediglich 39% der Befragten gaben an, sie würden dies bei jedem Treffen einhalten. Es wird nicht ersichtlich, weshalb die übrigen 61% sich für ihre Antwort entschieden, allerdings bedarf dieses Ergebnis einer Verbesserung. In der darauffolgenden Frage sollte festgestellt werden, ob die Tester mittels einer digitalen Lösung häufiger Reservierungen tätigen würden. Tatsächlich stimmten 96% dieser Aussage zu. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass diese Aussage der Bequemlichkeit der

Mitarbeiter geschuldet sein kann, also dem Verweigern des Ablaufens möglicher zu reservierender Räumlichkeiten. Ein weiterer Grund könnte die begrenzte Arbeitszeit sein, welche für wichtigere Dinge, als eine Raumreservierung, genutzt werden soll. Beide Fälle sprechen für eine komfortablere Lösung und untermauern somit diese Hypothese.

Hypothese 2: Die digitale Lösung ist effizienter als die bisherigen Reservierungslisten.

Das zuvor erwähnte Ergebnis von 96% Zustimmung auf die Frage, ob ein digitales System zu einer erhöhten Reservierungsbereitschaft führe, kann auch als Bestätigung der Hypothese 2 angesehen werden. Dabei ist der Blickwinkel ein anderer, er richtet sich hier auf die Arbeitszeit, die es bedürfte, um einen Raum vor Ort zu reservieren. Wenn das digitale System außerdem dazu führt, dass es häufiger benutzt wird, als das analoge, kann durchaus von einer Effizienzsteigerung gesprochen werden. Auch die bereits untersuchten Fragen, ob die Tester die Aufgaben problemlos und ohne die Hilfe des Testleiters lösen konnten, sprechen für die Effizienz der Anwendung. Zusätzlich werden dank des digitalen Systems, insbesondere durch die Verwendung des Laptops, Arbeitszeit und Laufwege der Mitarbeiter eingespart. Grund dafür ist erneut, dass die Reservierungen jeglicher Räume, Dank der digitalen Vernetzung, bequem vom Arbeitsplatz eingesehen werden können. Dadurch entfällt die Notwendigkeit, die einzelnen Besprechungsräume aufzusuchen und erst dort eine Information über eine mögliche Belegung zu erfahren. Die gesparte Arbeitszeit steigt dabei mit der Größe des Unternehmens und der Anzahl der verfügbaren Besprechungsräume sowie der Meeting-Teilnehmer.

Hypothese 3: Die Mitarbeiter bevorzugen die digitale Lösung im Vergleich den bisherigen Reservierungslisten.

Um diese Hypothese zu bestätigen, können die Ergebnisse auf die Fragen in Betracht gezogen werden, die jeder Tester im Verlaufe der Befragung für die beiden getesteten Systeme beantworten sollte. Es wurde direkt gefragt, ob das jeweilige System den analogen Reservierungslisten vorgezogen werden würde. In beiden Fällen fiel das Ergebnis auffällig positiv aus. Bis auf einen Tester, der das Touchscreen den bisherigen Reservierungsplänen „eher nicht“ vorzieht, waren sich alle Tester einig, dass das analoge System ersetzt werden sollte. Auch die Fragen, ob die Tester jene Systeme auch in Zukunft wiederverwenden würden, erhielten überwiegend zustimmende Rezensionen.

Werden die eben genannten Ergebnisse gemeinsam betrachtet, bekräftigt sich die Annahme, die Mitarbeiter würden die digitale Lösung bevorzugen.

Abschließend lässt sich schlussfolgern, dass die Evaluation alle Hypothesen bestätigen konnte. Der entwickelte Prototyp erzielte größtenteils positive Ergebnisse und konnte zur Erfüllung der zu Beginn gestellten Ziele beitragen. Im nun folgenden und letzten Kapitel erfolgt eine Zusammenfassung der gesamten Arbeit sowie ein Ausblick auf mögliche Verbesserungen sowie Erweiterungen dieses Systems.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Ziel dieser Arbeit war es, die Effizienz und den Komfort eines digitalen Raumreservierungssystems innerhalb eines IT-Unternehmens – auf dem Weg hin zum Smart Office -zu testen. Dafür entstand eine Umsetzung in Form eines Prototyps, der innerhalb der Arbeit näher betrachtet und praxisnah evaluiert wurde.

Zunächst wurden im Kapitel 2 die Begriffe und Grundlagen erläutert, um dem Leser ein Hintergrundwissen zu verschaffen und ihn an die Thematik heranzuführen. Andere kommerzielle Produkte, die bereits auf dem Markt der digitalen Reservierungssysteme angeboten werden, wurden in Kapitel 3 vorgestellt und letztlich in Abschnitt 3.4 verglichen.

Nach der in Kapitel 4 erfolgten Anforderungsanalyse wurde in Kapitel 5 die eigene Raumreservierungslösung präsentiert. Es wurde erklärt, aus welchen Komponenten sich das System zusammensetzt und wie diese miteinander kommunizieren. Außerdem wurde erläutert, wie die Reservierungen untereinander synchronisiert werden und wie die Oberfläche der Anwendung aufgebaut ist.

Der Großteil der Arbeit beschäftigte sich dann mit der durchgeführten Evaluation, an der 23 Tester teilnahmen. Jene Evaluation sollte erschließen, ob die Anwendung die in Abschnitt 6.2 aufgestellten Hypothesen erfüllt. Diese besagen, das entwickelte digitale Reservierungssystem sei effizienter und würde von den Testern gegenüber dem analogen System bevorzugt werden. Dafür wurden zunächst die Motivation und der Ablauf der Evaluation beschrieben. Im Anschluss daran folgte die Auswertung der aufgetretenen Ergebnisse, begonnen in Abschnitt 6.5. Um die Übersichtlichkeit der Arbeit zu erhöhen und die Ergebnisse besser differenzieren zu können, wurde jene Auswertung auf die jeweiligen Abschnitte 6.5.1 bis 6.5.4 aufgeteilt. Zum Schluss folgte eine Untersuchung der aufgestellten Hypothesen. Diese zeigte, dass alle Hypothesen bewiesen werden konnten und somit der entwickelte Prototyp eine Verbesserung im Gegensatz zum analogen Reservierungssystem darstellt.

Zukünftige Verbesserungsvorschläge konnten innerhalb der Evaluation, wie in Anhang A.2 zu sehen, geäußert werden. Den Testern wurde explizit dafür ein Antwortfeld zur Verfügung gestellt. Die Aussagen der Tester sollen dazu dienen, das System noch weiter zu verbessern und um Funktionen zu erweitern, welche die Benutzung und die daraus resultierende Effizienz noch weiter erhöhen sollen. Bereits in Abschnitt 6.5.1 wurde

erwähnt, dass der Button, um eine Reservierung zu löschen, zu viele Interaktionsschritte des Benutzers erfordert. Die Positionierung dieses Buttons in der darüber liegenden Ebene war die am häufigsten gewünschte Verbesserung. Ein weiterer, oft genannter Wunsch, war die Möglichkeit, sich vom System einen freien Raum, nur an Hand der geforderten Zeitspanne, vorschlagen zu lassen. Dies würde die Suche nach einem Besprechungsraum um ein Vielfaches beschleunigen, da die einzelnen Räume nicht vom Benutzer angeklickt und überprüft werden müssten. Eine Übersicht der freien Räume, von denen dann ein beliebiger gewählt werden kann, wäre die Folge. Zusätzlich dazu könnte dann noch eine interaktive Karte des Unternehmens, die dem Benutzer die Position des gewählten Raums aufzeigt, integriert werden. Gleichzeitig könnte diese Karte auch Informationen, wie beispielsweise welche anderen Besprechungsräume gerade zur Verfügung stehen bzw. wann diese wieder verfügbar wären, aufzeigen.

Sowohl Effizienz als auch Komfort des entwickelten Systems lassen sich auf Grund seiner Erweiterbarkeit und der vorgesehenen Schnittstellen in vielfältiger Weise sogar noch erhöhen. Denkbar ist es beispielsweise, einen Raum entsprechend des Belegungsplans hinsichtlich Belüftung und Raumtemperatur entsprechend vorzubereiten und während der Belegung zu regeln. Hier können auch die vorgesehene Teilnehmerzahl oder sogar äußere Einflüsse, wie Außentemperatur und Sonneneinstrahlung Berücksichtigung finden. Denkbar ist es ebenso, dass die Teilnehmer eines Meetings automatisch eingeladen oder benachrichtigt werden, wenn hierfür entsprechende Teilnehmerkreise eingerichtet werden. Auch der Einsatz von für ein Meeting notwendiger Hard- und Software kann im Vorfeld entsprechend des Belegungsplans und der definierten Anforderungen geplant werden. Gleiches gilt in punkto Verpflegung. Entsprechend der Anzahl der Meetingteilnehmer und der Meetingdauer, können mit der Reservierung bereits notwendige Bestellungen ausgelöst werden. Beleuchtungs-, Farb- und andere Raumplanungskonzepte könnten entsprechend dem jeweils geplanten Inhalt des Meetings eingesetzt werden. Eine Vernetzung verschiedener Meetingstandorte kann darüber hinaus dazu führen, dass zeit- und ressourcensparend Informationen ausgetauscht werden können, wenn alle Teilnehmer zeitgleich Zugriff auf alle relevanten Informationen erhalten, diese bearbeiten und diskutieren können.

Am Ende soll es möglich sein, nur durch einen einzigen simplen Tastendruck, eine Vielzahl komplexer Systeme in Bewegung zu setzen - im Smart Office der Zukunft.

A. Anhang

A.1 Evaluation Aufgabenstellung

Aufgaben

Am Touchscreen

- 1. Reserviere den Raum für Donnerstag dieser Woche von 9 - 11 Uhr!**
- 2. Verlängere die Reservierung um eine Stunde!**
- 3. Verschiebe die Reservierung auf Montag dieser Woche von 8 – 11 Uhr!**
- 4. Lösche die Reservierung!**

Am Laptop

- 1. Reserviere den Raum für Mittwoch dieser Woche von 14 – 16 Uhr!**
- 2. Verlängere die Reservierung um eine Stunde!**
- 3. Verschiebe die Reservierung auf Dienstag dieser Woche von 9 – 12 Uhr!**
- 4. Lösche die Reservierung!**

A.2 Evaluation Fragebögen

Fragen

Zur Aufgabenstellung

1. Es war sehr einfach, die gestellten Aufgaben zu lösen. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

2. Ich konnte die Aufgaben problemlos allein lösen. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

Allgemeines

1. Wie oft benötigst du einen freien Raum?

Mehrmals täglich Mehrmals wöchentlich 1x pro Woche Selten Gar nicht

2. Ich trage mich jedes Mal vorher auf dem Zettel vor dem Raum ein. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

3. Ich würde einen Raum eher reservieren, wenn ich dies von meinem Arbeitsplatz machen könnte. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

Geräteigenschaften – Touchscreen

1. Der Inhalt auf dem Bildschirm ist sehr gut lesbar. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

2. Die Größe des Bildschirms ist vollkommen ausreichend. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

3. Die Oberfläche ist optisch sehr ansprechend. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

4. Die Bedienung des Gerätes zur Raumreservierung fiel mehr sehr leicht. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

5. Ich werde diese Möglichkeit der Raumreservierung in Zukunft wiederverwenden. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

6. Ich ziehe diese Möglichkeit der Raumreservierung dem bisherigen Zettelsystem vor. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

Geräteeigenschaften – Laptop

1. Der Inhalt auf dem Gerät ist sehr gut lesbar. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

2. Die Oberfläche ist optisch sehr ansprechend. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

3. Die Bedienung der Applikation zur Raumreservierung fiel mehr sehr leicht. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

4. Ich werde diese Möglichkeit der Raumreservierung in Zukunft wiederverwenden. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

5. Ich ziehe diese Möglichkeit der Raumreservierung dem bisherigen Zettelsystem vor. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

Konsistenz und Effizienz - Touchscreen

1. Die Bedienung der Applikation ist durchweg konsistent. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

2. Die Bedienung der Applikation ist durchweg intuitiv. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

3. Der Aufbau der Applikation ist sehr übersichtlich. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

4. Die Texteingabe über die virtuelle Tastatur funktioniert sehr gut. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

5. Tippfehler sind sehr leicht zu korrigieren. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

6. Es fiel mir sehr leicht, eine Reservierung zu erstellen. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

Konsistenz und Effizienz - Laptop

1. Die Bedienung der Applikation ist durchweg konsistent. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

2. Die Bedienung der Applikation ist durchweg intuitiv. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

3. Der Aufbau der Applikation ist sehr übersichtlich. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

4. Es fiel mir sehr leicht, eine Reservierung zu erstellen. Diese Aussage...

Trifft voll zu Trifft eher zu Teils, teils Trifft eher nicht zu Trifft nicht zu

Offene Fragen

1. Was hat dir am meisten gefallen? Begründe deine Aussage.

2. Was sollte deiner Meinung nach verbessert werden? Begründe deine Aussage.

3. Welche Lösung hat dir am besten gefallen? Begründe deine Aussage.

Literaturverzeichnis

- [AAA16] Aguado, Daniel; Andersen, Thomas; Avetisyan, Aram; Budnik, Jeff; Criveti, Mihai; Doroiman, Adrian; Hoppe, Andrew; Menegaz, Gerardo; Morales, Alejandro; Moti, Adrian; Salazar, Marie Joy; Szumczyk, Sebastian: A Practical Approach to Cloud IaaS with IBM Softlayer: Presentations Guide. Redbooks, 2016
- [AAB11] Aztiria, Asier; Augusto, Juan Carlos; Basagoiti, Rosa; Izaguirre, Alberto; Cook, Diane J.: Discovering frequent user-environment interactions in intelligent environments. Springer-Verlag, 2011
- [Abo15] Abolhassan, Ferri: Was treibt die Digitalisierung? - Warum an der Cloud kein Weg vorbeiführt. Springer-Verlag, 2015
- [ACA13] Aftab, Muhammad; Chau, Sid Chi-Kin; Armstrong, Peter: Smart air-conditioning control by wireless sensors: an online optimization approach. In: e-Energy '13 – Proceedings of the fourth international conference on Future energy systems, 2013
- [AH15] Andelfinger, Volker P.; Hänisch, Till: Internet der Dinge. Springer-Verlag, 2015
- [Apo15] Apolinarski, Wolfgang: Establishing Secure Intelligent Environments, In: Workshop Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent Environments, 2015
- [Ash09] Ashton, Kevin: That 'Internet of Things' Thing. In: *RFID Journal*, 2009, Stand 20.04.2016
- [BD03] Bortz, J.; Döring, N.: Forschungsmethoden und Evaluation für Human – und Sozialwissenschaftler (3. Auflage). Springer-Verlag, 2003
- [Ber14] Bertram, Dane: Licert-Scales, In CPSC 681–Topic Report, 2014
- [CMM00] Cohen, Louis; Manion, Lawrence; Morrison, Keith: Research Methods in Education (5. Auflage). RoutledgeFalmer, 2000

- [Cra12] Cramer, Irene: Big Data und das Internet der Dinge. In: Business Technology, Architektur & Management Magazin, 2012
- [Dru15] De Russis, Luigi: Interacting with smart environments: Users, interfaces and devices. In: Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments 7. IOS Press, 2015
- [eve16] Eventboard, <https://eventboard.io/>, Stand 13.04.2016
- [evo16] Evoko, <http://www.evoko.se/products/evoko-room-manager/>, Stand 13.04.2016
- [ful16] FullCalendar LLC, <http://fullcalendar.io/>, Stand 13.04.2016
- [Gup16] Gupta, Rahul: 5 Things to Know About MQTT – The Protocol for Internet of Things,
https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/5things/entry/5_things_to_know_about_mqtt_the_protocol_for_internet_of_things?lang=en, Stand 13.04.2016
- [HA09] Hameed, Amina; Amjad, Shehla: Impact of Office Design on Employees' Productivity: A Case study of Banking Organizations of Abbottabad, Pakistan. In: Journal of Public Affairs, Administration and Management, 2009
- [Kar16] Karasiewicz, Christian: Three lessons I learned from 200 IBM Bluemix Days.
https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/mobileblog/entry/three_lessons_i_learned_from_200_ibm_bluemix_days?lang=en. Stand 13.04.2016
- [LB14] Leimbach, Timo; Bachlechner, Daniel: Big Data in der Cloud. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), 2014
- [MP14] Meier, Konrad; Philipp, Steffen: Anonymisierung und externe Speicherung in Cloud-Speichersystemen, Konferenzbeitrag, 2014
- [mqt16] MQTT, <http://mqtt.org/>, Stand 13.04.2016

- [MSR07] Marreiros, Goreti; Santos, Ricardo; Ramos, Carlos; Neves, José; Novais, Paulo; Machado, José, Bulas-Cruz, José: Ambient Intelligence in Emotion Based Ubiquitous Decision Making, 2007
- [Nie93] Nielsen, Jakob: Usability Engineering. Morgan Kaufmann Publishers Inc, 1993
- [Par08] Partisch, Christoph: Schneller, kleiner, billiger – Die Chip-Industrie bleibt unter Dauerspannung, In: Allianz Dresdner Economic Research: Working Paper 108, 2008
- [RN01] Romano, Nicholas C.; Nunamaker, Jay F.: Meeting Analysis: Findings from Research and Practice. In: Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Sciences, 2001
- [Rou16] Rouse, Margaret: Platform as a Service (PaaS).
<http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/Platform-as-a-Service-PaaS>, Stand 13.04.2016
- [SB06] Sarodnick, Florian; Brau, Henning: Methoden der Usability Evaluation: Wissenschaftliche Grundlagen und praktische Anwendung. Verlag Hans Huber, 2006
- [SG08] Shatsky, Yosef; Gudes, Ehud: TOPS – A New Design for Transactions in Publish/Subscribe Middleware. In: Proceedings of the second international conference on Distributed event-based systems, 2008
- [SNT12] Shigeta, Hironori; Nakase, Junya; Tsunematsu, Yuta; Kiyokawa, Kiyoshi; Hatanaka, Masahide; Hosoda, Kazufumi; Okada, Masashi; Ishihara, Yasunori; Ooshita, Fukuhito; Kakagawa, Hirotsugu; Kurihara, Satoshi; Moriyama, Koichi: Implementation of a Smart Office System in an Ambient Environment. In: IEEE Virtual Reality Workshops, 2012
- [Stat16] Statistisches Bundesamt,
https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/EinkommenKonsumLebensbedingungen/AusstattungGebrauchsgueter/Tabellen/Info technik_D.html, Stand 20.04.2016

- [Sto02] Stockmann, Reinhard: Was ist eine gute Evaluation. Centrum für Evaluation, 2002
- [TLF13] Teixeira, Joaquim; Lima, Carlos; Figueiredo, Lino; Marreiros, Goreti; Costa, Ricardo: An Intelligent System to Setup Meetings, Capture, Organize and Record Information in Smart Offices. In: Ambient Intelligence – Software and Applications. Springer-Verlag, 2013
- [ynt16] Ynteractive Ltd., <https://www.yarooms.com>, Stand 13.04.2016

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur mit erlaubten Hilfsmitteln angefertigt habe.

Magdeburg, den 22. April 2016

Sören Falkenberg