

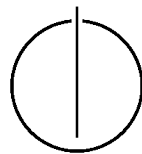
FAKULTÄT FÜR INFORMATIK

DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT MÜNCHEN

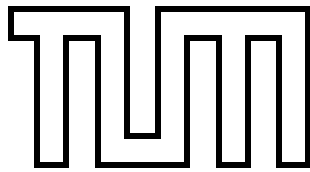
Bachelorarbeit in Informatik

**Analyse des Mehrwerts von innovativen  
Usability- und dynamischen  
Visualisierungskonzepten für die  
Darstellung von KPIs der Siemens AG und  
prototypische Implementierung einer  
nativen iOS-Applikation**

René Milzarek







# FAKULTÄT FÜR INFORMATIK

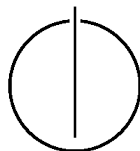
DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Bachelorarbeit in Informatik

Analyse des Mehrwerts von innovativen Usability- und dynamischen Visualisierungskonzepten für die Darstellung von KPIs der Siemens AG und prototypische Implementierung einer nativen iOS-Applikation

Analysis of the added value of innovative usability and dynamic visualization concepts for the graphical representation of Siemens AGs KPIs and prototypical implementation of a native iOS-application

Bearbeiter: René Milzarek  
Aufgabensteller: Prof. Dr. rer. nat. Florian Matthes  
Betreuer: Dipl. Inform. Univ. Ivan Monahov  
Abgabedatum: Dezember 16, 2013







Ich versichere, dass ich diese Bachelorarbeit selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

München, den 16. Dezember 2013

René Milzarek



---

## Danksagungen

An erster Stelle möchte ich meiner Familie danken, die immer für mich da ist und mich auf so viele Arten und Weisen unterstützt hat. Besonderer Dank gilt auch meiner Freundin Franziska, dafür nicht aufzugeben und mir zu zeigen was wahre Stärke ist.

Außerdem möchte ich mich bei meinem Mentor Xaver Zerrei für die Möglichkeit der Kooperation, das entgegengebrachte Vertrauen und die gegebene Freiheit bedanken. Ohne diese wäre eine Bearbeitung in dieser Form nicht möglich gewesen. Aber auch für die angeregten Gespräche, Diskussionen und die Offenheit für neue Ideen möchte ich mich herzlich bedanken. Bei jedem unserer Treffen zum Thema der Arbeit konnte ich meinerseits mindestens eine neue Anregung mitnehmen.

Des Weiteren möchte ich mich bei Petra Schnitzlein, meiner firmeninternen Betreuerin, für die tatkräftige Unterstützung bei der Herstellung der Kontakte zu den Ansprechpartnern, dem Feedback und der Hilfe bei den organisatorischen Herausforderungen bedanken. Ebenso möchte ich mich bei Ihnen für das Vertrauen und die eingeräumte Freiheit bedanken. Die Flexibilität von jedem Ort aus arbeiten zu können hat mir vieles vereinfacht.

Auch meinem universitären Betreuer Ivan Monahov gilt mein herzlichster Dank für die intensive Betreuung, die angeregten Diskussionen zu den verschiedensten Aspekten der Arbeit und das umfangreiche Feedback in allen Schritten der Bearbeitung. Außerdem möchte ich mich auch für das endlose Verständnis zu meiner privaten Situation bedanken, die zur ein oder anderen ungeplanten Verzögerung geführt hat. Des Weiteren gilt Prof. Dr. Florian Matthes mein Dank für die Möglichkeit der Kooperation mit der Siemens AG.

Ein besonderer Dank geht auch an Sven Butz für die aufschlussreichen Gespräche zur Architektur des Webservices und die Diskussionen zu den verschiedensten Aspekten der Entwicklung. Auch für die Antworten auf die zahlreichen Fragen und das umfangreiche Feedback möchte ich mich herzlich bedanken.

Schließlich möchte ich mich noch bei allen anderen Mitarbeitern der Siemens AG bedanken, die an dieser Arbeit z.B. im Rahmen der Umfrage oder der Interviews mitgewirkt und ihre Zeit zur Verfügung gestellt haben. Auch wenn sie an dieser Stelle nicht alle aufgezählt werden können, vielen Dank!



---

## Abstract

This thesis examines the usability improvements, which could be achieved through the exploitation of mobile devices' capabilities. Within the scope of this question the usability engineering is introduced and a set of usability methods is applied to the development of a prototypical iOS application. Additionally the demand for the graphical representation of Siemens AG's KPIs is gathered and the psychological theory of visual perception is introduced. Afterwards several visualisation guidelines and concepts are examined from the viewpoint of Psychology. Subsequently the prototypical iOS app is developed with respect to the presented usability and visualisation concepts. The research process from Offermann [31], consisting of problem identification, solution design and evaluation is applied to assure a transparent, comprehensible and proper research process in each step. An existing usability survey was assessed to identify the existing problems. Furthermore an online survey with 19 employees and managers was conducted to verify the relevance of the identified problems. Finally the design artifact, represented by the app prototype, was evaluated with the aid of seven usability interviews. Especially the offline usage capability of mobile devices was considered to generate an added value. The demand for graphical representations of Siemens AG's KPIs was very inconsistent. One part of the management did not see a demand at all and the other part requested a representation by bar, line or pie charts. Besides from that the security concerns with the business usage of mobile devices, which were identified with the help of the online survey, could be dispelled by the presentation of the measures taken to assure sufficient security. In summary it can be said, that an added value was created through the application of the researched and developed usability concepts. But the demand for visualisations was to heterogeneously distributed to be able to clearly conclude upon an added value.



# Inhaltsverzeichnis

Danksagungen	i
Abstract	iii
Inhaltsverzeichnis	ix
<b>I. Einleitung und Problemidentifizierung</b>	<b>1</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>3</b>
1.1. Motivation . . . . .	3
1.2. Der Kooperationspartner und Anwendungsbereich . . . . .	5
1.2.1. Die Systemarchitektur . . . . .	5
1.2.2. Der Genehmigungsprozess . . . . .	6
1.3. Forschungsmethodik . . . . .	7
<b>2. Problemidentifizierung</b>	<b>11</b>
<b>II. Lösungsdesign</b>	<b>17</b>
<b>3. Usability</b>	<b>19</b>
3.1. Begriffsklärung . . . . .	19
3.1.1. Motivation und Definition . . . . .	19
3.1.2. Wirtschaftlichkeit des Usability-Engineerings . . . . .	20
3.1.3. Die Benutzerschnittstelle - Graphische Oberfläche . . . . .	21
3.1.4. Das Mensch-Maschine-System . . . . .	21
3.2. Usability-Prozess und -Methoden . . . . .	22
3.2.1. Kontextanalyse (Contextual Inquiry) . . . . .	23
3.2.2. Personas . . . . .	24
3.2.3. Storyboards . . . . .	26
3.2.4. UI Prototyping . . . . .	29
3.2.5. Usability- und Design-Guidelines . . . . .	31
3.2.6. Usability Testing . . . . .	35
3.2.7. Fragebögen . . . . .	36
3.2.8. Zusammenfassung . . . . .	37
<b>4. Visualisierung</b>	<b>39</b>
4.1. Der Informationsverarbeitungsansatz der Psychologie . . . . .	39

4.2. Prozess der visuellen Wahrnehmung . . . . .	40
4.3. Aspekte der visuellen Wahrnehmung . . . . .	41
4.4. Kategorisierung der Diagrammtypen nach Fragestellungen . . . . .	46
4.5. Richtlinien und Anti-Patterns . . . . .	51
4.5.1. Richtlinien . . . . .	51
4.5.2. Anti-Patterns . . . . .	53
4.5.3. Bewertung der Visualisierungs-Konzepte . . . . .	55
4.6. Auswahl der KPIs . . . . .	55
4.7. Auswertung der Umfrage . . . . .	56
<b>5. Implementierung</b>	<b>59</b>
5.1. Auswahl der mobilen Plattform . . . . .	59
5.2. Voraussetzungen für die iOS-Entwicklung . . . . .	61
5.3. Anforderungserhebung . . . . .	61
5.4. System- und Sicherheitsarchitektur . . . . .	64
5.5. Komponenten- und Sequenzdiagramm . . . . .	66
5.5.1. Komponentendiagramm . . . . .	66
5.5.2. Sequenzdiagramm . . . . .	67
5.6. Bibliotheken von Drittherstellern . . . . .	67
5.7. Merge-Algorithmus für die Offline-Genehmigung . . . . .	68
<b>III. Evaluation, Fazit und Ausblick</b>	<b>73</b>
<b>6. Evaluation</b>	<b>75</b>
6.1. Einleitung . . . . .	75
6.2. Offener Dialog/Testen . . . . .	76
6.3. Usability-Konzepte . . . . .	78
6.4. Visualisierungs-Konzepte . . . . .	79
6.5. Sicherheitsarchitektur und Fazit . . . . .	80
6.6. Offene Fragen, Anmerkungen und Feedback . . . . .	81
<b>7. Fazit</b>	<b>83</b>
<b>8. Ausblick</b>	<b>85</b>
8.1. Produktive Entwicklung der App . . . . .	85
8.2. Continuous Usability . . . . .	86
<b>Glossar</b>	<b>87</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>89</b>
<b>Anhang</b>	<b>95</b>
<b>A. Auswertung der Online-Umfrage</b>	<b>95</b>



<b>B. Inhaltsverzeichnis der beiliegenden CD</b>	<b>97</b>
<b>C. Beispieldiagramme</b>	<b>99</b>
C.1. Trigger für die Aufmerksamkeitslenkung . . . . .	99
C.2. Markierte Farbkontrast Illusion von Edward Adleson . . . . .	100
C.3. Beliebteste Jungennamen in den USA . . . . .	101
<b>D. Ergänzungen zur Implementierung des iOS-Prototypen</b>	<b>103</b>
D.1. Sequenzdiagramm . . . . .	104



# Inhaltsverzeichnis

## **Teil I: Einleitung und Problemidentifizierung**

### KAPITEL 1: EINLEITUNG

In diesem Kapitel wird das Umfeld der mobilen Endgeräte, der Anwendungsbereich des Kooperationspartners – der Siemens AG – und die verwendete Forschungsmethodik vorgestellt.

### KAPITEL 2: PROBLEMIDENTIFIZIERUNG

Anhand der Auswertung einer bestehenden Usability-Umfrage und des Anwendungsbereichs werden die Forschungsfragen identifiziert.

## **Teil II: Lösungsdesign**

### KAPITEL 3: USABILITY

Dieses Kapitel stellt das Usability-Engineering und einige seiner Methoden vor. Anhand des zu entwickelten App-Prototypen werden diese in der Anwendung veranschaulicht.

### KAPITEL 4: VISUALISUERUNG

Es werden verschiedene Konzepte und Richtlinien zur Visualisierung von Daten aus psychologischer Sicht untersucht und der erfasste Visualisierungsbedarf von KPIs im Unternehmen vorgestellt.

### KAPITEL 5: IMPLEMENTIERUNG

In diesem Kapitel werden die erarbeitete Systemarchitektur und verschiedene Aspekte der Implementierung des App-Prototypen präsentiert.

## **Teil III: Evaluation, Fazit und Ausblick**

### KAPITEL 6: EVALUATION

Die Evaluierung wertet die Kernaussagen der Teilnehmer des abschließenden Usability-Interviews aus.

### KAPITEL 7: FAZIT

Dieses Kapitel fasst die Ergebnisse der Evaluierung zusammen und beantwortet die Forschungsfragen.

### KAPITEL 8: AUSBLICK

Abschließend wird ein Ausblick auf eine mögliche weitere Entwicklung des Prototypen und eine Methode zur kontinuierlichen Integration von Usability-Feedback gegeben.



**Teil I.**

**Einleitung und  
Problemidentifizierung**



# 1. Einleitung

## 1.1. Motivation

Laut einer Prognose von Gartner [16] wird der weltweite Absatz von klassischen PCs im Jahr 2013 um 10,6% zurückgehen, wohingegen Smartphones und Tablets (nachfolgend als **mobile Endgeräte** bezeichnet) ein Wachstum von 8,4% verzeichnen werden. Hierbei wird das Marktsegment der Tablets eine Wachstumsrate von 67,9% aufweisen. Diese Entwicklung wird von Carolina Milanesi, Research Vice President bei Gartner, mit dem Verlangen der Konsumenten jederzeit und an jedem Ort elektronische Inhalte konsumieren, erstellen und teilen zu können, begründet [16]. Diese Erwartungshaltung wirkt sich auch immer stärker auf das Unternehmensfeld aus.

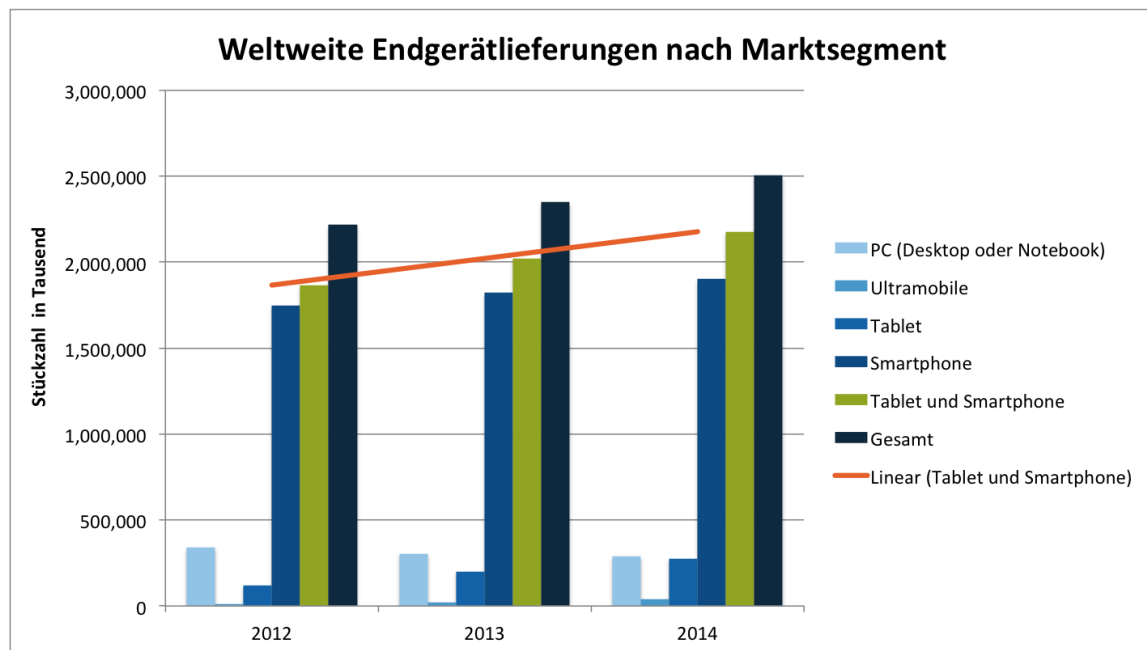


Abbildung 1.1.: Gartners Prognose der weltweiten Endgerätlieferungen nach Marktsegment [16].

Mit dem Schlagwort **“Consumerization”** wird der Trend bezeichnet, dass Produkte, die für den **Verbrauchermarkt** (zum privaten Gebrauch [34]) entwickelt wurden, einen durch die Nutzer getriebenen, immer stärker werdenden Einzug in die Unternehmen halten [45]. Insbesondere im Bereich der mobilen Endgeräte wird unter dem Leitspruch **“Bring Your Own Device (BYOD)”** die Forderung der Mitarbeiter laut, ihre aus dem privaten Umfeld

gewohnten Smartphones und Tablets dienstlich zu nutzen [14]. Mit diesem Nutzungsverhalten einhergehend sind die Unternehmen mit vielen Herausforderungen konfrontiert. Hierbei stellt die Gewährleistung der IT-Sicherheit das wohl prominenteste Beispiel dar. Es muss sichergestellt werden, dass über die mobilen Endgeräte keine unkontrollierten Informationsflüsse stattfinden können und Firmengeheimnisse gewahrt bleiben. Außerdem gestaltet sich die Bereitstellung des IT-Supports und die Integration in die bestehende IT-Infrastruktur aufgrund der heterogenen Endgerätelandschaft sehr herausfordernd. Des Weiteren gilt es, Prozesse für die Entwicklung und interne Verteilung dienstlicher Apps im Unternehmen zu etablieren. Eine häufige Anforderung der Mitarbeiter besteht in der Bereitstellung vorhandener Unternehmensinformationen und -anwendungen auf den mobilen Endgeräten. Die starke Nachfrage nach mobilen Lösungen lässt sich vor allem auf die hohe Bedienfreundlichkeit zurückführen, die größtenteils den intuitiven Interaktionsmöglichkeiten (z.B. Gestensteuerung) zu verdanken ist [45]. Deshalb soll im Rahmen dieser Arbeit anhand einer konkreten Webapplikation aus dem Personalmanagement der Siemens AG durch die Implementierung einer nativen iOS-App untersucht werden, inwiefern ein Mehrwert bei der Usability erzielt werden kann.

Ein weiterer Aspekt, der sich mit der steigenden Nutzung mobiler Endgeräte entwickelt, ist der Anspruch jederzeit und an jedem Ort auf beliebige Information zugreifen zu können. Mal eben schnell nachsehen, wann der nächste Bus abfährt oder unterwegs die aktuellsten Nachrichten auf dem Tablet lesen sind zur alltäglichen Realität geworden. Diese Gewohnheiten beeinflussen auch die Anforderungen an die IT-Infrastruktur und IT-Lösungen der Unternehmen. Ein Beispiel hierfür ist die Anforderung, Reisezeiten effektiv zur Erledigung dienstlicher Aufgaben auf dem Tablet zu nutzen. Dieser Entwicklungstrend kann viele innovative Nutzungsmöglichkeiten der mobilen Endgeräte eröffnen, birgt aber andererseits auch Gefahren in sich. Eine davon wird mit dem Begriff "Information Overflow" bezeichnet und beschreibt die zum Teil aus dem vorherrschenden Informationsanspruch gewachsene Überbelastung [45]. Der unternehmensinterne Informations- und Nachrichtenaustausch ist schon seit langem nicht mehr auf Telefon und E-Mail beschränkt. Applikationen zum kollaborativen Wissensmanagement (Enterprise Wikis), soziale Netzwerke und andere maßgeschneiderte Unternehmenslösungen ergänzen das Spektrum. Aus diesem Grund ist es umso wichtiger eine Überbelastung zu vermeiden, weshalb sich diese Arbeit ebenfalls mit der zielgerichteten Bereitstellung und insbesondere Visualisierung von Information in verdichteter Form beschäftigt. Hierzu wird untersucht, ob sich Führungskräfte durch die Bereitstellung von [Key Performance Indicators \(KPIs\)](#) Unterstützung bei ihrer Entscheidungsfindung wünschen [32]. Außerdem wird ein Überblick der in [12, 27, 36, 42] vorgestellten Richtlinien und Anti-Patterns der Informationsvisualisierung für die Erstellung von Diagrammen gegeben und kurz auf den psychologischen Hintergrund eingegangen. Hierbei liegt der Fokus auf der visuellen Informationsverarbeitung, um die in der Literatur behandelten Konzepte argumentativ zu begründen.

Die recherchierten und erarbeitenden Konzepte werden anhand der Implementierung eines iOS-App Prototyps im Verlauf der Arbeit praktisch umgesetzt und präsentiert. Bevor in den folgenden Kapiteln im Detail darauf eingegangen wird, soll nun der Kooperationspartner, dessen Anwendungsbereich und das Vorgehen der Arbeit vorgestellt werden.



## 1.2. Der Kooperationspartner und Anwendungsbereich

Diese Bachelorarbeit wurde, wie dem Titel bereits zu entnehmen ist, in Kooperation mit dem Technologiekonzern Siemens durchgeführt. Das Unternehmen beschäftigt im vierten Quartal des Jahres 2013 weltweit über 367.000 Mitarbeiter, davon sind 119.000 alleine in Deutschland tätig [2]. Dieser Personalstand wäre ohne die Unterstützung der Unternehmens-IT bei der elektronischen Abwicklung der Personalprozesse nicht zu pflegen. Die Kooperation findet mit der Abteilung statt, deren Zuständigkeit die Entwicklung und Pflege von Personal- und Supply-Chain-Management Applikationen ist. Diese ist innerhalb der zentralen IT des Unternehmens situiert.

### 1.2.1. Die Systemarchitektur

Im Folgenden soll der Anwendungsbereich anhand der in Abbildung 1.2 präsentierten Systemarchitektur und Applikationslandschaft genauer erläutert werden. Im Laufe der Jahre wurden zahlreiche Personalapplikationen entwickelt und in Betrieb genommen, welche in der Grafik aus Gründen der Informationssicherheit lediglich fortlaufend nummeriert wurden. Diese Systeme decken z.B. die Personalprozesse der Urlaubsgenehmigung, Sonderzahlung, Dienstreiseabrechnung oder Beförderung ab, um nur einige wenige zu nennen.

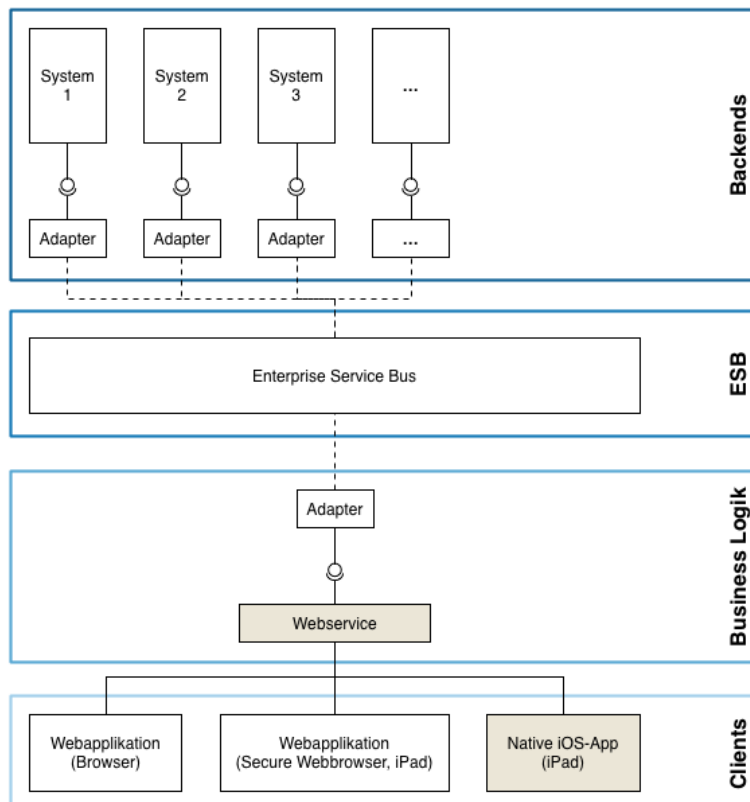


Abbildung 1.2.: Darstellung des Anwendungsbereiches anhand der Systemarchitektur.

All diese Prozesse haben gemein, dass es sich um Genehmigungsvorgänge handelt, die durch eine Führungskraft freigegeben oder abgelehnt werden können. Jedoch führt die Vielfalt an unterschiedlichen Systemen i.A. zu einer starken Fragmentierung der Personalarbeit von Führungskräften. Für die Bearbeitung der verschiedenen Anträge ist ein Login in die jeweilige Applikation notwendig. Zusätzlich informieren die Anwendungen in getrennten Benachrichtigungsemails über den Eingang neuer Anträge. Dies trägt insbesondere zu der vorab erwähnten Informationsüberbelastung bei. Zur Vereinfachung dieser Struktur wurde ein Webservice implementiert, der den verschiedenen Backend-systemen eine Schnittstelle vordefiniert. Diese abstrahiert die applikationsinternen Personalprozesse auf der Ebene eines Genehmigungsprozesses, d.h. es können die offenen Anträge aus den angebunden Personalsystemen abgefragt und der Führungskraft zentral zur Genehmigung zur Verfügung gestellt werden. Mithilfe eines Adapters muss jede angebundene Anwendung die Konformität zu dieser Schnittstelle sicherstellen. Wie in der Abbildung zu sehen ist, werden die Adapter über den [Enterprise Service Bus \(ESB\)](#) gebündelt. Der Webservice ist clientseitig über eine Webapplikation auf den Webbrowsern der Führungskräfte zugänglich. Außerdem wurde die Webapplikation für den Zugriff über eine speziell gesicherte Webbrowser App unter Berücksichtigung des [Responsive Web Design](#)-Paradigmas entwickelt.

Das in der Grafik eingefärbte Rechteck im Bereich der Clients stellt die dritte Benutzerschnittstelle dar, die im Rahmen dieser Bachelorarbeit prototypisch implementiert werden soll. In Kapitel 2 wird im Zuge der Problemidentifizierung eine ausführliche Begründung zum Bedarf einer nativen iOS-Applikation gegeben. Außerdem ist der Webservice farblich hervorgehoben, da für alle im Kapitel 5 der Arbeit vorgestellten Architekturen Anpassungen bzw. Erweiterungen am Webservice notwendig werden. Hierbei handelt es sich z.B. um die Schaffung einer Schnittstelle zu den Applikationsnews, welche ebenfalls innerhalb der App zugänglich sein sollen. Die präsentierten Architekturlösungen sind jedoch konzeptionell und wurden im Rahmen dieser Arbeit nicht praktisch umgesetzt.

### 1.2.2. Der Genehmigungsprozess

Wie bereits erwähnt, lassen sich die Personalprozesse abstrahiert als ein Genehmigungsprozess betrachten. Dieser wurde zur Veranschaulichung in Abbildung 1.3 gemäß der [Business Process Modeling Notation \(BPMN\)](#) dargestellt. Hierbei wurde repräsentativ ein Personalsystem ausgewählt, welches durch einen Mitarbeiter zur Antragsstellung genutzt wird. Das eigentliche Erfassen des Antrages ist abhängig vom konkreten Personalprozess und wird in der Grafik zur Vereinfachung nicht aufgeführt. Nachdem der Antrag an die Führungskraft gesendet wurde, muss der Mitarbeiter auf den Erhalt einer Genehmigung oder Ablehnung warten, mit der der Prozess als beendet gilt. Die Führungskraft kann direkt über den Eingang eines oder mehrerer Anträge per E-Mail informiert werden und weitere Aktionen durchführen. Außerdem besteht für die Führungskraft die Möglichkeit, alle offenen Anträge abzufragen. Dies ist ebenfalls für die offenen Anträge eines Kollegen möglich (in der Grafik mit Führungskraft B bezeichnet), falls für diesen eine aktive Vertretung eingetragen ist. Nach der Auswahl eines einzelnen Antrages können für diesen optional weitere Details angezeigt werden, was z.B. für die Überprüfung der eingescannten Belege bei einer Dienstreisenabrechnung notwendig ist. Andernfalls können

die drei pro Antrag gelieferten Informationsfelder (z.B. bei der Beantragung eines Urlaubes: Datum des Beginns, Datum des Endes, Anzahl der Urlaubstage) bereits ausreichend für eine Entscheidung sein. Nun kann der Antrag genehmigt, abgelehnt oder mit einer Rückfrage an eine andere Führungskraft weitergeleitet werden. Somit wurde der Antrag abschließend bearbeitet oder an einen Kollegen weitergegeben und der Prozess ist für die Führungskraft abgeschlossen.

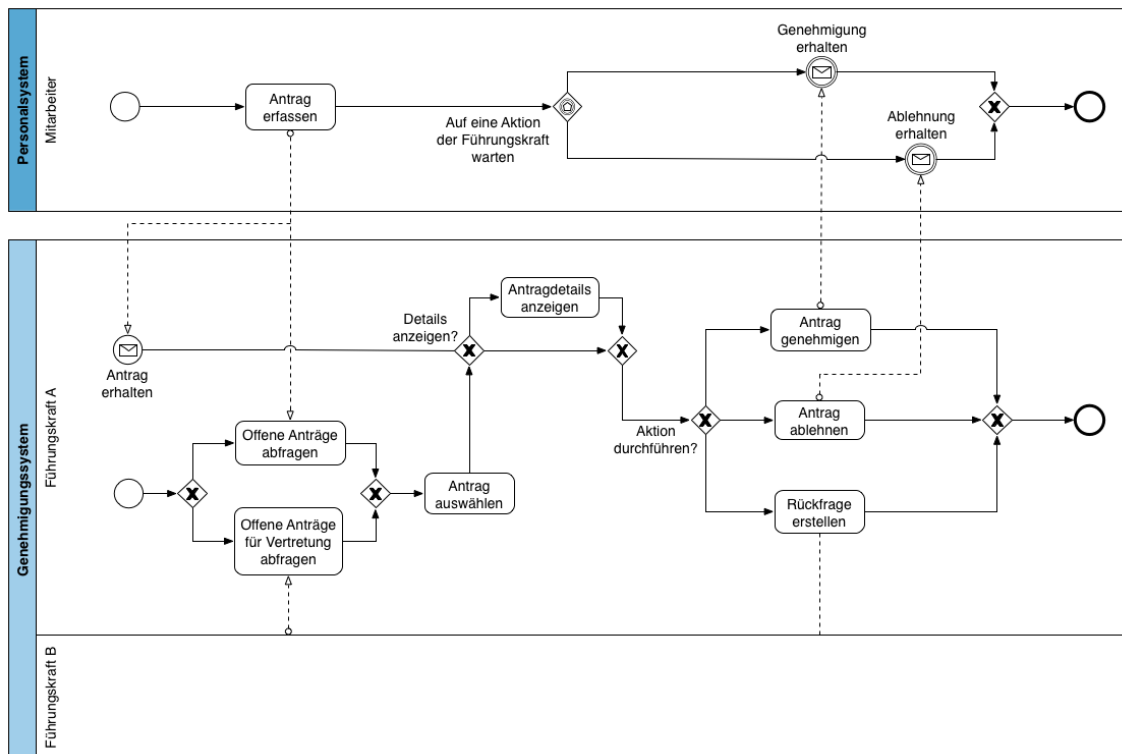


Abbildung 1.3.: Der Genehmigungsprozess dargestellt in BPM Notation.

Im folgenden Abschnitt soll nun auf die verwendete Forschungsmethodik und das Vorgehen bei der Erstellung der Bachelorarbeit eingegangen werden. Hierzu soll kurz das Konzept der Methode vorgestellt und anschließend die konkrete Umsetzung erläutert werden.

### 1.3. Forschungsmethodik

Die in dieser Arbeit angewandte Methodik ist der "Design Science" zuzuordnen, welche sich der Erstellung und Evaluierung von IT-Artefakten zur Lösung gegebener, organisatorischer Probleme widmet [19]. Der Fokus liegt dabei auf der engen Zusammenarbeit zwischen Forschern und Unternehmensvertretern. Dies ist bei der Themenstellung dieser Arbeit insbesondere dadurch gegeben, dass sie direkt aus der Unternehmenspraxis motiviert ist. Nichtsdestotrotz wurde sich an den von Offermann [31] vorgestellten Forschungspro-

zess, bestehend aus den drei Schritten der Problemidentifizierung, dem Lösungsdesign und der Evaluation gehalten, um eine ordentliche, nachvollziehbare und transparente Forschung in allen Phasen sicherzustellen.

Dementsprechend wird in Kapitel 2 das Problem identifiziert, dessen Relevanz für die Praxis nachgewiesen und Forschungsfragen abgeleitet. Hierfür wurden Gespräche mit Experten der Anwendungsdomäne und eine Online-Umfrage unter 24 Führungskräften der Siemens AG durchgeführt. Diese wurden repräsentativ für den Endnutzerkreis der Webapplikation mithilfe der firmeninternen Betreuerin ausgewählt und angeschrieben. Die Rücklaufquote der Umfrage betrug mit 19 Antworten 79,2%. Außerdem werden die Ergebnisse der Umfrage an weiteren Stellen der Arbeit einfließen, um die Validität der Designentscheidungen bei der Implementierung des iOS-Prototypen zu begründen.

Anschließend wird in Teil II der Arbeit ein Lösungsansatz erarbeitet, der sich in drei Kapitel aufgliedert. Zuerst werden in Kapitel 3 grundlegende Usability-Methoden vorgestellt und anhand deren Anwendung ein konkretes Konzept zur Lösung der Problemstellung präsentiert. Dieses wird mithilfe unterstützender Mockups veranschaulicht. Nachfolgend werden die recherchierten Visualisierungsrichtlinien und Anti-Patterns in Kapitel 4 erläutert. Unter Zuhilfenahme der Allgemeinen Psychologie soll argumentativ untersucht werden, ob die Richtlinien tatsächlich zu einer Verbesserung der Wahrnehmung und Erfassbarkeit eines Diagrammes beitragen können. Der Bedarf zur Unterstützung durch Visualisierungen von KPIs wurde ebenfalls im Rahmen der durchgeführten Online-Umfrage erhoben. Daraufhin widmet sich Kapitel 5 vollständig der Implementierung der prototypischen iOS-Applikation. Hierbei wird der Fokus auf die technische Architektur, vor allem aus dem Blickwinkel der IT-Sicherheit, gelegt. Da die zu portierende Webapplikation des Unternehmens mit hochkritischen Personaldaten operiert, können ausschließlich verallgemeinerte Konzepte und nicht die konkrete Umsetzung vorgestellt werden. Dennoch werden hieraus die Überlegungen deutlich, die zur Lösung der einleitend erwähnten Herausforderungen an die IT-Sicherheit gemacht wurden.

Abschließend wird der durch die Anwendung der Usability- und Visualisierungskonzepten generierte Mehrwert anhand von Usability-Interviews mit sechs Führungskräften und dem Softwarearchitekten evaluiert. Der hierfür angefertigte Interviewleitfaden orientiert sich stark an den Forschungsfragen, um deren Beantwortung gewährleisten zu können. Nach einer Zusammenfassung der Ergebnisse wird eine Theorie zur kontinuierlichen Integration von Usability Feedback auch während des Betriebs einer Applikation vorgestellt. Desweiteren soll darauf eingegangen werden, wie auf dieses Feedback automatisiert reagiert werden kann.





## 2. Problemidentifizierung

Die Problemstellung wurde, wie bereits erläutert, anhand von Vorgesprächen mit drei Fachkräften, als repräsentative Nutzer der verschiedenen Personalsysteme, einem Systemarchitekten und einer Führungskraft präzisiert. Außerdem wurde eine bestehende Usability-Umfrage zur firmeninternen Systemlandschaft analysiert (siehe Anhang B). Diese wurde durch die Projektleiterin der Usabilitystudie in Form von offenen Interviews zum Verbesserungspotential bestehender Applikationen durchgeführt. Im Rahmen der Umfrage wurden 139 Personen interviewt und insgesamt 726 Verbesserungsvorschläge gesammelt. Das Feedback bezog sich auf 70 verschiedene Applikationen und ermöglichte es z.B. den Bedarf einer zentralen Aufgabenliste für Genehmigungsprozesse abzuleiten, welche in Abschnitt 1.2 vorgestellt wurde. Ein für die Themenstellung dieser Bachelorarbeit relevanter Auszug von 70 Rückmeldungen wurde zur Verfügung gestellt und im nachfolgenden Diagramm nach Stichworten gruppiert ausgewertet.

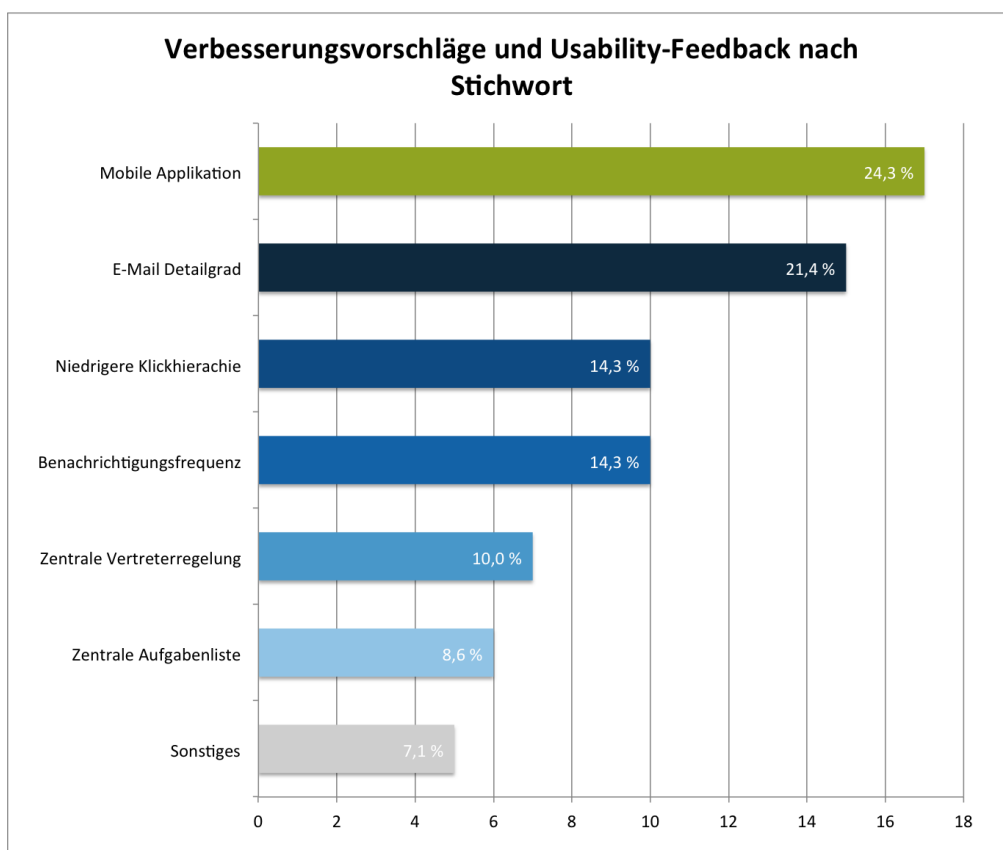


Abbildung 2.1.: Verbesserungsvorschläge und Usability-Feedback gruppiert nach Stichwort.

Knapp ein Viertel der analysierten Rückmeldungen bezog sich auf den einleitend erwähnten Bedarf von mobilen Applikationen im Unternehmensumfeld. Es wird als Defizit angesehen, dass der Großteil der Applikationen nicht von mobilen Endgeräten aus zugänglich bzw. nutzbar ist. Insbesondere die Möglichkeit einer "Offline-Genehmigung" wurde im Gespräch mit der Projektleiterin der Usabilitystudie als für die Befragten wichtige Ergänzung betont. Hierbei handelt es sich um die Fähigkeit der App, Genehmigungen durchzuführen auch wenn keine Verbindung zum Firmennetz bzw. dem Internet besteht. Sobald diese wieder verfügbar ist, werden die vorgenommenen Aktionen synchronisiert. Da diese Anforderung aus dem zur Verfügung gestellten Auszug des Usability-Feedbacks nicht hervorgeht, wurde sie anhand der eigens durchgeführten Online-Umfrage validiert. Die festgestellte Nachfrage der Mitarbeiter nach mobilen Applikationen ist für das Unternehmen jedoch nicht hinreichend für deren Umsetzung, darüber hinaus muss ein sogenannter "Business Case" gegeben sein [47]. Hierunter ist zu verstehen, dass durch die Portierung ein wirtschaftlicher Mehrwert generiert werden muss [33], der die entstandenen Kosten rechtfertigt und ggf. vollständig amortisiert und Gewinne abwirft. Dies kann auf einem mobilen Endgerät vor allem mithilfe intuitiver Bedienkonzepte und den daraus resultierenden Zeitersparnissen realisiert werden. *Deshalb besteht die erste Forschungsfrage in der Untersuchung, wie sich die technischen Möglichkeiten von mobilen Endgeräte zur Verbesserung der Usability nutzen lassen.* Diese Fragestellung wird ebenfalls durch den in 14% der Rückmeldungen geäußerten Bedarf flacherer Klickhierarchien wiedergespiegelt. Mithilfe von Usability-Richtlinien und dem gezielten Einsatz der Gestensteuerung kann dieses Problem adressiert werden.

Des Weiteren wird in 36% des Feedbacks auf eine Unzufriedenheit mit dem Informationsmanagement eingegangen. Dies bezieht sich auf den als unpassend wahrgenommenen Detailgrad der Benachrichtigungsemails und die zu hohe bzw. zu niedrige Benachrichtigungsfrequenz. Den Mitarbeitern werden die zur Bearbeitung notwendigen Informationen also nicht im angemessenen bzw. notwendigen Umfang zur Verfügung gestellt. Außerdem wurde vom Initiator der Bachelorarbeit im Vorgespräch die Anforderung geäußert, durch die Bereitstellung von KPIs aus dem Personalbereich, bei der Entscheidungsfindung unterstützt zu werden. Da das firmeninterne Meinungsbild hierzu äußerst heterogen und in der bestehenden Usability-Umfrage kein entsprechendes Feedback enthalten war, wurde die Anforderung zur weiteren Bewertung ebenfalls in die Online-Umfrage aufgenommen. *Hieraus lässt sich die zweite Forschungsfrage ableiten, die sich mit der Erfassung des Visualisierungsbedarf von KPIs aus dem Personalbereich befasst. Hierbei wird zum einen untersucht, welche KPIs für Führungskräfte relevant sind und wie eine bestmögliche Visualisierung gestaltet werden kann.*

Wie bereits vorab erläutert, soll im Verlauf der Arbeit eine prototypische iOS-Applikation implementiert werden. Diese soll die erarbeiteten Lösungsansätze zu den vorherigen Forschungsfragen praktisch umsetzen und dient als Basis zur Evaluierung des generierten Mehrwertes. Neben dem entwickelten Lösungsdesign für die identifizierten Probleme müssen weitere Anforderungen aus den unternehmensinternen IT-Security, Corporate Design (siehe Anhang B) und Apple's Human Interface Guidelines [23] berücksichtigt werden. *Somit besteht die dritte Forschungsfrage darin, wie die prototypische Implementierung unter Berücksichtigung der Konzepte und vorgegebenen Richtlinien realisiert werden kann.*



---

Die Relevanz der identifizierten Probleme konnte teilweise bereits anhand der vorhandenen Usability-Umfrage nachgewiesen werden. Im folgenden sollen nun die ausstehenden Nachweise, die mithilfe der Online-Umfrage ermittelt wurden, nachgereicht werden. Der Bedarf einer mobilen Applikation wird von 78,9% der Befragten gesehen, wobei eher eine Tendenz zur Nutzung der Webapplikation über eine sichere Browser App vorliegt. Somit wurde die bereits bekannte hohe Nachfrage nach mobilen Applikationen vom Teilnehmerkreis bestätigt.

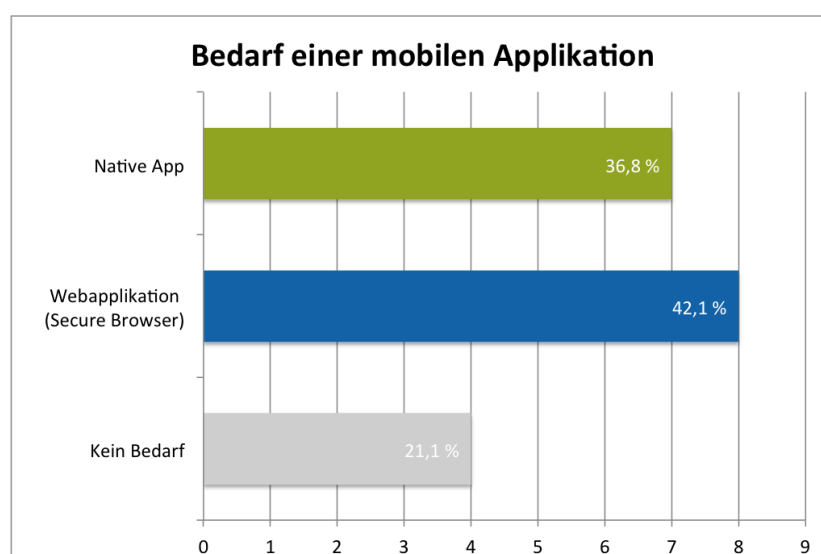


Abbildung 2.2.: Ermittelter Bedarf einer mobilen Applikation.

Die Teilnehmer wurden bei der Erhebung gebeten verschiedene Anforderungen gemäß ihrer Priorität auf der Likert-Skala zu bewerten. Hierzu wurden die Bewertungsstufen sehr hoch, hoch, mittel, niedrig und sehr niedrig festgelegt, welche bei der Auswertung auf die numerische Skala von 2, 1, 0, -1, -2 übertragen und der Durchschnittswert berechnet [24] wurde. Unter den sieben Befürwortern einer nativen App-Lösung wurde die Anforderung der "Offline-Genehmigung" im Durchschnitt mit einem Wert von 1,14 als hoch priorisiert. Die weiteren Anforderungen und deren Priorisierungen werden in Abschnitt 5.3 vorgestellt.

Ein ähnliches Meinungsbild zeigte sich beim Bedarf der Bereitstellung von KPIs aus dem Personalbereich. Von den Befragten wünschen sich 68,4% Unterstützung bei der Entscheidungsfindung durch die Bereitstellung von KPIs aus dem Personalbereich und die verbleibenden 31,6% sehen keine Notwendigkeit hierfür. Außerdem soll nach Meinung von 61,5% der Befürworter eine Bereitstellung innerhalb der vorgestellten Webapplikation bzw. der iOS-App erfolgen. Die verbleibenden 38,5% bevorzugen zu diesem Zweck eine gesonderte Applikation.

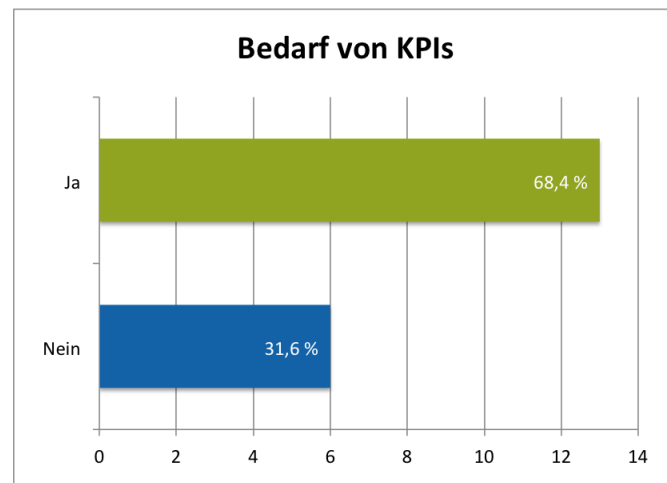


Abbildung 2.3.: Ermittelter Bedarf von Kennzahlen aus dem Personalbereich.

Daher lässt sich feststellen, dass die identifizierten Probleme bzw. Anforderungen für die Mehrheit der Befragten relevant sind. Dennoch konnte an den innerhalb der Online-Umfrage optional verfassten Kommentaren zur Thematik der Kennzahlen festgestellt werden, dass teilweise eine Unsicherheit besteht, ob die Bereitstellung der KPIs konform zu Unternehmensrichtlinien ist. Weitere Erläuterungen zu dieser Problematik folgen in Abschnitt 4.7. Abschließend sollen nun die identifizierten Forschungsfragen zusammengefasst werden:

- Wie lassen sich die technischen Möglichkeiten mobiler Endgeräte zur Verbesserung der Usability nutzen?
- Welche Visualisierungsbedarfe für KPIs bestehen aus Sicht der Befragten?
- Wie kann eine prototypische Implementierung und Lösungsarchitektur aussehen?

---



**Teil II.**

**Lösungsdesign**



## 3. Usability

Die erste Forschungsfrage behandelt das Verbesserungspotential der Usability durch die Ausnutzung der technischen Möglichkeiten eines mobilen Endgeräts. Deshalb soll in diesem Kapitel zu Beginn das Vorgehen des Usability-Engineerings und einige Methoden daraus vorgestellt werden. Außerdem soll ein Überblick über Usability-Richtlinien, die für die Erstellung einer mobilen Applikation relevant sind, gegeben werden. Diese wurden anhand der Literatur von Richter [35], Degani [9] und der Vorlesung "Human Factors in Engineering" von Prof. Dr. Stoffer der Ludwig-Maximilians-Universität München [41] ermittelt. Die Ergebnisse der praktischen Umsetzung der Usability-Methoden werden in den zugehörigen Abschnitten vorgestellt, falls die jeweilige Methode bei der Entwicklung des iOS-Prototypen zur Anwendung kam.

### 3.1. Begriffsklärung

#### 3.1.1. Motivation und Definition

Der englische Begriff *Usability* lässt sich ins Deutsche am treffendsten mit *Benutzbarkeit* übersetzen und wird in der ISO-9241-11 Norm definiert als "das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen." [38, 35]. Im Zentrum dieser Methodik steht das systematische Einbinden der Benutzersicht in die Entwicklung eines Systems.

Ein hervorragendes Beispiel für die zugrundeliegende Motivation stellt diese Ausarbeitung selbst dar. Der Entwurf wurde von der firmeninternen Betreuerin aus dem Blickwinkel der Geheimhaltung sensibler Informationen überprüft, um die Wahrung von Firmenheimlichkeiten sicherzustellen. Der universitäre Betreuer unterstützte mit Hinweisen und Verbesserungsvorschlägen aus akademischer Sicht und von Verwandten und Freunden wurde Feedback insbesondere mit Fokus auf die sprachliche Gestaltung gegeben. Hierdurch konnten wertvolle Hinweise aus verschiedenen Perspektiven eingearbeitet werden, welche einem persönlich aufgrund der intensiven Auseinandersetzung mit der Thematik verloren gegangen wären. Dies wird in der Psychologie als Perspektivenübernahme bezeichnet und beschreibt die Fähigkeit "[...] eine bestimmte Gegebenheit aus der Sicht eines anderen zu verstehen" [35]. Ihre Ausprägung ist bei allen Menschen unterschiedlich stark, aber insbesondere bei der Entwicklung von Software spielt die Fähigkeit sich in die Sicht des Benutzers hineinzusetzen und dessen Bedürfnisse und Gewohnheiten zu analysieren eine wichtige Rolle. Im Unternehmensumfeld wird der Bedarf hierfür insbesondere anhand der deutlich wahrgenommenen Grenze zwischen fachlicher und technischer Seite deutlich.

#### 3.1.2. Wirtschaftlichkeit des Usability-Engineerings

Die Motivation des Usability-Engineerings ist leicht nachvollziehbar, jedoch gilt es zum Nachweis der Wirtschaftlichkeit den "Return on Invest" für den Einsatz der Usability-Methodik zu prüfen. Denn nur falls die entstandenen Kosten durch die produzierten Verbesserungen amortisiert werden, lässt sich der Aufwand des Usability-Engineerings rechtfertigen. Hierbei stellt sich die Frage, wie man den erzielten Mehrwert bei der Benutzbarkeit messen und insbesondere in Zahlen ausdrücken kann. Eine mögliche Lösung stellt die Kosten-Nutzen-Analyse dar. Die Kosten lassen sich analog zu anderen IT-Projektkosten bestimmen, hierzu zählt z.B. die Arbeitszeit zur Planung und Durchführung der Usability-Methoden oder auch Kosten für den Einsatz eines externen Dienstleisters. Für die Berechnung des Nutzens können die von Bias [5] vorgeschlagenen Indikatoren verwendet werden. Im Folgenden werden beispielhaft drei dieser Indikatoren aufgeführt. Für eine ausführliche Auflistung sei auf [5] verwiesen.

- *Reduzierte Entwicklungskosten* (kürzere Entwicklungsdauer und geringere Wartungskosten)
- *Verbesserte Effektivität* (weniger Benutzungsfehler, verringerte Bearbeitungsdauer, erhöhte Nutzerzufriedenheit)
- *Weniger Support- und Schulungskosten* (weniger Supportanfragen, geringere Einarbeitungsdauer)

Durch die intensivere Auseinandersetzung mit dem Nutzungskontext können frühzeitig Probleme und Herausforderungen aus der Benutzersicht identifiziert und adressiert werden. Hierdurch lassen sich effektiv Änderungsanforderungen, die ansonsten erst in späteren Phasen der Projektdurchführung erkannt worden wären, vermeiden. Mögliche Folgen können z.B. die Verkürzung der Entwicklungsdauer oder Einsparungen bei den Wartungskosten sein. Für den Indikator der Supportkosten soll dies nun anhand eines fiktiven Beispiels vorgerechnet werden. Hierzu werden die Annahmen gemacht, dass durch die verbesserte Benutzbarkeit einer Anwendung durchschnittlich 145 Supportanfragen weniger pro Monat eingehen, ein Supportmitarbeiter im Schnitt 17 Minuten für die Bearbeitung einer Anfrage benötigt und dem Unternehmen Kosten von 250 Euro pro Stunde verursacht. Für die Bearbeitung der eingesparten Anfragen wären somit ca. 41,1 Stunden notwendig gewesen, was einem Kostenersparnis von 10.275 Euro entspricht. Dagegen handelt es sich bei einigen Maßen, wie z.B. der Nutzerzufriedenheit, um subjektive Einschätzungen, die nur im Rahmen von Umfragen ermittelt werden können. Bei positiver Entwicklung können diese Werte als Nachweis für die Wirksamkeit der durchgeführten Maßnahmen angesehen werden. Jedoch lassen sie sich für die Kosten-Nutzen-Analyse nicht als konkreter Betrag beziffern, weshalb sie nicht als Maß für die Wirtschaftlichkeit genutzt werden können. Eine wichtige Voraussetzung für diese Form der Wirtschaftlichkeitsanalyse ist, dass ein Messwert vor und nach der Durchführung der Usability-Maßnahme erfasst wird. Da es sich beim Usability-Engineering um einen iterativen Prozess handelt, liegen idealerweise Werte für jede Iteration vor, um dessen Wirksamkeit zu bewerten. Somit lassen sich Erfahrungswerte für zukünftige Usability-Projekte sammeln.



Das tatsächliche Kosten-Nutzen-Verhältnis ist stark vom konkreten Anwendungsfall abhängig, deshalb können keine pauschalen Aussagen hierzu gemacht werden. Jedoch soll an dieser Stelle, um das Potential des Usability-Engineerings besser einschätzen zu können, kurz auf die Ergebnisse einer Fallstudie von IBM [25] eingegangen werden. Das Unternehmen untersuchte mithilfe der Kosten-Nutzen-Analyse das Verhältnis aus Usability-Kosten und verringerten Kosten durch Zeitersparnisse bei der Aufgabenbearbeitung. Hierfür wurden im Laufe der Verbesserungsmaßnahmen drei Usability-Tests durchgeführt und der erste und letzte Wert für die Berechnung herangezogen. Das Ergebnis war ein Kosten-Nutzen-Verhältnis von 1:2 bei kleinen und 1:100 bei großen Software-Projekten. Wobei in der Fallstudie bei der Berechnung des Nutzens nur ein einziger Indikator berücksichtigt wurde, deshalb liegt der reale Nutzen vermutlich noch höher. Bei der Einführung des Usability-Engineerings sollte also berücksichtigt werden, dass Erfahrungen, die testweise mit kleinen Softwareprojekten gesammelt werden, nicht repräsentativ für größere Projekte sein müssen. Im Folgenden sollen nun weitere grundlegende Begriffe des Usability-Engineerings vorgestellt werden.

#### 3.1.3. Die Benutzerschnittstelle - Graphische Oberfläche

Die Interaktion der Benutzer mit dem System findet über die Benutzerschnittstelle, der graphischen Oberfläche (im Englischen als Graphical User Interface bezeichnet, kurz: GUI) statt. Oftmals wird Usability ausschließlich als Richtlinien und Kriterien für die Gestaltung von graphischen Oberflächen wahrgenommen, jedoch soll an dieser Stelle ausdrücklich betont werden, dass dies lediglich einen Aspekt darstellt. Die Benutzer verwenden eine Applikation immer in einem bestimmten Kontext bzw. Umfeld, in welchem die Benutzbarkeit bewertet werden muss. Hierbei gilt, dass *“Software-Anwendungen oder Produkte [...] eine hohe Usability [aufweisen], wenn sie von den vorgesehenen Benutzern einfach erlernt und effizient verwendet werden können [...]”* [35]. Da der Nutzungskontext, wie eben beschrieben, von großer Bedeutung ist, soll er im Folgenden konkreter definiert werden.

#### 3.1.4. Das Mensch-Maschine-System

Vereinfacht ausgedrückt handelt es sich beim Nutzungskontext um einen Menschen, der zur Lösung einer bestimmten Aufgabe eine hierfür entworfene Maschine nutzt. Dies wird auch als das Mensch-Maschine-System bezeichnet und ist in Abbildung 3.1 dargestellt. Unter einer Maschine ist in diesem Kontext ein technisches oder Software-System zu verstehen. Außerdem wird der Mensch in diesen Zusammenhang typischerweise als Benutzer bezeichnet. Im konkreten Fall der Problemstellung dieser Arbeit handelt es sich hierbei um eine Führungskraft, die mithilfe einer mobilen Applikation auf dem Tablet einen Genehmigungsprozess durchlaufen möchte. Die Aufgabe der Antragsgenehmigung wurde bereits ausführlich im Rahmen der Einleitung vorgestellt, jedoch ist der Benutzer noch weitestgehend unbekannt. Auch das Umfeld, in dem das Tablet genutzt wird, ist noch nicht detailliert beschrieben worden. Die in Abschnitt 3.2.2 eingeführte Methode zur Erstellung von Personas versucht diese Fragen zu beantworten und den Nutzungskontext einzugrenzen [35]. Der gestrichelte Rahmen um das Mensch-Maschine-System soll verdeutlichen, dass neben den bereits vorgestellten Komponenten auch das Umfeld, in dem die Interaktion stattfindet, eine Rolle spielt.

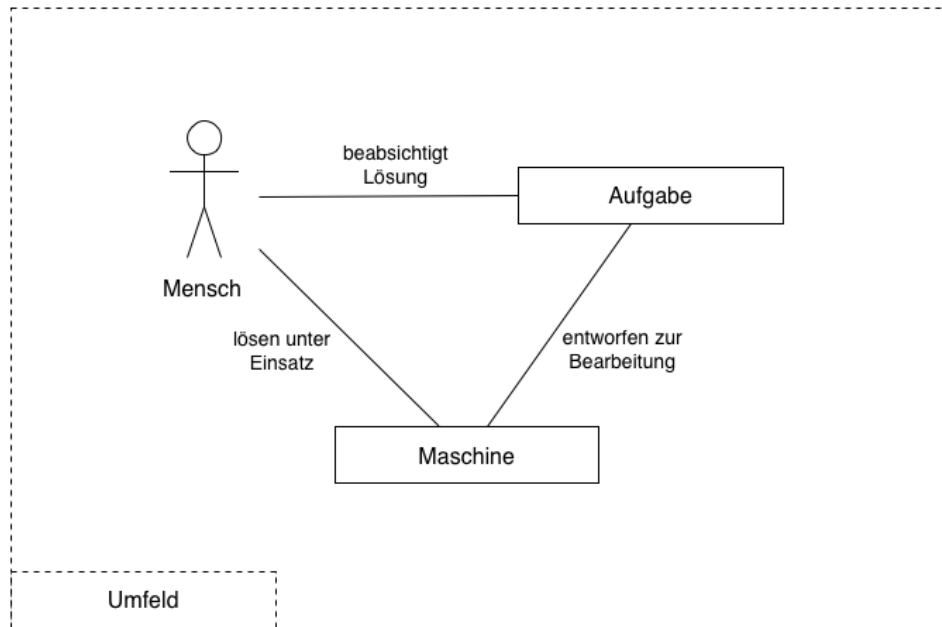


Abbildung 3.1.: Das Mensch-Maschine-System (überarbeitete Grafik aus [35]).

Betrachtet man z.B. die bestehende Webapplikation, so stellt man fest, dass sie momentan über den Browser eines Desktop-Computers bzw. Laptops genutzt wird. Dieser wird üblicherweise innerhalb der Unternehmensräume verwendet und verfügt somit während der Aufgabendurchführung permanent über eine Verbindung zum Intranet. Dagegen weist ein Tablet eine vollkommen andere Nutzungscharakteristik auf und wird aufgrund der Mobilität häufig an Orten verwendet, wo eine Netzverbindung nicht gewährleistet werden kann. Somit stellen sich alleine durch diese kleine Veränderung des Nutzungskontexts, nämlich dem Austausch der Maschine, völlig neue Anforderungen an die Applikation. Im Falle dieses Beispiels handelt es sich um den bereits vorgestellten Bedarf einer Möglichkeit zur "Offline-Genehmigung".

## 3.2. Usability-Prozess und -Methoden

Um die Benutzersicht möglichst effizient in allen Phasen der Entwicklung zu berücksichtigen, definiert die ISO 9241-210 Norm einen Prozess zur Entwicklung gebrauchstauglicher Systeme [40]. Der Prozessablauf ist in Abbildung 3.2 dargestellt. Im ersten Schritt gilt es, ein Verständnis für den Nutzungskontext des zu erstellenden Systems zu gewinnen und diesen zur genaueren Eingrenzung zu beschreiben. Anschließend müssen hieraus Nutzungsanforderungen identifiziert und spezifiziert werden. Sobald dies geschehen ist, können Lösungsstrategien entwickelt und auf ihre Wirksamkeit hin untersucht werden. Kann diese nicht nachgewiesen werden, wird eine weitere Prozessiteration gestartet, die je nach Bedarf bei einem der drei vorherigen Teilschritte einsetzen kann. Die Parallelen zum Forschungsprozess von Offermann [31], welcher als Vorgehen für diese Arbeit gewählt wurde, sind offensichtlich.

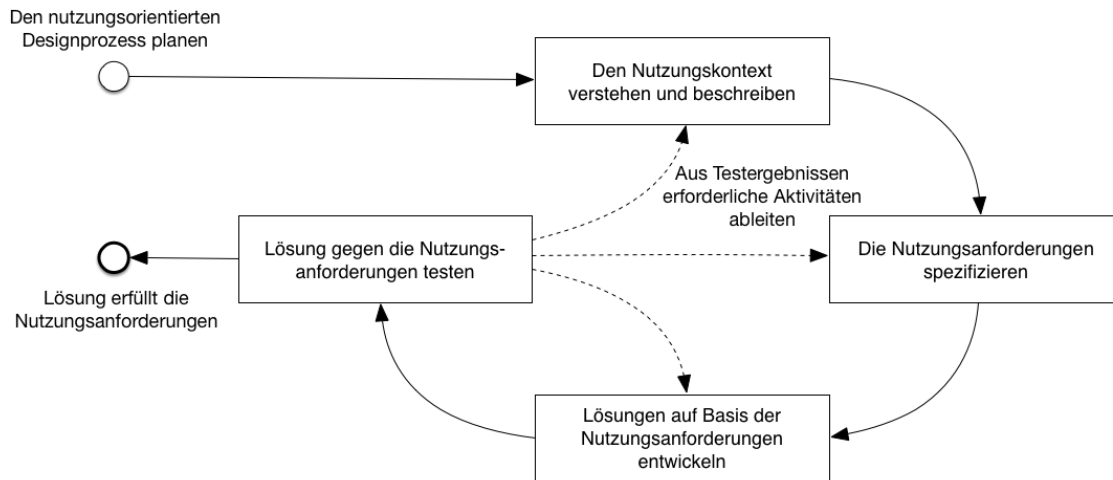


Abbildung 3.2.: Prozess zur Entwicklung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme gemäß ISO 9241-210 [40].

Die Analyse des Nutzungskontext und die Spezifikation entsprechen im Wesentlichen der Problemidentifizierung. Die Lösungsentwicklung kann als analog zum Lösungsdesign und die Untersuchung der Wirksamkeit als analog zur Evaluation im Forschungsprozess gesehen werden [35]. Da der Usability-Prozess im Rahmen der Bachelorarbeit in die Forschungsmethodik eingebettet wurde, kommt es unweigerlich zu Redundanzen bei den einzelnen Teilschritten. Um die Anzahl der unnötigen Wiederholungen zu minimieren wurde an den entsprechenden Stellen der Arbeit mit Vorwärtsreferenzen gearbeitet. So wird z.B. die Problemidentifizierung mit der Beschreibung des charakteristischen Benutzers und Nutzungskontexts in Abschnitt 3.2.2 fortgesetzt. Außerdem erfolgt die abschließende Evaluierung der entwickelten Lösungsstrategien erst in Teil III der Arbeit und nicht innerhalb dieses Kapitels. Jedoch soll dies nicht bedeuten, dass der stark iterative Charakter des Usability-Prozesses vernachlässigt wurde, welcher in vorherigen Abbildung durch die gestrichelten Pfeile dargestellt wurde. Die erarbeiteten Lösungsideen wurden anhand von Mock-Ups und Beschreibungen zu den Konzepten zusammengefasst und an die Ansprechpartner verteilt. Eine Kopie dieses Dokumentes ist auf der beiliegenden CD zu finden (siehe Anhang B). Das hierzu gegebene Feedback wurde anschließend bei der Entwicklung des iOS-Prototypen berücksichtigt.

Nachfolgend werden nun verschiedene Usability-Methoden vorgestellt und gegebenenfalls die Ergebnisse der praktischen Anwendung vorgestellt. Danach wird in einer Zusammenfassung ein Überblick darüber gegeben, welche Methoden sich für den Einsatz in den verschiedenen Projektphasen eignen.

### 3.2.1. Kontextanalyse (Contextual Inquiry)

Bei der Kontextanalyse steht die Untersuchung des Nutzungsumfelds im Vordergrund, deshalb soll der Benutzer anhand strukturierter Interviews und der Beobachtung bei der Aufgabendurchführung im natürlichen Anwendungskontext studiert werden. Mithilfe

dieser Methode sollen Probleme und Verbesserungspotentiale aus der Sicht des Benutzers identifiziert werden. Falls gewünscht, können bei der Durchführung Audio- bzw. Videoaufnahmen für die nachträgliche Auswertung aufgezeichnet werden. Die Fragestellungen der Interviews sollten allgemein gehalten werden, um ein breites Spektrum an Feedback anzuregen. Im Verlauf weiterer Interviews oder der Anwendung zusätzlicher Usability-Methoden können die Fragestellungen präzisiert werden. Die Zielsetzung dieser Methode ist es, einen tiefen Einblick in den Kontext und das Nutzungsverhalten der Benutzer zu erlangen. Dies ist insbesondere dann von großer Bedeutung, wenn der Einsatz nicht im typischen Büroumfeld stattfindet, das den meisten Software-Entwicklern wohlbekannt ist. Mögliche Beispiele sind die Nutzung von Software in Beratungsgesprächen beim Kunden oder die Verwendung einer mobilen Applikation bei der Montage einer Großanlage. Somit kann sichergestellt werden, dass *“Aspekte der täglichen Arbeit und der konkreten Anwendung der Geschäftsprozesse [...]”* [35] berücksichtigt werden.

Jedoch wurde diese Methode im Rahmen der Bachelorarbeit nicht praktisch angewendet, da es sich bei der bereits vorhandenen Usability-Umfrage in gewisser Weise um eine Kontextanalyse handelt. Hierbei wurden im Interview Verbesserungspotentiale aus Benutzersicht anhand einer offenen Fragestellung erfasst. Da ein applikationsübergreifendes Feedback zugelassen werden sollte, wurden keine Einschränkungen vorgegeben und der Aspekt der Beobachtung zurückgestellt. Ein weiterer Grund, der gegen den Einsatz der Kontextanalyse sprach, war das unterschiedliche Nutzungsumfeld, das sich durch den Einsatz eines mobilen Endgerät ergeben hat. Die Validität der abgeleiteten Nutzungsanforderungen für Tablets wäre bei der Beobachtungen der Webapplikationsnutzung am Computer fragwürdig, da sich ein Tablet, wie bereits beschrieben, durch ein völlig anderes Nutzungsumfeld und Interaktionsverhalten auszeichnet. Stattdessen wurden anhand der Online-Umfrage Personas erstellt, um den zu schaffenden Nutzungskontext detaillierter zu beschreiben.

#### 3.2.2. Personas

Personas stellen die charakteristischen Benutzer eines technischen Systems dar und fassen deren Eigenschaften zusammen. Eine ausführliche Auflistung relevanter Attribute kann in [35] gefunden werden. An dieser Stelle sollen nur einige beispielhaft aufgelistet werden: Alter, Geschlecht, Ziele, Verantwortlichkeiten, fachliche Ausbildung, Wissen, Nutzungserfahrung, Kenntnisse über verwandte Produkte, etc.. Diese Daten können gezielt über eine Umfrage gesammelt oder im Rahmen anderer Usability-Methoden, wie der bereits vorgestellten Kontextanalyse, erhoben und anschließend aggregiert werden. Eine Persona repräsentiert stellvertretend eine gesamte Nutzergruppe und soll einen Überblick über die für das Lösungsdesign relevanten Eigenschaften der Gruppe geben. Sie dient somit ebenfalls dem Zweck, die Perspektivenübernahme zu erleichtern.

Für die existierende Webapplikation existiert nur die Nutzergruppe der Führungskräfte, welche im Rahmen der Online-Umfrage erhoben wurde. Die Antworten wurden zur Erstellung der nachfolgenden Führungskraft Persona ausgewertet. Dabei wurde die häufigst gewählte Antwortoption als Eigenschaft des typischen Benutzers festgelegt. Eine komplette Auswertung der Umfrage kann im Anhang A gefunden werden. Der in Klammern

angegebene Prozentsatz spiegelt den Anteil der gewählten Eigenschaft von der Gesamtzahl der Antworten pro Frage wieder.

**Die Führungskraft:**

- Männlich (73,4%)
- 50 - 59 Jahre alt (47,4%)
- Hochschulabschluss (63,2%) in Informations- und Kommunikationstechnologie (36,8%) oder im Bereich Wirtschaft und Recht (36,8%)
- Verfügt über die direkte Personalverantwortung für 12,4 Mitarbeiter
- Besitzt ein Tablet (84,2%), wobei das Dienstgerät ein iPad von Apple (88,9%) ist
- Nutzt das Tablet dienstlich weniger als eine Stunde pro Tag (44,4%)
- Verwendet 4,8 dienstliche Apps mindestens einmal pro Woche
- Verwendet die Webapplikation (94,7%) und arbeitet wöchentlich 13,8 Minuten damit



Der prototypische Benutzer ist männlich und 50 - 59 Jahre alt. Er hat mit einem Hochschulabschluss im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie oder Wirtschaft und Recht abgeschlossen. Außerdem besitzt der Benutzer ein iPad und verwendet dienstlich ca. fünf verschiedene Apps mindestens einmal pro Woche. Das Tablet wird jedoch täglich weniger als 1 Stunde eingesetzt. Dennoch sprechen diese Eigenschaften dafür, dass der prototypische Benutzer über einige Erfahrung bei der Bedienung eines mobilen Endgerätes verfügt. Insbesondere Applikationen auf iOS-Endgeräten unterliegen strenger Designvorgaben von Apple, die ein einheitliches Bedienerlebnis (engl. User Experience) sicherstellen sollen [23]. Deshalb kann angenommen werden, dass der Benutzer dieses ebenfalls vom zu entwickelten Prototypen erwartet. Außerdem konnte festgestellt werden, dass die Führungskraft pro Mitarbeiter ca. eine Minute pro Woche auf der bestehenden Webapplikation verbringt. Dies könnte als Indikator für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit des Usability-Engineerings verwendet werden, jedoch handelt es sich bei den erhobenen Daten um subjektive Einschätzungen der Benutzer, die für eine fundierte Aussage nicht herangezogen werden können. Für eine valide Aussage über die erzielte Verbesserung müssten objektive Messungen der Bearbeitungsdauer durch breit angelegte Usability-Tests durchgeführt werden. Hierbei müsste sowohl die Nutzung der Webapplikation auf dem Computer als auch der App auf dem Tablet analysiert werden. Außerdem



müssten die Tests für die Auswertung der Bearbeitungsdauer in einem Usability-Labor abgehalten und auf Video aufgezeichnet werden. Dieses Vorgehen ist insbesondere bei der Nutzergruppe der Führungskräfte, die oftmals nur wenig oder keine Zeit zur Verfügung haben, schwierig umzusetzen, deshalb wird im abschließenden Teil III ein Lösungsansatz für diese Problematik vorgestellt. Da die Zeit, die der Benutzer für die Erledigung der Aufgaben innerhalb der App verbringt, sehr kurz ist, spielt der Einsatz von einfach erlernbaren Bedienkonzepten und die Minimierung der Bearbeitungsdauer z.B. durch die Vermeidung von tiefen "Klickhierarchien" eine wichtige Rolle bei der Entwicklung des Prototypen.

#### 3.2.3. Storyboards

Ein Storyboard ist "[...] ein Mittel zur Kommunikation zwischen Auftraggebern, Benutzern und Entwicklern" [35]. Diese Darstellungstechnik stammt ursprünglich aus der Filmbranche und dient dort den Schauspielern, Technikern und der Regie zur Visualisierung einer Szene. Der Regisseur drückt mithilfe von Storyboards seine Vision der Szene aus und kommuniziert hierdurch den Technikern Vorgaben für die Platzierung des Lichts bzw. der einzusetzenden Kameraeinstellung (siehe Abbildung 3.3).

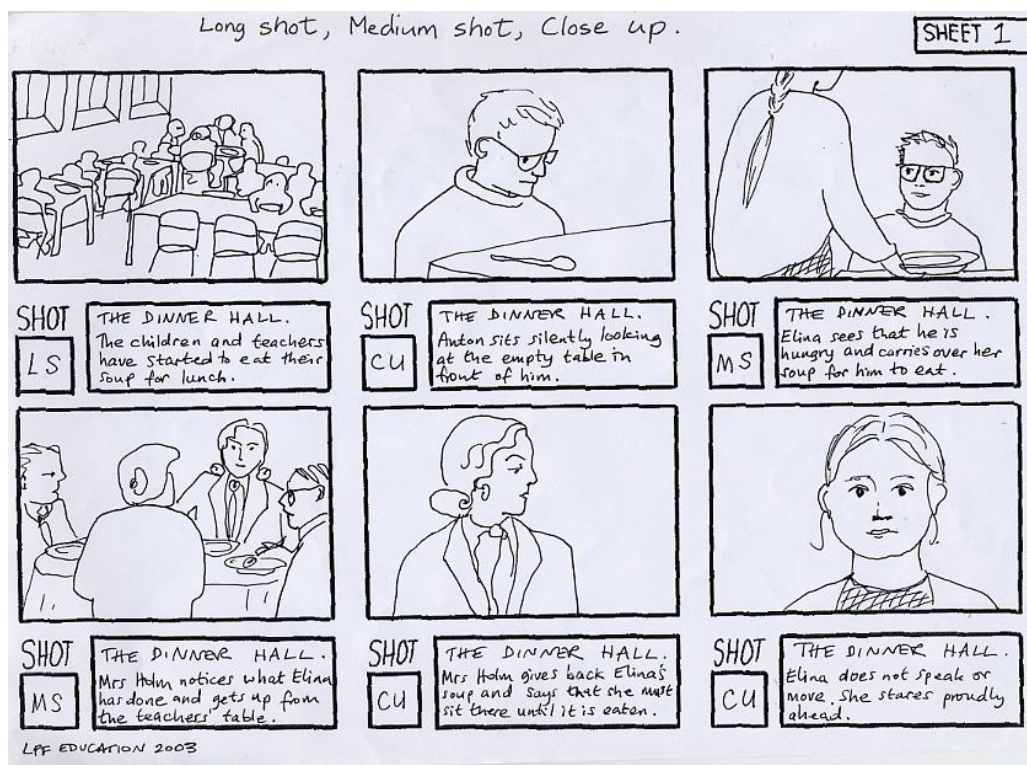


Abbildung 3.3.: Beispielhaftes Storyboard aus der Filmbranche (<http://www.tannenplatz.de/filmprojekt.html>).

Außerdem dienen sie auch für das Gespräch mit den Schauspielern als Kommunikationsmittel und vermitteln ihnen den zu spielenden Ausdruck sowie die Komposition der

Aufnahme. Storyboards lassen sich ebenfalls in Softwareprojekten als Kommunikationsmittel und Diskussionsgrundlage einsetzen. Sie können gemeinsam in Workshops erarbeitet oder von den Designern vorab angefertigt und vorgestellt werden. Es kann sich hierbei um einfache Darstellungen von Interaktionen und Animationen handeln, aber auch um komplexe Dialogabläufe [35]. Ein Storyboard muss sich nicht ausschließlich auf die graphische Oberfläche der Applikation beziehen, sondern kann z.B. auch die Interaktion mit dem Umfeld zeichnerisch darstellen. Sie sollen als Hilfsmittel für ein gemeinsames Verständnis eingesetzt werden und dienen insbesondere zur Veranschaulichung komplexer Sachverhalte oder Abläufe. Anhand dieser einfachen Skizzen können schnell verschiedene Lösungsansätze dargestellt und diskutiert werden. Im Rahmen der Visualisierungen in Kapitel 4 wird ausführlicher erläutert, weshalb die visuelle Darstellung sehr hilfreich für das Problemverständnis und die Lösungsfindung ist.

Bei der Entwicklung des Prototypen kamen Storyboards nicht zum Einsatz, da die Abläufe bereits klar definiert waren. Lediglich die Lösungsansätze zur Findung innovativer Bedienkonzepte wurden zur Veranschaulichung von Hand skizziert. Diese Grafiken können entweder den im nachfolgenden Abschnitt vorgestellten UI-Prototypen zugeordnet oder als einfache Storyboards betrachtet werden. Eine klare Trennung ist in diesem Fall schwierig, da eine Interaktion als auch die grafische Oberfläche dargestellt wird. Generell beziehen sich Storyboards eher auf das gesamte Applikationsumfeld und stellen die Abläufe abstrahiert dar, wogegen sich das UI-Prototyping, wie der Name bereits andeutet, auf die Gestaltung und den Aufbau des User Interfaces konzentriert.

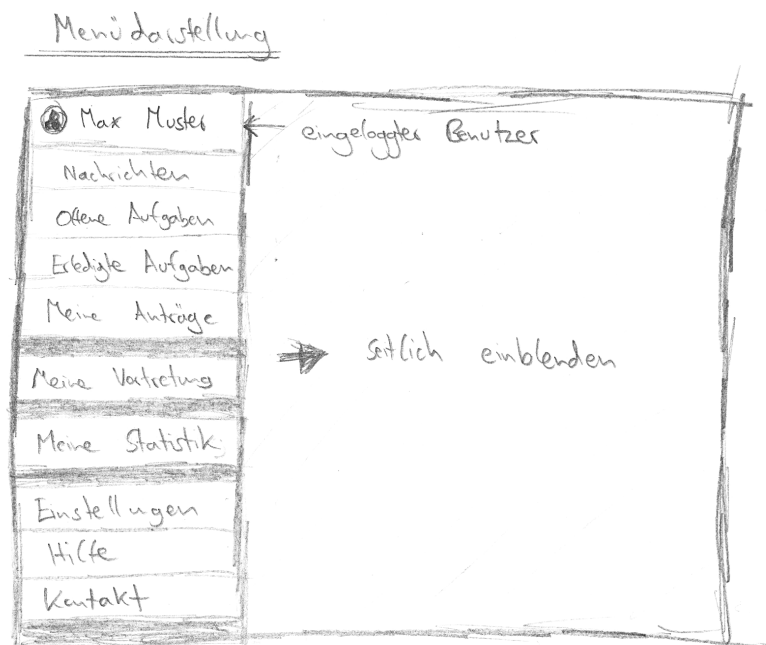


Abbildung 3.4.: Bedienkonzept für das Einblenden des Menüs.

Nun sollen kurz die beiden skizzierten Bedienkonzepte vorgestellt werden. In Abbildung 3.4 ist das Menü dargestellt, welches durch Wischgesten ein- und ausgeblendet werden kann. Die Motivation für diesen Ansatz war der stark begrenzte Darstellungsraum auf dem Tablet. Die Aussage, ob Business Applikationen aufgrund des Platzbedarfs nur auf Tablets sinnvoll eingesetzt werden können, wurde in der Online-Umfrage mit einem durchschnittlichen Wert von -0,06 auf der vorab beschriebenen Likert-Skala leicht ablehnend bewertet. Dennoch fiel die Entscheidung für das ausblendbare Menü, um den verfügbaren Raum effektiv zu nutzen und die eigentliche Information übersichtlich darzustellen. Diese Entscheidung wurde auch aufgrund der Richtlinien von Apple [23] getroffen, die eine sparsame Gestaltung des zur Verfügung stehen Platzes empfehlen, damit sich der Benutzer auf den eigentlichen Inhalt konzentrieren kann. Des Weiteren hat sich das sogenannte "Slide-Out Menü" nach der Einführung in der Facebook App als Quasi-standard für die Menünavigation unter iOS durchgesetzt [30].

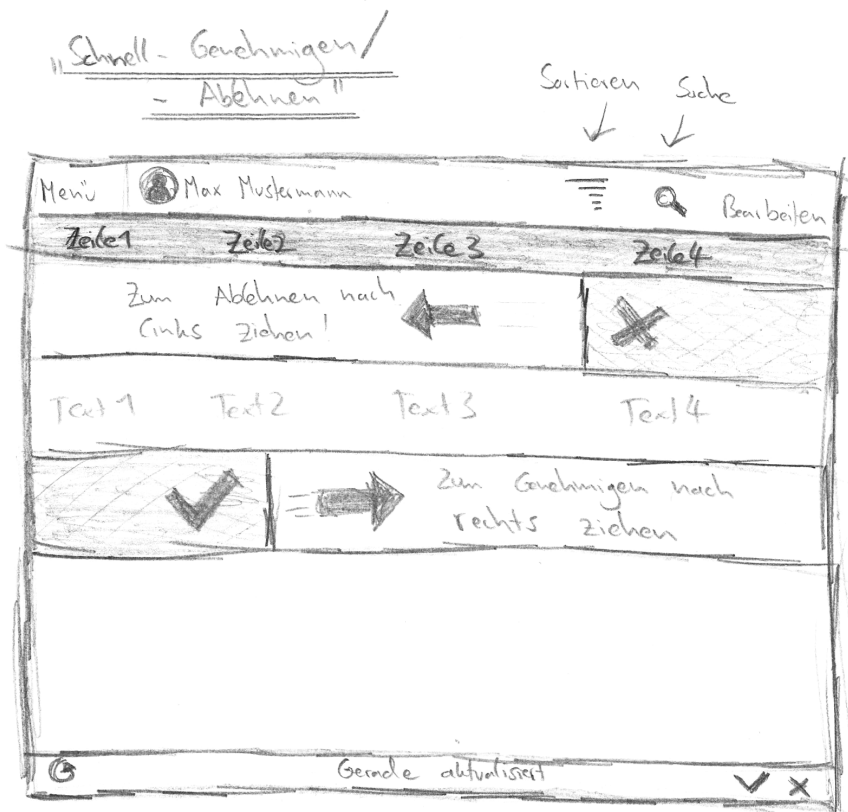


Abbildung 3.5.: Bedienkonzept für das schnelle Genehmigen bzw. Ablehnen.

Die zweite Abbildung 3.5 zeigt den Ansatz zur schnellen Genehmigung bzw. Ablehnung eines Antrages. Hierbei können die Tabellenzeilen nach rechts oder links gezogen werden um die entsprechende Aktion durchzuführen. Der Vorteil dieses Bedienkonzeptes ist, dass kein Klick für die Durchführung einer Aktion gemacht werden muss. Stattdessen wurde mithilfe der Gestensteuerung eine intuitive Interaktionsmöglichkeit zur Genehmi-



gung bzw. Ablehnung geschaffen. Da dieses Konzept für den Großteil der Benutzer neuartig ist, wurde im Rahmen der Evaluation besonderer Wert darauf gelegt, die tatsächliche Intuitivität und Akzeptanz zu untersuchen.

### 3.2.4. UI Prototyping

Wie bereits angedeutet liegt der Fokus beim UI-Prototyping auf der Gestaltung der Benutzerschnittstelle. Dabei handelt es sich um Attrappen der graphischen Oberfläche, welche auch als Mock-Ups bezeichnet werden und eine unterschiedliche Darstellungstreue besitzen können. Das Spektrum reicht von einfachen Papierskizzen bis zu täuschend echten Oberflächen, wobei letztere meist mit der Unterstützung von Software gestaltet werden. Oftmals bietet diese sogar die Funktionalität, das Interaktionsverhalten realitätsnah zu simulieren. Der Zweck der UI-Prototypen ist zum einen das korrekte Verständnis der Anforderungen zu überprüfen und fachliche Missverständnisse aufzudecken. Außerdem dienen sie der Erstellung eines User-Interface-Konzeptes, welches dem Benutzer die Möglichkeit bietet, den graphischen Aufbau, aber auch die Bedienabläufe vorab zu testen und zu erfahren. Die Erstellung der UI-Prototypen läuft wie der Usability-Prozess iterativ ab, um die Benutzerschnittstelle stetig anhand des erhaltenen Feedbacks zu optimieren. Ein weiterer Aspekt ist die Ästhetik der graphischen Oberfläche. Mithilfe verschiedener Design-Varianten kann die beste Gestaltungsform gefunden werden. Hierbei werden z.B. Aspekte, wie die farbliche Gestaltung oder Raumaufteilung untersucht und verglichen. Abschließend dienen die UI-Prototypen den Entwicklern als Vorlagen für die Implementierung der tatsächlichen graphischen Oberfläche.

Für die prototypische App wurden Mock-Ups mithilfe der Software "Prototyper Pro" (<http://www.justinmind.com/>) erstellt. Eine interaktive Version der Mock-Ups kann als HTML-Datei auf der beiliegenden CD gefunden werden. Im Folgenden sollen die UI-Prototypen zu den vorherigen Skizzen vorgestellt werden. Gemäß dem iterativen Ansatz wurden die Mock-Ups inklusive kurzer Beschreibungen der Bedienkonzepte an eine Führungskraft und den Softwarearchitekten gesendet (siehe Anhang B). Das erhaltene Feedback wurde bei der Implementierung der Benutzerschnittstelle berücksichtigt, da auf eine Überarbeitung der UI-Prototypen verzichtet wurde. Die Mock-Ups folgen bereits den firmeninternen Design Richtlinien für iOS-7 Applikationen, jedoch wird auf die Methodik der Guidelines im nachfolgenden Abschnitt 3.2.5 ausführlich eingegangen.

In Abbildung 3.6 ist erneut das einblendbare Menü und auf der rechten Seite die Detailansicht einer Applikationsnews dargestellt. Die Aufteilung der Menüeinträge entspricht, der ersten Skizze und wurde so gewählt, dass im ersten Block die bekannten Funktionen der Webapplikation zu finden sind. Der zweite und dritte Block stellt die angeforderten Erweiterungen dar. Der Bedarf einer Bereitstellung von KPIs wurde bereits in der Einleitung erläutert. Der Anforderung einer zentralen Vertreterregelung innerhalb der Applikation wurde in der Umfrage mit einem Wert von 1,05 auf der Likert-Skala eine hohe Priorität zugewiesen. Es handelt sich hierbei um die Möglichkeit, die Vertreter aller Personalsysteme zentral an einer Stelle, in diesem Fall innerhalb der App, verwalten zu können. Der letzte Block des Menüs bezieht sich auf allgemeine Funktionalitäten, auf die nicht weiter eingegangen werden muss.

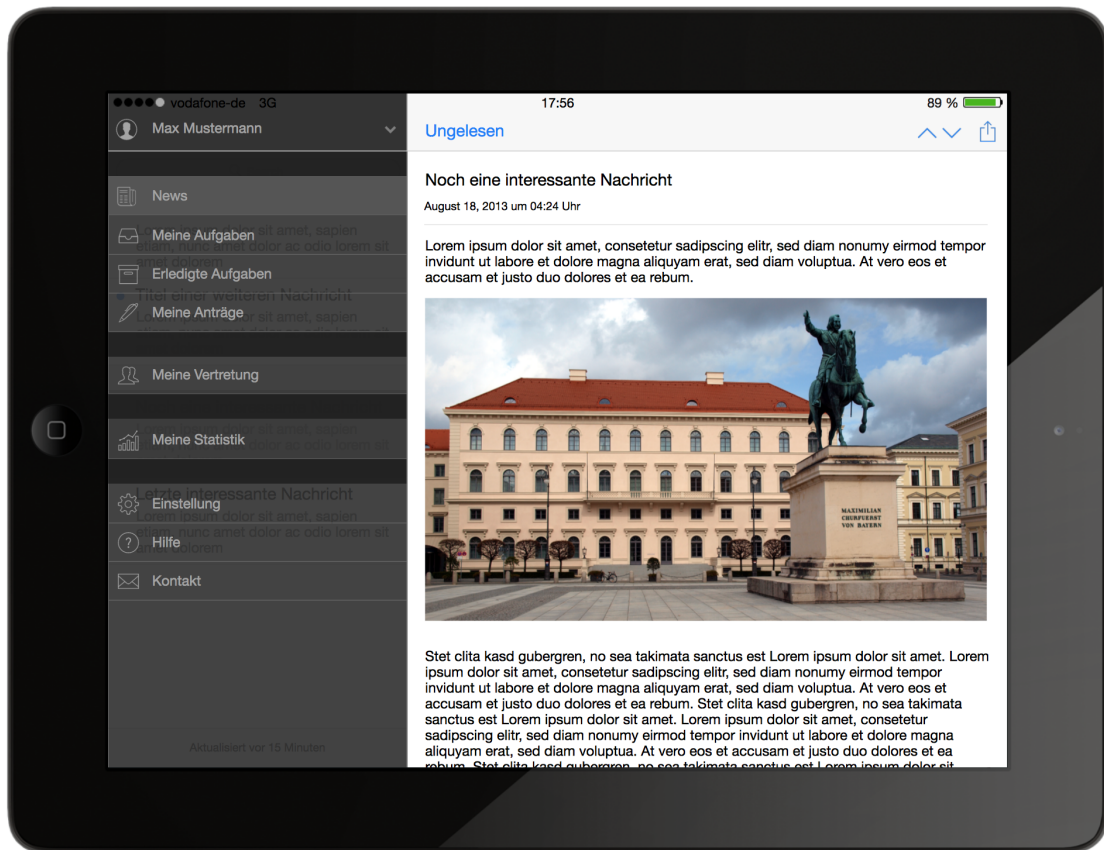


Abbildung 3.6.: Mock-Up des einblendbaren Menüs.

Die folgende Abbildung 3.7 zeigt die Übersicht der offenen Aufgaben. In der linken oberen Ecke ist der momentan aktive Benutzer zu finden. Durch Klick darauf kann in die Rolle eines zu vertretenden Benutzers gewechselt werden. Mithilfe des benachbarten Buttons lässt sich das Menü einblenden, wobei das Icon dieses Buttons aufgrund des erhaltenen Feedbacks im App-Prototypen durch den Text "Menü" ersetzt wurde, da es nicht eindeutig auf die Funktion des Buttons schließen ließ. Außerdem enthält die Navigationsleiste gemäß der Guidelines von Apple [23] einen Titel, der die aktuelle Ansicht identifiziert und der Orientierung dient. Des Weiteren sind auf der rechten Seite der Leiste Buttons für die Filterung und Suche platziert. In der Toolbar am unteren Ende der Anzeige befindet sich der "Markieren"-Button für die Mehrfachauswahl, der Zeitpunkt der letzten Aktualisierung, sowie Buttons für die Genehmigung bzw. das Ablehnen. Um die Konformität zu Apple's Richtlinien zu wahren, wurde der Button zur Mehrfachauswahl bei der Implementierung in "Bearbeiten" umbenannt und in die Navigationsleiste verschoben. Die Icons für die Genehmigung und das Ablehnen wurden aus der bestehenden Webapplikation übernommen. All diese Maßnahmen dienen dem Zweck, dem Benutzer über alle Applikationen hinweg die gleiche Bedienerfahrung zu bieten. Dies trägt maßgeblich zur Intuitivität der Bedienung bei, da bekannte Konzepte wiederverwendet werden.

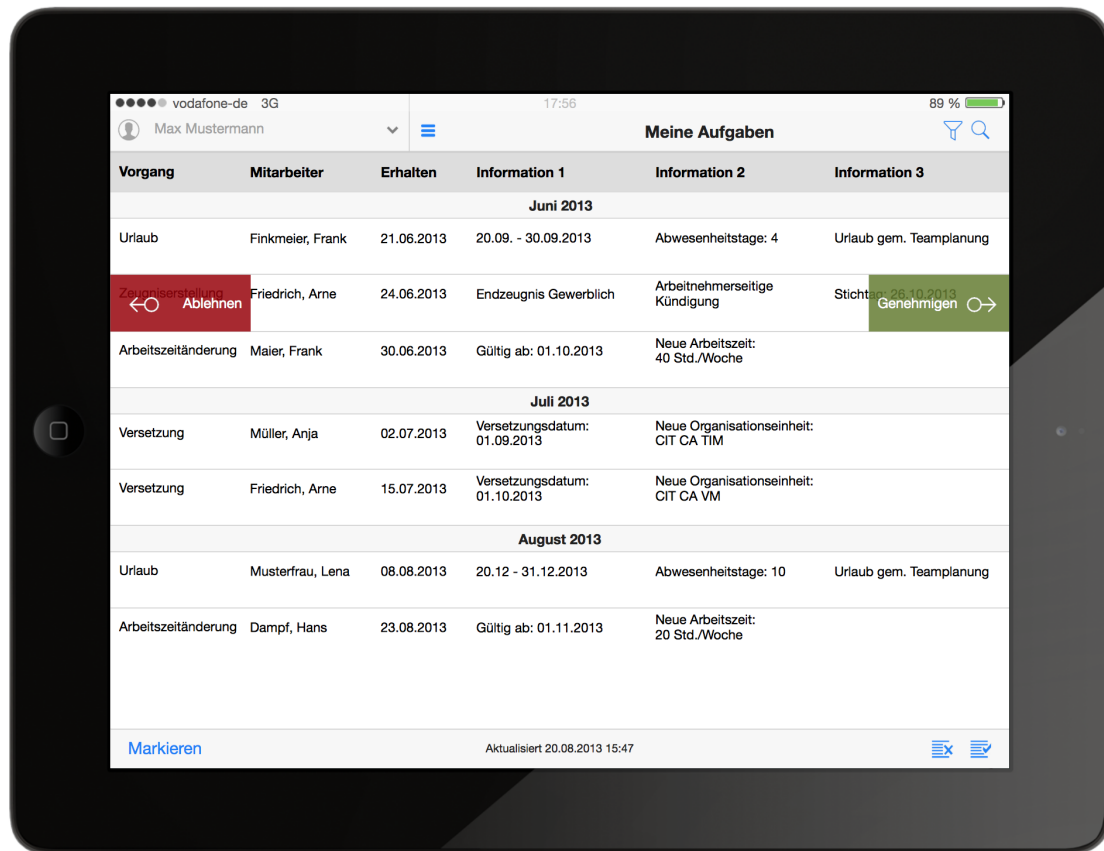


Abbildung 3.7.: Mock-Up der offenen Aufgaben und Aktionen zur Genehmigung bzw. Ablehnung.

### 3.2.5. Usability- und Design-Guidelines

Der Begriff der Guidelines ist im Usability-Umfeld nicht klar abgesteckt, hierzu zählen Styleguides, Usability- oder Design-Guidelines. Sie haben die Gemeinsamkeit, dass sie Regeln für die Gestaltung der Benutzeroberfläche oder Interaktion zur Verbesserung der Usability sammeln. Des Weiteren unterscheiden sich die Guidelines im Detailgrad der Richtlinien, welcher von allgemein gehaltenen Regeln bis zu detaillierten Vorschriften reichen kann. Typischerweise beziehen sich die Usability-Guidelines auf Regeln zur Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit. Styleguides und Design-Guidelines können als Unterkategorie der Usability-Guidelines angesehen werden, da sie durch ihre konkreten Gestaltungsvorschriften der Benutzeroberfläche den optischen als auch funktionalen Wiedererkennungswert sicherstellen (z.B. einheitliche Icons für bestimmte Aktionen). Hierdurch wird dem Benutzer die Orientierung in der Applikation erleichtert. Teilweise sind diese Regeln in gesetzlichen Verordnungen (EU-Richtlinie 90/270/EWG [10]) oder Normen (DIN EN ISO 9241, 1997-2006 [39]) verankert und können, im Fall der gesetzlichen Regelung, bei Missachtung ernsthafte rechtliche Konsequenzen für den Arbeitgeber nach sich ziehen [11]. Darüberhinaus können, vor allem im Umfeld der mobilen Endgeräte, Richtli-

nien für die Gestaltung der Applikation durch den jeweiligen Hersteller vorgegeben werden. Zusätzlich können noch unternehmensinterne Vorschriften für die Gestaltung (*“Corporate Design Guidelines”*) von Webseiten und Applikation existieren. Eine Problematik, die bei einer zu starken Regulierung durch Guidelines auftreten kann, ist eine zu stark eingeschränkte Anpassbarkeit an die Bedürfnisse der Benutzer oder die Anforderungen des Unternehmens.

Bei der Erstellung der bereits präsentierten Mock-Ups und des iOS-Prototypen wurde sich an die folgenden Hersteller- und Unternehmensrichtlinien gehalten:

- iOS Human Interface Guidelines, Apple Inc [23]
- iOS 7 UI Transition Guide, Apple Inc [22]
- App Design Guidelines, Siemens AG (siehe Anhang B)
- App Design changes with iOS7 - Draft preview, Siemens AG (siehe Anhang B)

Nachfolgend sollen exemplarisch einige Richtlinien aus [9], [39], [41] und den aufgelisteten Herstellerrichtlinien anhand deren Anwendung bei der Implementierung des Prototypen vorgestellt werden. Dies dient zum einen der Veranschaulichung der Richtlinien und zum anderen als Nachweis der Relevanz der Regel für mobile Applikationen.

#### **Steuerbarkeit**

Auch hierbei handelt es sich um eine Richtlinie aus der Norm ISO 9241. Ihre Forderung lautet, dass *“der Benutzer [...] den Dialogablauf beeinflussen [kann]”*[39]. Diese ist so grundlegend, dass man sich kaum Gedanken darüber macht. Mit anderen Worten ausgedrückt, verlangt diese Richtlinie, dass der Benutzer den Ablauf einer Applikation zu jedem Zeitpunkt steuern kann. Er kann sich also z.B. an jeder Stelle dazu entscheiden die gerade durchgeführte Aktion abubrechen (vergleiche Abbildung 3.9).

#### **Gestaltung von Dialogen**

Abbildung 3.9 visualisiert eine Richtlinie von Apple [23] zur Gestaltung von Dialogen. Diese soll nach Möglichkeit ausschließlich mit zwei Buttons verwendet werden. Einer davon muss immer die Option bieten, den Vorgang abubrechen und somit den Dialog zu schließen. Ein weiterer Aspekt, der zwar nicht in Apples offiziellen Richtlinien gefunden werden kann, aber in vielen Apps (z.B. Mail © Apple Inc.) umgesetzt wurde ist, dass der rechte Button eine positive und der linke Button eine negative Aktion auslöst. Hierdurch entsteht eine beabsichtigte Inkonsistenz bei der Bedienung, welche dem Zweck dient, die Aufmerksamkeit des Nutzers auf sich zu lenken. Dies soll verhindern, dass der Dialog aus Gewohnheit immer durch Klicken auf den Aktionsbutton geschlossen wird. Im Rahmen der abschließend durchgeführten Interviews konnten einige Reaktionen zu diesem Konzept gesammelt werden (siehe Kapitel 6).

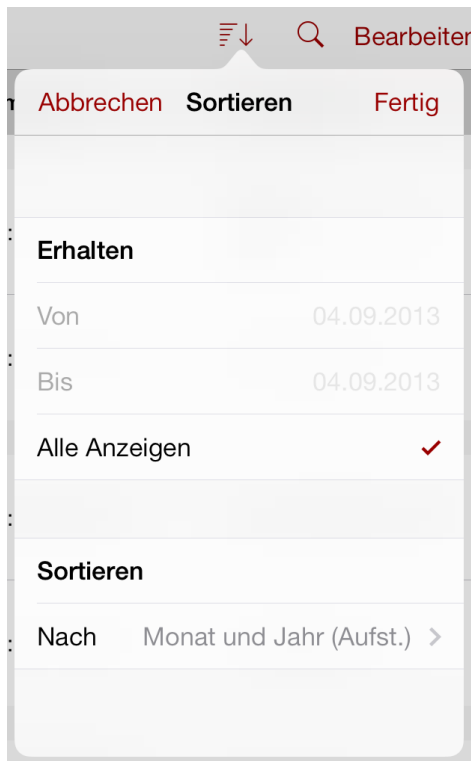


Abbildung 3.8.: Popover für die Sortierung.

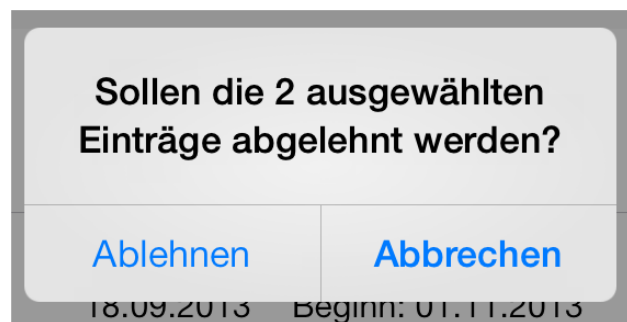
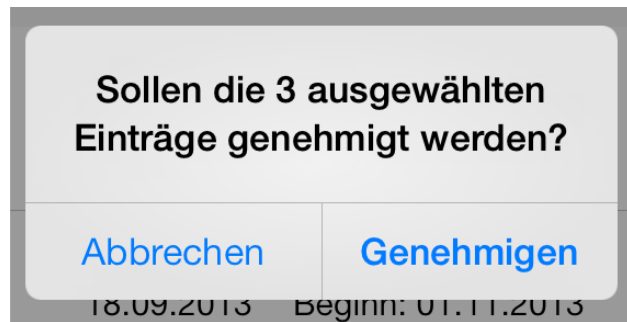


Abbildung 3.9.: Dialog für die Mehrfachgenehmigung oder -ablehnung.

### Konsistenz

Die Bedienung einer Applikation soll durch einheitliche Gestaltung und Interaktionen konsistent gehalten werden [9, 41]. Hierdurch wird sichergestellt, dass keine oder nur eine geringe Einarbeitungszeit in die Bedienkonzepte einer Applikation notwendig ist, da sie bereits bekannt sind und wiederverwendet werden können. Dies wurde im Prototypen z.B. durch die Navigationsleiste in Abbildung 3.11 umgesetzt, die in jeder Ansicht den gleichen Aufbau besitzt. Außerdem wurden die Icons der Webapplikation für die entsprechenden Buttons der App übernommen, um die Konsistenz zur bestehenden Webapplikation zu wahren. Jedoch wird diese Richtlinie anscheinend durch die Anordnung der Buttons in den Dialogen auf Abbildung 3.9 gebrochen, da der Aktions-Button nicht konsistent auf einer Seite platziert wurde. Betrachtet man diesen Sachverhalt jedoch aus dem Blickwinkel, dass auf der rechten Seite immer der Button zur Durchführung der positiven Aktion angebracht ist, so liegt keine Verletzung vor. Außerdem gibt es mit der Absicht der Aufmerksamkeitsattraktion einen konkreten Grund, der je nach Auslegung die Abweichung rechtfertigt.

#### Individualisierbarkeit

Diese Richtlinie wurde [39] entnommen und fordert, dass ein System individuell an die Bedürfnisse des Benutzers anpassbar sein muss. Innerhalb der App wurde sie z.B. durch eine konfigurierbare Sortierung umgesetzt (siehe Abbildung 3.8). Die persönlichen Einstellungen werden für jede Ansicht persistent gespeichert und beim Öffnen der App wiederhergestellt. Außerdem besteht die Möglichkeit die Ansicht zu konfigurieren, die beim Start der Applikation angezeigt werden soll.

#### Natürliches Mapping

Unter dem Begriff des *“natürlichen Mappings”* ist zu verstehen, dass Ort und Richtung einer Handlung zur Steuerung eines technischen Systems mit dem Ort und der Richtung des hierdurch ausgelösten Handlungseffektes übereinstimmen soll [41].

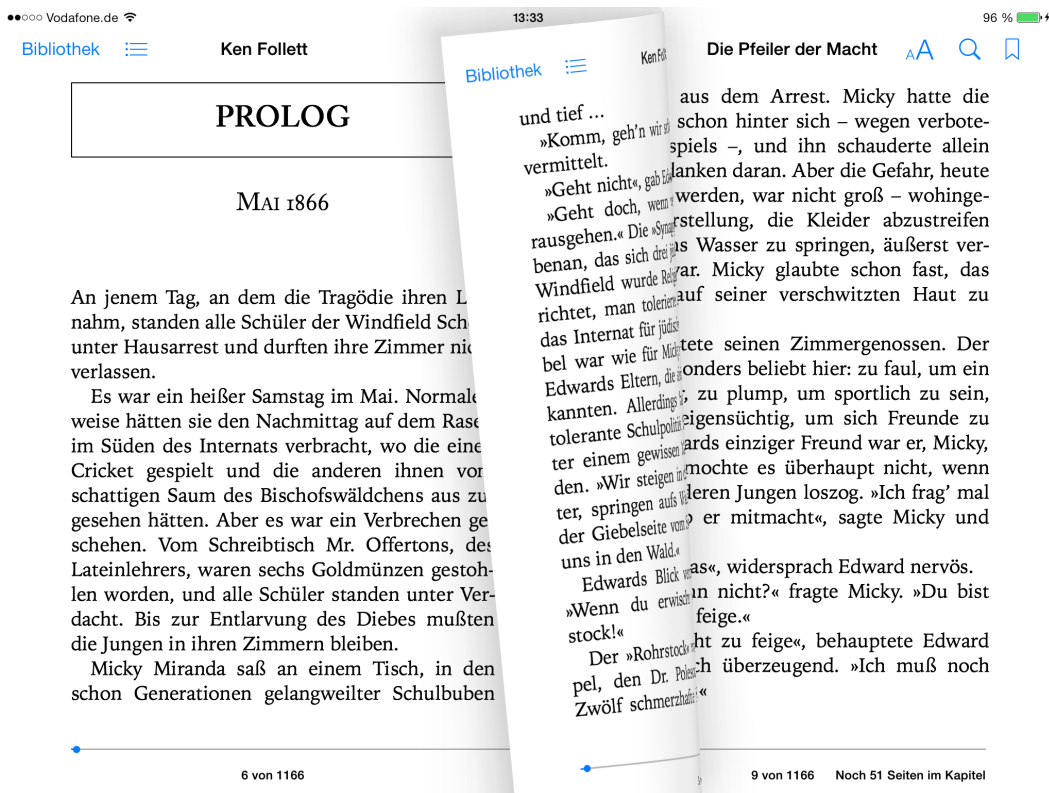


Abbildung 3.10.: Beispiel für die Umsetzung der natürlichen Mappings (iBooks © Apple Inc.).

Betrachtet man z.B. den Fensterheber eines Autos, so stellt man Folgendes fest: Durch das Herunterdrücken des Knopfes wird die Scheibe nach unten gefahren, somit stimmt in diesem Fall die Richtung der Handlung – das Herunterdrücken – und der Handlungseffekt überein. Diese Richtlinie lässt sich auf die Gestaltung der Gestensteuerung bei mobi-



len Endgeräten übertragen. Man kann Interaktionen die aus der realen Welt bekannt sind innerhalb einer App abbilden. So wird beispielsweise das Umblättern einer Buchseite in der iBooks App durch eine analoge Wischgeste umgesetzt. Zusätzlich wird der Vorgang des Umblättern auf dem Tablet realitätsnah animiert (siehe Abbildung 3.10). Mithilfe der Einhaltung dieser Richtlinie kann die Intuitivität der Bedienung verbessert werden, da sie bereits bekannt ist und übertragen werden kann.

#### Unmittelbares Feedback und Zustandsanzeige

Anfragen, die durch eine mobile Applikation an den Server geschickt werden, sollen nach Möglichkeit asynchron durchgeführt werden, damit die Interaktion nicht blockiert wird. Dabei besteht die Problematik, dass der Benutzer den Status der Anfrage nicht mitbekommt, deshalb sollte hierfür eine Visualisierung bereitgestellt werden, die auf den aktuellen Status schließen lässt [9]. Im iOS-Umfeld wird z.B. eine laufende Aktualisierung einer Tabelle wie folgt angezeigt.

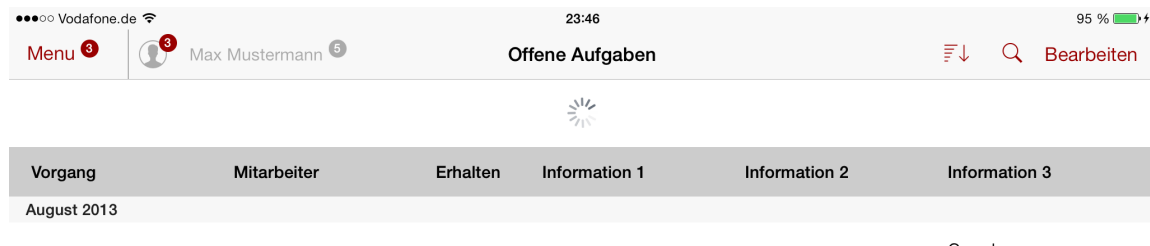


Abbildung 3.11.: Indikator einer laufenden Aktualisierung.

Generell sollte darauf geachtet werden, dass der aktuelle Zustand einer Applikation anhand der graphischen Oberfläche unmittelbar erkannt werden kann. Über die gesamte prototypische App hinweg kann der momentan aktive Benutzer in der Navigationsleiste gefunden werden. Die Ziffer im hochgestellten grauen Kreis zeigt an, wie viele offene Aufgaben für diesen vorhanden sind. Der Indikator beim Menü-Button zeigt die Anzahl der ungelesenen Applikationsnews und der Indikator beim Portrait die Anzahl der aktiven Vertretungen an.

#### 3.2.6. Usability Testing

Die klassische Form der Usability-Tests findet in einem speziell für diesen Zweck eingerichteten Usability Labor statt. Dieses zeichnet sich dadurch aus, dass der Benutzer bei der Durchführung einer Aufgabe über Kameras oder durch ein Fenster beobachtet werden kann. Hierbei können auch technische Hilfsmittel, wie z.B. Eye-Tracker, zum Einsatz kommen, die es erlauben die Blickbewegungen des Testers aufzuzeichnen. Mithilfe der Aufzeichnungen kann nachvollzogen werden auf welches Element der graphischen Oberfläche der Benutzer zu einem bestimmten Zeitpunkt geblickt hat. Die Tests basieren auf der psychologischen Methodik des Experiments, welches mithilfe der Gütekriterien der Objektivität, Reliabilität und Validität qualitativ bewertet werden kann. Das

Kriterium der Objektivität legt fest, dass die Ergebnisse des Experiments durch keine beteiligte Person bei der Durchführung und Auswertung in irgendeiner Weise beeinflusst werden darf. Eine Maßnahme die hieraus abgeleitet wird ist, dass der Versuchsleiter sich während der Durchführung nach Möglichkeit nicht im Labor aufhalten sollte, um eine Beeinflussung im Vorherein ausschließen zu können. Die Reliabilität fordert, dass das Experiment "bei wiederholter Anwendung unter gleichen Bedingungen [...] zu gleichen Resultaten kommen" [35] sollte und unter Validität ist zu verstehen, dass das Experiment tatsächlich die Auswirkungen auf die Usability bestimmt und nicht z.B. die Verbesserung, die sich durch den Lerneffekt bei der mehrfachen Ausführung einer Aufgabe ergibt. Eine ausführliche Beschreibung der Kriterien und möglicher Maßnahmen zu ihrer Einhaltung können in [37] gefunden werden. Vor der Durchführung des Experiments müssen Aufgabenstellungen erarbeitet und passende Indikatoren zur Messung der Benutzbarkeit gewählt werden. Drei Beispielindikatoren wurden in Abschnitt 3.1.2 vorgestellt.

Die Vorbereitung und Auswertung eines formalen Experiments kann sehr zeitintensiv sein. Alternativ kann auch ein sogenannter "*Usability-Walkthrough*" durchgeführt werden. Dabei wird eine Testperson von einem Testleiter bei der Bearbeitung realistischer Aufgaben begleitet. Es besteht beiderseits jederzeit die Möglichkeit, Fragen zu stellen und mögliche Unklarheiten zu beseitigen. Anhand eines Durchführungsleitfadens sollte sichergestellt werden, dass alle geplanten Aufgaben abgearbeitet und keine Aspekte vergessen werden. Diese Methode wurde im Rahmen der Arbeit für die abschließende Evaluierung gewählt. Der große Vorteil war dabei, dass in dieser Art des Usability-Testings eine Steuerung durch den Testleiter in Richtung gewisser Fragestellungen vorgenommen werden kann. Im Rahmen der Bachelorarbeit stellten diese Fragestellungen die einleitend präsentierten Forschungsfragen dar. Somit konnte eine Beantwortung der Fragen sichergestellt werden. Da nicht nur Aufgabenstellungen anhand des entwickelten Prototypen, sondern auch weitere Fragestellungen z.B. zur IT-Sicherheit untersucht werden sollten, wurde ein Interviewleitfaden erstellt (siehe Anhang B). Dieser bestand sowohl aus realistischen Aufgaben als auch einigen davon losgelösten Fragen. Ein weiterer Vorteil dieser Methode war es, dass sie im Rahmen von 30 minütigen Interviews durchgeführt werden konnte. So war es auch möglich Feedback von vier Führungskräften im Topmanagement einzuholen. Die Auswertung der Interviews wird in Kapitel 6 präsentiert. Insgesamt wurden sieben Personen interviewt, wobei eine Empfehlung für die Sammlung von qualitativen Feedback zur Benutzbarkeit eines Systems beim iterativen Prototyping ca. vier bis sechs Personen als ausreichend betrachtet [35].

#### 3.2.7. Fragebögen

Möchte man dagegen ein breites Spektrum an Feedback einholen, empfiehlt sich die Durchführung einer Umfrage. Diese können aufgrund der höheren Teilnehmerzahl eine stärkere Aussagekraft besitzen. Fragebögen oder Umfragen können sowohl zur Untersuchung des Benutzers und Kontexts, als auch zur Evaluierung der Usability eingesetzt werden. Die Befragung, kann dabei schriftlich in Form einer Papierumfrage, elektronisch durch eine Online-Umfrage oder telefonisch durchgeführt werden. "Der Einsatz von Fragebögen erfolgt oft mit dem Ziel, für die gesamte Benutzergruppe repräsentative Aussagen zu erhal-



ten“ [35]. Hierfür stellt die Repräsentativität der Befragten für die Benutzergruppe selbstverständlich eine Voraussetzung dar. Im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Methoden geht es hier nicht um subjektive Äußerungen, sondern darum konkrete und vergleichbare Werte anhand des Durchschnitts zu ermitteln. Hierbei stellt die bereits mehrfach erwähnte Likert-Skala eine Möglichkeit der Erhebung dar. Da bei derartigen Befragungen die Objektivität einfacher garantiert werden kann und, wie gerade vorgestellt, eine Vergleichbarkeit gegeben ist, können sie sehr gut zur Bestimmung der tatsächlich erzielten Verbesserung der Benutzbarkeit verwendet werden. Einen weiteren wichtigen Aspekt dieser Methodik stellt außerdem die Konstruktion des Fragebogens an sich dar. Dieser sollte anhand von konkreter Fragestellungen, die im Rahmen der Umfrage beantwortet werden sollen, zusammengestellt werden. Es existieren zu diesem Zweck auch standardisierte Fragebögen zur *“Beurteilung der Usability von Software“* [35]. An dieser Stelle soll exemplarisch der aus 75 Fragen bestehende IsoMetrics Fragebogen erwähnt werden [46].

In der Einleitung wurde bereits teilweise auf die Erstellung der Online-Umfrage eingegangen. Diese wurde hauptsächlich zu dem Zweck erstellt, den Benutzer und den Kontext der Tabletverwendung im Unternehmen zu untersuchen. Hierzu dienten die Fragen der Umfragenabschnitte zur Soziodemographie, den mobilen Endgeräten und der Webapplikation (siehe Anhang B). Darüber hinaus wurde die Umfrage zur Priorisierung und Akzeptanzbewertung einiger Konzepte und Anforderungen genutzt, die vorab erarbeitet wurden. Eine davon stellte z.B. die Anforderung der zentralen Bereitstellung von KPIs dar, da hierzu in den Vorgesprächen ein geteiltes Meinungsbild bestand. Diese wurde im Rahmen der Umfrageabschnitte zur Usability und Visualisierung erhoben. Der komplette Aufbau der Umfrage und die Auswertung ist im Anhang zu finden (siehe Anhang B).

#### 3.2.8. Zusammenfassung

Die vorgestellten Methoden geben nur einen groben Überblick und haben nicht den Anspruch der Vollständigkeit. Es existieren weitere Methoden, die in vielen Fällen ursprünglich aus der Psychologie und dem Software Engineering stammen. Für den Einsatz der Methoden existieren keine strikten Vorschriften, da dieser stark vom Kontext der Verwendung abhängig ist. Wäre der Fokus der Arbeit z.B. die Verbesserung der Usability der Webapplikation durch eine Überarbeitung der GUI gewesen, so wäre ein anderes Vorgehen sinnvoller gewesen. Hierbei hätte eine erste Problemidentifikation über eine Kontextanalyse erfolgen können. Die implementierten Verbesserungsmaßnahmen hätten anhand eines standardisierten Fragebogens vor und nach der Durchführung evaluiert werden können. Es sollte jedoch nach Möglichkeit darauf geachtet werden, dass qualitative (Kontextanalyse, Personas) und quantitative Methoden (Befragung) kombiniert eingesetzt werden. Dies kann unter anderem für eine stärkere Akzeptanz unter den Befragten sorgen, da ihre persönliche Sicht bei den qualitativen Methoden einen hohen Stellenwert hat.



## 4. Visualisierung

Die zweite Forschungsfrage widmet sich der Untersuchung der Visualisierungsbedarfe der befragten Nutzer. Bevor die konkreten Ergebnisse der Umfrage vorgestellt werden, soll auf den einleitend erwähnten Aspekt der Informationsüberbelastung eingegangen werden. Anhand des Informationsverarbeitungsansatzes der kognitiven Psychologie [43] wird detaillierter erklärt, weshalb diese Problematik besteht und wie sie adressiert werden kann. Darauf wird ein kurzer Einblick in einige psychologische Aspekte der visuellen Wahrnehmung gegeben. Diese dienen im Anschluss zur argumentativen Untersuchung der von Few [12] und Tufté [42] vorgestellten Richtlinien für die Erstellung graphischer Darstellungen, wobei unter diesem Begriff im Rahmen der Arbeit Diagramme, Charts, Karten, Organigramme und alle anderen Grafiken zur Repräsentation von Information zusammengefasst werden. Bevor auf die Richtlinien eingegangen wird, wird ein von Romam [36] vorgestellter Ansatz zur Kategorisierung von Diagrammen präsentiert. Abschließend sollen nach einem kurzen Fazit zu den vorgestellten Richtlinien die tatsächlich bestehenden Bedarfe der Benutzer, welche im Rahmen der Online-Umfrage erhoben wurden, präsentiert werden.

### 4.1. Der Informationsverarbeitungsansatz der Psychologie

Der Informationsverarbeitungsansatz dient in der Psychologie als abstraktes Modell zur Untersuchung der im Gehirn ablaufenden Prozesse (siehe Abbildung 4.1). Diese werden als kognitiven Prozesse bezeichnet und verarbeiten in mehreren Einzelschritten “[...] eine abstrakte Einheit namens Information” [3]. Die Eingabe für diesen Verarbeitungsprozess stellen z.B. auditive, visuelle und taktile Reize dar, die aus der Umwelt aufgenommen werden.

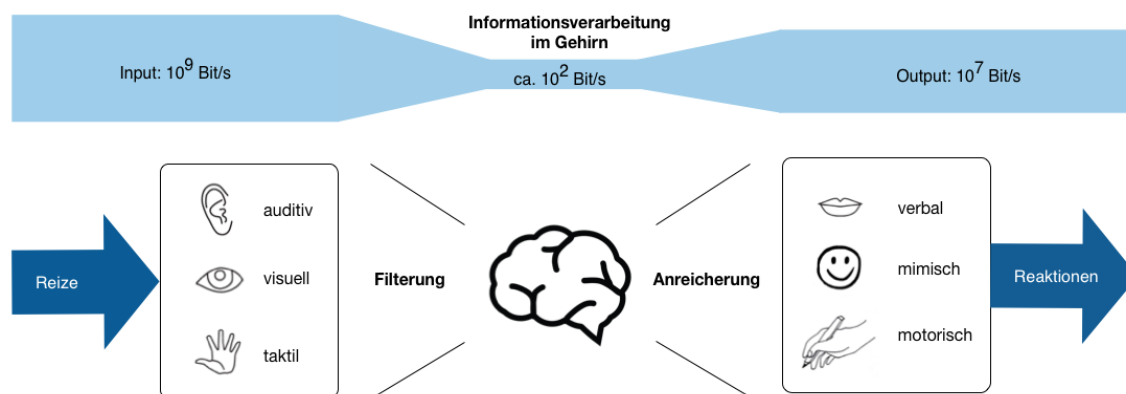


Abbildung 4.1.: Schaubild des Informationsverarbeitungsansatzes (überarbeitete Grafik aus [43]).

Als Ausgabe können nach der Verarbeitung verbale, mimische oder motorische Reaktionen ausgelöst werden. Hierbei stellt die Wahrnehmung und kognitive Verarbeitung von visuellen Reizen in Hinblick auf die Gestaltung von graphischen Darstellungen den für diese Arbeit entscheidenden Aspekt dar. Das Gehirn besitzt die Fähigkeit, einen Großteil der aufgenommenen Reize parallel zu verarbeiten. Zum Beispiel ist der Mensch in der Lage ein Buch zu lesen, was einen visuellen Reiz darstellt, und gleichzeitig einen auditiven Reiz, wie das Klingeln des Telefons, wahrzunehmen. Jedoch gibt es bei der bewussten Verarbeitung paralleler Sinneseindrücke starke Einschränkungen, welche von Psychologen als serielle Flaschenhalse bezeichnet werden [3]. Betrachtet man im vorherigen Beispiel statt dem Klingeln des Telefons eine gesprochene Aufforderung, so kann es passieren, dass diese je nachdem wie vertieft man in das Lesen ist, zwar wahrgenommen, aber inhaltlich nicht verstanden wird. Diese Filterung wird durch die menschliche Aufmerksamkeit gesteuert. Die Notwendigkeit dieses Mechanismus liegt teilweise darin begründet, dass die Bandbreite aller eintreffenden Reize ungefähr  $10^9$  Bit/s beträgt, jedoch das Gehirn nur in der Lage ist ca.  $10^2$  Bit/s davon bewusst zu verarbeiten [43]. Dies stellt eine natürliche Begrenzung dar, jedoch gibt es auf Seiten der Informationsdarstellung eine Lösung für dieses Problem. Die Sinneszellen der Augen machen ca. 70% der insgesamt zur Verfügung stehenden Sinneszellen aus und stellen somit den mächtigsten "Eingabekanal" der menschlichen Wahrnehmung dar [12]. Mithilfe visueller Darstellungen lassen sich durch Aggregation komplexe Daten und Statistiken einfach zugänglich, erfassbar und verstehbar machen. Jedoch sollten hierbei einige Richtlinien und Aspekte berücksichtigt werden, um die Qualität und Nützlichkeit der Grafiken sicherzustellen. Diese werden im Folgenden vorgestellt.



Abbildung 4.2.: Informationsfluss der visuellen Wahrnehmung nach Mars [3].

### 4.2. Prozess der visuellen Wahrnehmung

Der Prozess der visuellen Wahrnehmung besteht aus mehreren Einzelschritten. Die Identifikation der einzelnen Schritte und deren Anordnung ist Gegenstand aktueller Forschung. Jedoch soll anhand von Abbildung 4.2 ein Überblick über die bekannten Aspekte des Bearbeitungsprozesses gegeben werden. Der physikalische Lichtreiz wird von den Sinneszellen des Auges in einen elektrischen Nervenimpuls umgewandelt, danach findet der erste Schritt der kognitiven Verarbeitung statt. Hierbei werden Merkmale, wie Form und Farbe, aus den wahrgenommenen Signalen extrahiert. Anschließend findet die Interpretation der

Tiefeninformationen statt. Im nachfolgenden Schritt werden die wahrgenommenen Objekte gemäß der Gestaltgesetze gruppiert und organisiert. Eines dieser Gesetze lautet z.B., dass Objekte, die sich durch ähnliche Eigenschaften, wie Farbe oder Form, auszeichnen, als zusammengehörig wahrgenommen werden. Im abschließenden Schritt fließen die Kontextinformationen in die Erkennung der Objekte ein [3].

### 4.3. Aspekte der visuellen Wahrnehmung

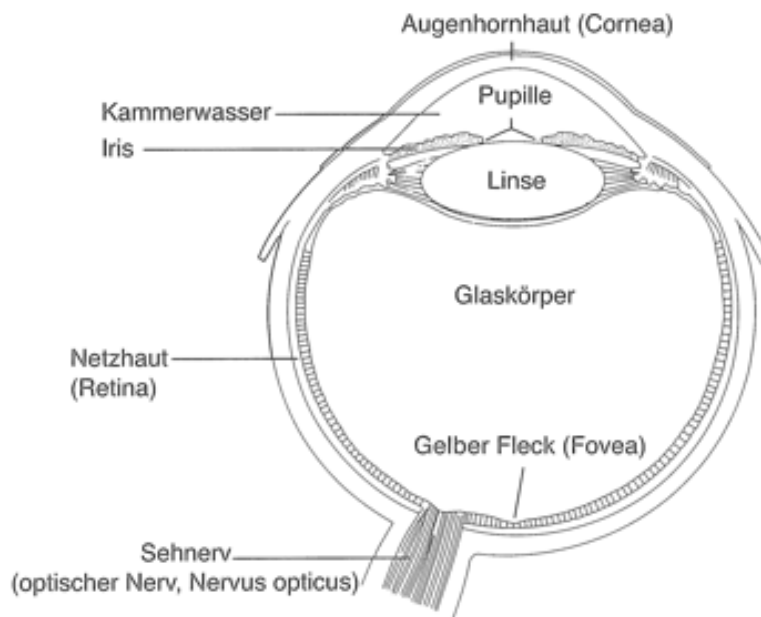


Abbildung 4.3.: Schaubild des menschlichen Auges [3].

Das menschliche Auge und der Verarbeitungsprozess besitzen einige Fehler, die sich auf die visuelle Wahrnehmung auswirken. Die Sinneszellen des Auges teilen sich auf in Stäbchen und Zapfen, wobei die Stäbchen für das Schwarz-Weiß-Sehen und die Zapfen für das Farbsehen zuständig sind [3]. Die Zapfen erbringen eine hohe Auflösung und konzentrieren sich in einem kleinen Bereich der Netzhaut, welcher als Fovea bezeichnet wird (siehe Abbildung 4.3). Um ein Objekt mit maximalen Detailgrad wahrnehmen zu können, muss das Auge so bewegt werden, dass das Objekt auf die Fovea abgebildet wird. Der verbleibende Bereich der Netzhaut wird als Peripherie bezeichnet und besteht hauptsächlich aus Stäbchen. Dieser dient der Erfassung globaler Informationen und dem Erkennen von Bewegungen [3]. Hieraus lassen sich zwei Erkenntnisse gewinnen, die relevant für die Erstellung graphischer Darstellungen sind. Zum einen ist der optimale Sehbereich auf die Fovea beschränkt, deshalb sollten Informationen für Grafiken so aggregiert werden, dass der Platzbedarf für die Darstellung minimiert wird. Somit kann gewährleistet werden, dass der Betrachter nach Möglichkeit die Gesamtheit der Information auf einen Blick erfassen kann. Außerdem besitzt das Auge mit der Peripherie einen Bereich, der sehr sensitiv für Bewegungen ist. Dies lässt sich insbesondere bei der digitalen Präsentation von

Information durch Animationen wie z.B. einem Blinken effektiv zur Aufmerksamkeitsattraktion nutzen. Jedoch sollten diese Effekte wohlüberlegt und sparsam eingesetzt werden, da sie andere Wahrnehmungsprozesse unterbrechen [3, 29].

Ein weiterer Aspekt der visuellen Wahrnehmung ist die Reizgenerierung in den Sinneszellen des Auges. Aufgrund deren Konstruktion muss sich das Auge permanent in Bewegung befinden um einen optischen Reiz zu generieren. Diese Bewegungen werden als Sakkaden bezeichnet und besitzen eine Größenordnung von wenigen Mikrometern, weshalb sie nicht wahrgenommen werden [29]. Die Signale der Stäbchen und Zapfen werden über Bipolarzellen an sogenannte Ganglienzellen weitergeleitet. Diese zeigen eine maximale Reaktion, wenn eine Hell-Dunkel-Kante von ihnen erfasst wird. Deshalb muss sich das Auge auch in permanenter Bewegung befinden, da ein Signal nur erzeugt wird, wenn eine solche Kante von den Sinneszellen passiert wird. Für eine detailliertere Erläuterung der Zusammenhänge und der hierzu durchgeführten Experimente sei auf [3] verwiesen. An dieser Stelle soll nur auf die daraus resultierende Konsequenz für graphische Darstellungen eingegangen werden. In Abbildung 4.4 ist ein Balkenmuster zu sehen, welches zu einer starken Signalgenerierung in den Ganglienzellen führt. Diese hohe Signalfrequenz und -stärke wird als störend wahrgenommen und sorgt dafür, dass das Muster als unruhig empfunden wird. Nach Möglichkeit sollte deshalb auf die Verwendung von Balkenmustern bzw. Schraffuren in Grafiken verzichtet werden.

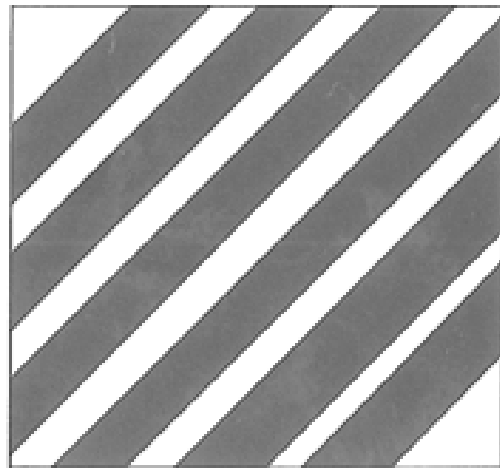


Abbildung 4.4.: Balkenmuster [3].

Im Schritt der Tiefenwahrnehmung wird die Lage der wahrgenommenen Kanten im Raum verarbeitet. Eine Täuschung, die dabei erzeugt werden kann, ist in Abbildung 4.6 mit der sogenannten Ponzo-Illusion dargestellt [29]. Vergleicht man die Länge der beiden parallel verlaufenden Linien so erscheint die obere als länger, obwohl diese tatsächlich exakt gleich lang sind. Diese Fehleinschätzung entsteht durch die beiden schräg verlaufenden Linien an der rechten und linken Seite. Diese suggerieren eine nicht existierende Tiefe. Die Ponzo-Illusion wurde als Beispiel ausgewählt, weil sie gut auf die graphische Darstellung von Information übertragen werden kann. Ein wichtiger Aspekt der graphischen Repräsentation von Information ist es, Daten auf einen Blick vergleichbar zu machen. Dies ist im Fall des gewählten Beispiels nicht gegeben und ein ähnlich verzerrender Effekt der Tiefenwahrnehmung lässt sich bei Grafiken und Diagrammen wiederfinden, die Daten dreidimensional darstellen. Bei dieser Gestaltungsform kann es analog zu Schwierigkeiten bei der Vergleichbarkeit kommen, deshalb sollte der Einsatz von 3D-Effekten i.A. vermieden werden.

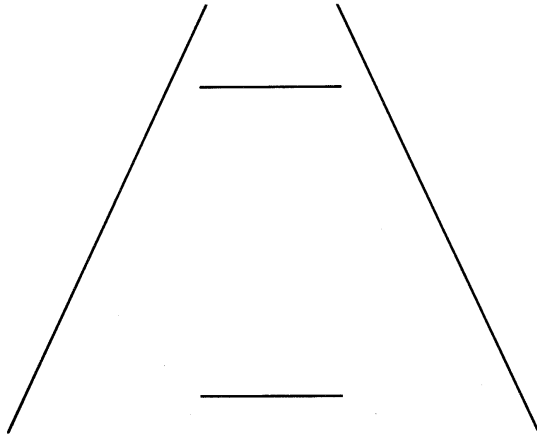


Abbildung 4.5.: Ponzo-Illusion [29].



Abbildung 4.6.: Ponzo-Illusion bei Bahnschiene [17].

Nun soll kurz auf die Farbwahrnehmung eingegangen werden. Die hierfür zuständigen Sinneszellen sind die Zapfen. Anhand eines einfachen Experimentes wurde entdeckt, dass es drei Arten von Zapfen gibt, die jeweils ein Farbpaar antagonistisch wahrnehmen. Die Paare sind Rot/Grün, Gelb/Blau und Schwarz/Weiß. Bei dem angesprochenen Experiment wurde festgestellt, dass nach der minutenlangen Betrachtung eines blauen Farbquadrates beim schnellen Blickwechsel auf eine weiße Fläche der Eindruck eines gelben Nachbildes entsteht. Dies veranschaulicht das antagonistische Wirkprinzip der Sinneszellen. Der starke Eindruck der blauen Farbe wird bei Entfernen des Reizes durch einen Ausschlag in Richtung der entgegengesetzten Farbe Gelb "überkompensiert". Dies ist, abstrakt gesehen, vergleichbar mit dem Zurückschnallen einer gespannten Feder. Außerdem werden die Annahmen der sogenannten Gegenfarbentheorie durch die ausschließliche Existenz der Rot-Grün- und Gelb-Blau-Farbenblindheit bestätigt, die jeweils genau eine Zapfenart betreffen [29]. Für die Gestaltung graphischer Darstellungen lassen sich hieraus die folgenden Schlüsse ziehen. Die erwähnten Farbpaare lassen sich besonders gut zur kontrastreichen Gestaltung einer Grafik verwenden, jedoch sollte hierbei beachtet werden, dass diese Kombinationen für Farbenblinde nicht unterscheidbar sind. An eine Alternativdarstellung im Sinne der Barrierefreiheit sollte bei Bedarf gedacht werden. In Anhang C.3 ist ein Diagramm von McCandless zu finden, welches verschiedene Blautöne für die Einordnung von Vornamen in verschiedene Bereiche einer Liste der beliebtesten männlichen Vornamen in den USA verwendet. Diese Gestaltung bietet die Möglichkeit, schnell einen Eindruck über die Verteilung der beliebtesten Vornamen zu gewinnen. Es fällt z.B. sofort auf, dass einige Namen jahrelang auf den Topplätzen positioniert sind. Jedoch stößt diese Art der Informationskodierung an eine Grenze, wenn es darum geht, den zugehörigen Toplistenbereich zu einem konkreten Vornamen/Jahr Paar exakt zu be-



stimmen. Hierzu muss permanent zwischen der Datenzelle und der Legende hin und her gesprungen werden, da das menschliche Auge sehr schlecht darin ist feinere Farbtonabstufungen ohne Vergleich korrekt zu unterscheiden. Die nachfolgende Abbildung 4.7 soll ein weiteres Problem veranschaulichen, das bei der Farbwahrnehmung auftauchen kann. Ist auf dem in der Abbildung zu sehenden Schachbrett Feld A oder B heller?

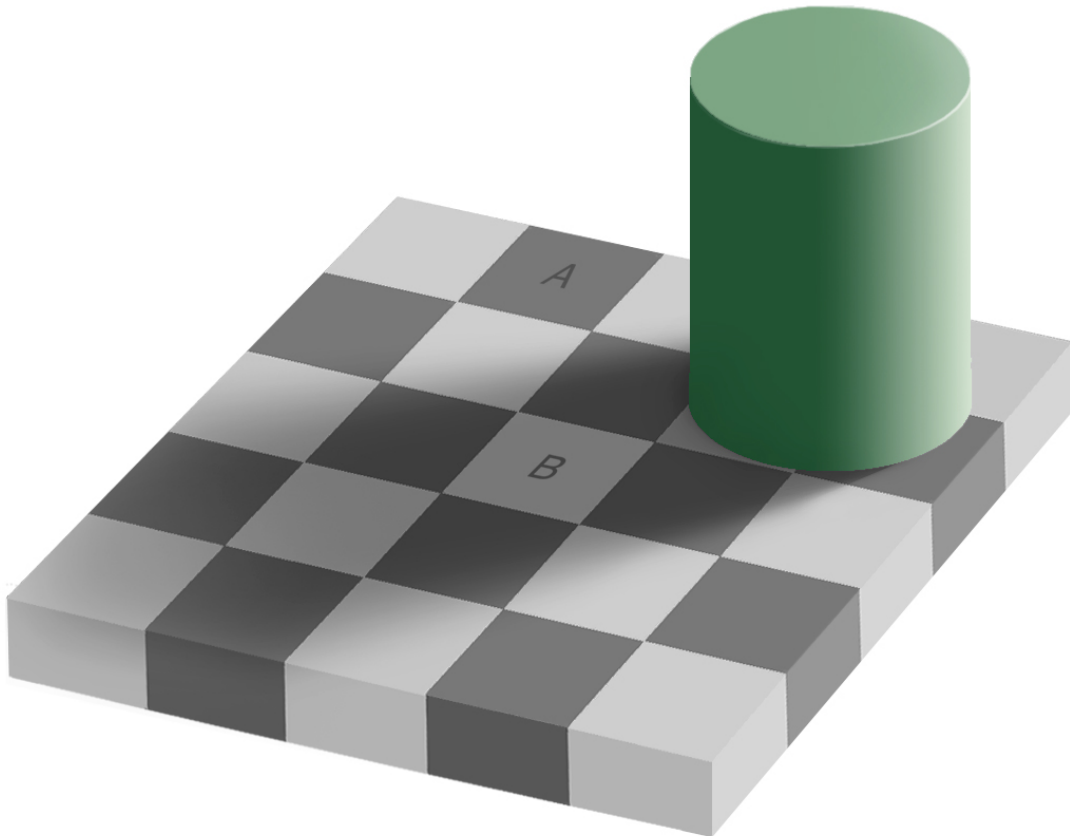


Abbildung 4.7.: Farbkontrastillusion von Edward Adleson [1].

Die Antwort auf die vorherige Frage lautet, dass beide Felder den exakt gleichen Farbton haben. Im Anhang C.2 ist eine markierte Version der Illusion zu finden auf der einfacher erkannt werden kann, dass die Felder in der Tat die gleiche Farbe haben. Während der Verarbeitung werden die Farben im Kontext der Gesamtsituation wahrgenommen, deshalb entsteht der falsche Farbeindruck, dass Feld B vermeidlich heller ist. Es sollte also vermieden werden, dem Betrachter Absoluturteile auf Basis von Farbtönen abzuverlangen, da zum einen die Auflösung der Farbwahrnehmung nicht ausreichend hoch ist und zum anderen eine zusätzliche Verfälschung durch die Wahrnehmung im Kontext eintreten kann [41].





Abbildung 4.8.: Aufmerksamkeitstrigger anhand einer Rose [12].

Der Kontext spielt ebenfalls im Rahmen der Aufmerksamkeit eine entscheidende Rolle. Diese dient zur Filterung der einströmenden Reize. Zum Beispiel nehmen Brillenträger ihre Sehhilfe nach einiger Zeit nicht mehr wahr, sie wird automatisch ausgeblendet. Man kann jedoch die Aufmerksamkeit bewusst auf den Rahmen der Brille lenken, um ihn wahrzunehmen. Die Vorgänge, die bei der Filterung stattfinden, sind sehr komplex und teilweise Gegenstand aktueller Forschung [3]. Im Rahmen der Arbeit soll nur die visuelle Aufmerksamkeitslenkung betrachtet werden, da sie sinnvoll für die Gestaltung von graphischen Darstellungen eingesetzt werden kann. Der Effekt der bewussten Lenkung von Aufmerksamkeit soll mit Abbildung 4.8 verdeutlicht werden. Dort ist eine Rose abgebildet, in der ein Delphin versteckt ist. Ein Teil der Betrachter wird diesen sofort erkennen. Das Experiment ist jedoch vor allem für den Teil interessant, die den Delphin nicht entdecken können. In Anhang C.1 ist eine Skizze zu finden, mit deren Hilfe die Aufmerksamkeit auf die Wahrnehmung des Delpins gelenkt werden kann. Wenn anschließend zur Abbildung 4.8 zurückgekehrt wird, sollte der Delphins sofort entdeckt werden.

Es existieren viele weitere Beispiele für Fehlfunktionen der visuellen Wahrnehmung, siehe z.B. [3, 29] verwiesen. Dort sind außerdem sämtliche Experimente zu finden, die zur Überprüfung den vorgestellten Aspekte der visuellen Wahrnehmung durchgeführt wurden. Während der Literaturrecherche zu den Visualisierungskonzepten wurde festgestellt, dass sich einige der Richtlinien mit psychologischen Erkenntnissen decken und andere diesen widersprechen. Leider berücksichtigt der Großteil der Autoren die Prozesse der kognitiven Psychologie nicht und postuliert ihre Konzepte mehr oder weniger ohne Nachweis. Deshalb soll in den folgenden Abschnitten eine Auswahl der Richtlinien vorgestellt und aus psychologischer Sicht bewertet werden. Dies erfolgt jedoch nur auf ar-

gumentativer Basis und nicht anhand von empirischen Nachweisen, die im Rahmen von Experimenten ermittelt wurden. Hierauf wird im abschließenden Fazit zu den Richtlinien der graphischen Gestaltung noch ausführlicher eingegangen.

### 4.4. Kategorisierung der Diagrammtypen nach Fragestellungen

Im vorherigen Abschnitt wurden einige Aspekte der visuellen Wahrnehmung aus den verschiedenen Prozessschritten vorgestellt. Wie erwähnt ist die genaue Anzahl der Verarbeitungsschritte inklusive ihrer Funktionsweise nicht bekannt. Der Ansatz von Roam setzt bei den bekannten Schritten ein [36]. Er hat festgestellt, dass sich die verschiedenen Verarbeitungsschritte jeweils mit einer konkreten Fragestellung beschäftigen. Die Merkmalsextraktion dient der Wahrnehmung der qualitativen Eigenschaften, wie z.B. Form und Farbe. Der Schritt der Tiefenwahrnehmung hilft bei der räumlichen Orientierung. Des Weiteren werden Veränderungen im Bildausschnitt im zeitlichen Verlauf als Bewegung wahrgenommen. Durch die Verknüpfung der Erkenntnisse aus den verschiedenen Teilschritten kann ein Blick auf das "große Ganze" geworfen und Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge verstanden werden. Diese werden auch als Kausalitäten bezeichnet [36]. Roam abstrahiert die Prozessschritte zur Kategorisierung von Diagrammtypen mithilfe folgender W-Fragen:

- Wer oder Was? (Qualität)
- Wie viel? (Quantität)
- Wo? (Lokalität)
- Wann? (Zeitliche Ordnung)
- Wie? (Kausalität)
- Warum? (Kombination mehrerer Kategorien)

In Klammern wurde jeweils ein Begriff angegeben, der die Zuordnung zu den vorab erwähnten Teilschritten der visuellen Wahrnehmung ermöglicht. Eine eindeutige Einordnung von Diagrammen in diese Kategorien ist nicht immer möglich, aber sie bieten einen guten Anhaltspunkt dafür, welche Grafik als Hilfestellung zur Lösung welcher Fragestellung geeignet ist. Ein Beispiel soll diesen Sachverhalt veranschaulichen. Möchte eine Führungskraft zum Beispiel eine Übersicht über die Anzahl der eingehenden Urlaubsanträge pro Mitarbeiter erhalten, so stellt dies eine Frage der Quantität dar. Es wäre hier also wenig zielführend den Ablauf des Urlaubsprozesses anhand eines Ablaufdiagrammes zu betrachten. Im Nachfolgenden sollen nun die einzelnen Kategorien anhand einiger Diagrammtypen ausführlicher vorgestellt werden.

Die Frage nach dem "Wer oder Was?" bezieht sich auf die qualitative Darstellung eines Objektes oder einer Person. Es geht also nicht darum numerische Werte zu visualisieren, sondern um die anschauliche Darstellung von Eigenschaften. Zu diesem Zweck kann ein

Portrait der Person oder des Objektes erstellt werden. Da dies jedoch ein sehr unspezifischer Diagrammtyp ist, soll ein Beispiel gegeben werden. Es können bei dieser Kategorie Parallelen zu der in Abschnitt 3.2.2 vorgestellten Usability-Methode der Personas gesehen werden, die sich ebenfalls auf die qualitative Beschreibung fokussiert. Deshalb wurde beispielhaft ein Portrait der Führungskraft Persona mit ihren Eigenschaften angefertigt, welches in Abbildung 4.9 zu sehen ist. Vergleicht man die Skizze mit der Persona im vorherigen Kapitel, so wird man feststellen, dass die ikonische Darstellung von Eigenschaften schneller erfasst werden kann als eine textuelle Auflistung. Jedoch dienen diese Darstellungen eher einem Kommunikationszweck, da sie ohne zusätzliche Beschreibung schnell missverstanden werden können [36].



Abbildung 4.9.: Skizze der Führungskraft Persona.

In der zweiten Kategorie werden Diagramme zur Darstellung der Quantität zusammengefasst. Typischerweise gehören hierzu Balken-, Linien-, oder Tortendiagramme. Sie ermöglichen es schnell den häufigsten oder seltensten Vertreter einer Gruppe zu identifizieren und geben Aufschluss über das "Wie viel". Im Kontext dieser Bachelorarbeit wäre die Darstellung der Durchführungshäufigkeit von Prozessen eine exemplarische Fragestellung, die mithilfe eines dieser Diagramme beantwortet werden kann. Eine Achse des Diagramms bildet hierbei immer einen numerischen Wert ab und die andere listet die Vertreter der betrachteten Gruppe auf. Einen Sonderfall stellt das Tortendiagramm dar, da bei diesem Diagrammtyp die numerischen Werte in Winkel übersetzt werden müssen. Ohne eine Beschriftung der Segmente ist es nicht möglich auf die zugrunde liegenden Werte zu schließen. Genau dieser Aspekt wird teilweise stark kritisiert und führt zur Empfehlung, Tortendiagramme nicht zu verwenden [12]. Jedoch können Tortendiagramme hilfreich sein, wenn das Verhältnis der Datensätze zur Gesamtheit dargestellt werden soll [36].

Typischerweise werden Landkarten zur Identifikation eines Ortes verwendet, dieser Diagrammtyp kann somit der dritten Fragestellung nach dem "Wo?" zugeordnet werden. Außerdem eignet sich für die Betrachtung von Hierarchien in Unternehmen Organigram-

me und bei mengenbasierten Daten können Venn-Diagramme zur Darstellung verwendet werden. Zur Abbildung der Datenwerte in die gewählte Darstellungsstruktur kann die bereits vorgestellte Farbkodierung eingesetzt werden [12]. Der Zweck dieser Kategorie ist es einen bestimmten Ort in einer Struktur zu identifizieren oder einen Überblick über die Verteilung eines bestimmten Wertes über die Struktur hinweg zu bekommen. Es steht also der Aspekt des Vergleichens im Vordergrund, dies ist auch der Grund, weshalb die Farbkodierung hier sinnvoll eingesetzt werden kann.

Die Frage nach der zeitlichen Ordnung ("Wann?") kann mit einem Zeitlinien Diagramm beantwortet werden. Dabei sollte bei einem einmaligen Vorgang eine lineare und bei einem sich regelmäßig wiederholenden Vorgang eine zyklische Darstellungsform der Zeitlinie gewählt werden. Darüber hinaus gibt es weitere Grafiken, die auf bestimmte Anwendungsfälle bzw. -bereiche spezialisiert sind. Im Projektmanagement werden z.B. häufig Gantt-Diagramme eingesetzt und zur Beschreibung eines Geschäftsprozesses kann die bereits vorgestellte [Business Process Modeling Notation \(BPMN\)](#) verwendet werden.


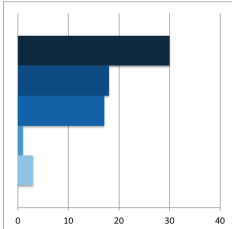
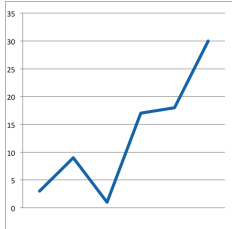
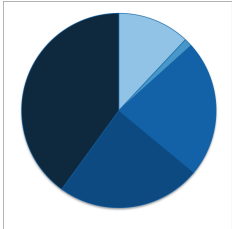

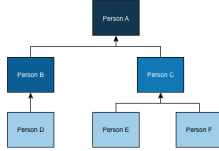
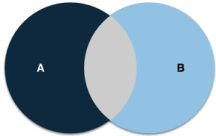
In der Kategorie der Kausalität geht es darum Ursachen-Wirkungs-Zusammenhänge ("Wie?") zu verstehen. Hierzu eignen sich Ablaufdiagramme oder auch die [Business Process Modeling Notation \(BPMN\)](#), falls es sich bei dem zu untersuchenden Ablauf um einen Geschäftsprozess handelt. Die Notation kann in beiden Kategorien verwendet werden, da sie durch die Darstellung des kausalen Ablaufes auch die Möglichkeit bietet, Aussagen über den zeitlichen Ablauf zu treffen.

Die letzte Fragestellung stellt nach Roam das "Warum?" dar und kann durch die Kombination von mehreren Wertedimensionen beantwortet werden. Zur Darstellung können hierbei sogenannte Multivariate Diagramme verwendet werden. Sucht man z.B. eine Antwort auf die Fragestellung, warum die Produktion in den Sommermonaten einbricht, so könnte man in einem Linien-Diagramm die Menge der produzierten Produkte und die Anzahl der sich in Urlaub befindender Mitarbeiter über die Zeit hinweg auftragen. Nun kann überprüft werden, ob der Verlauf der beiden Linien Parallelen hat und eventuell auf die Antwort der Frage schließen lässt. Je nach Fragestellung kann man die Komplexität durch das Hinzufügen weiterer Wertedimensionen steigern. Hierbei gilt es das richtige Mittelmaß zu finden, das der Fragestellung gerecht wird. Ein zu komplexes Diagramm kann nur schwer interpretiert werden, andererseits kann bei der Betrachtung zu weniger Dimensionen die richtige Antwort vermutlich nicht gefunden werden [36].

Die vorgestellten Kategorien können als Hilfestellung für die Wahl der richtigen Visualisierungsform genutzt werden. Diese Aufteilung wird auch teilweise von Few in [12] verwendet. Aus psychologischer Sicht stellt die Kategorisierung einen validen Ansatz dar. Jeder Schritt der visuellen Wahrnehmung dient der Verringerung der Komplexität der wahrgenommenen Sinnesreize und aggregiert diese in einer gewissen Form. Dabei wird die Information in jedem Verarbeitungsschritt aus einem anderen Blickwinkel betrachtet. Genau die gleiche Funktion übernehmen Diagramme für komplexe Daten. Leider wird in der Literatur keine Überprüfung dieser Einteilung mittels Experiment vorgenommen. Hierdurch ließe sich anhand der Beantwortungsdauer im Experiment konkret untersuchen, welches Diagramm für welche Fragestellung in welchem Maße geeignet ist. Abschlie-

#### 4.4. Kategorisierung der Diagrammtypen nach Fragestellungen

Im Folgenden wird im Nachfolgenden ein Überblick der Diagrammtypen und ihrer Zuordnung gegeben.

Fragestellung	Diagrammtyp		
Wer oder Was?	 Portrait		
Wie viel?	 Balkendiagramm	 Liniendiagramm	 Tortendiagramm
Wo?	 Landkarte	 Organigramm	 Venn-Diagramm

4. Visualisierung

Fragestellung	Diagramtyp		
<p><b>Wann?</b></p>			
<p><b>Wie?</b></p>			
<p><b>Warum?</b></p>	<p>Multivariates Diagramm</p>		



## 4.5. Richtlinien und Anti-Patterns

Nun sollen einige Richtlinien und Anti-Patterns aus der Literatur unter den vorgestellten Aspekten der visuellen Wahrnehmung analysiert werden. Größtenteils werden die Richtlinien ohne Begründung durch die Autoren postuliert, obwohl sie teilweise durch psychologische Theorien erklärt werden können. Außerdem fehlen auch hier erneut empirische Belege, die nachvollziehbar und vor allem überprüfbar sind. Im Folgenden soll aus psychologischer Sicht begründet werden, weshalb die dargestellten Richtlinien tatsächlich valide sind.

### 4.5.1. Richtlinien

#### Proportionalität der graphischen Repräsentation

*“Die graphische Repräsentation eines numerischen Werts sollte in ihrer Größe proportional zum dargestellten Wert sein” [42].*

Dies stellt wohl die grundlegendste Richtlinie dar, da ohne eine korrekte Abbildung der Daten der Vorteil einer graphischen Darstellung zu Nichte gemacht wird. Dieser besteht darin, dass große Mengen von Information auf einen Blick erfassbar und vergleichbar gemacht werden können. Die nachfolgende Abbildung stellt ein absolutes Negativbeispiel dar, da sie neben der fehlerhaften proportionalen Darstellung der Datenwerte zusätzlich eine Gestaltung verwendet, die eine falsche Wahrnehmung analog zur Ponzo-Illusion provoziert. Vergleicht man die Länge der Reichweitenlinie aus dem Jahr 1978 mit der von 1985 so entsteht der Eindruck, dass die Reichweite in der Vergangenheit nicht einmal einem Viertel der des Jahres 1985 entsprach.

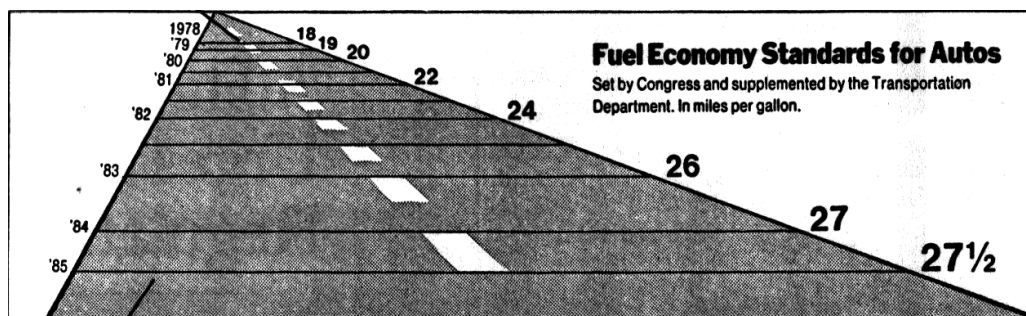


Abbildung 4.10.: Fahrreichweite pro Gallon in Meilen [42].

Dabei wirkt der Effekt der Ponzo-Illusion der falschen Proportion noch korrigierend entgegen und lässt die kürzere Linie aufgrund der Täuschung der Tiefenwahrnehmung als länger erscheinen. Dennoch kommt es zu einer immensen Fehleinschätzung, da auch die Größe einer Linie im Wahrnehmungsschritt der Objektgruppierung im Kontext der benachbarten Linien bewertet wird. Betrachtet man die Beschriftung des Diagramms so stellt man fest, dass die Reichweite im Jahr 1978 tatsächlich nur um den Faktor 0,65 kleiner war. Die nächste Richtlinie bezieht sich auf die Gestaltung der Beschriftungen, soll jedoch nicht als Relativierung dieses Negativbeispiels angesehen werden.

### Klare und sorgfältige Beschriftung

*“Eine klare, detaillierte und sorgfältige Beschriftung der graphischen Elemente vermeidet Verfälschungen und Doppeldeutigkeiten” [42].*

Dies kann insbesondere durch die Platzierung der Beschriftungen innerhalb der Daten repräsentierenden Elemente des Diagrammes umgesetzt werden. Bei einem Balkendiagramm sollten die Beschriftungen z.B. auf den Balken platziert werden und nicht in einer gesonderten Legende. Hierdurch wird das Springen der Augen zwischen Legende und Grafik vermieden. Mithilfe dieser Maßnahme kann die Augenbewegung bei der Betrachtung des Diagramms minimiert werden, was gemäß des ersten vorgestellten Aspekts der visuellen Wahrnehmung erstrebenswert ist. Bei Diagrammen, die sich auf die Darstellung eines Teil-Ganzes-Verhältnis konzentrieren, wie das Tortendiagramm, kann dem Betrachter hierdurch die Möglichkeit gegeben werden den jeweiligen Datenwert abzulesen.

### Verhältnis der Daten- zur graphischen Dimension

*“Die Anzahl der Dimensionen, die Information graphisch darstellen, sollte die Anzahl der Dimensionen der Daten nicht überschreiten” [42].*

Eine Veranschaulichung ist in Abbildung 4.11 dargestellt. Dort werden eindimensionale Daten, nämlich der Preis für ein Fass Rohöl dargestellt. Jedoch besitzt die graphische Darstellung des Wertes als Fass zwei Dimensionen, eine Höhe und Breite. Auf das dem zugrundeliegenden Problem wurde bereits im Rahmen der Tortendiagramme eingegangen.

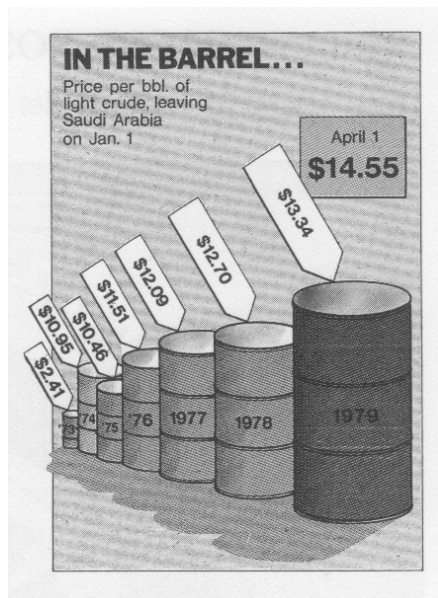


Abbildung 4.11.: Rohölpreis [42].

Flächen lassen sich nur schwer als Maß eines eindimensionalen Wertes wahrnehmen. An dieser Stelle soll jedoch betont werden, dass die Balken eines Balkendiagrammes zwar Flächen sind, aber bei der Darstellung nur eine Größe, nämlich die Höhe des Balken, variiert.

### Trend- und Begrenzungslinien

*Nutze Trend- oder Begrenzungslinien, um den Betrachter auf Muster aufmerksam zu machen [12].*

Diese Richtlinie greift den Aspekt der bewussten Lenkung der Aufmerksamkeit auf. Mithilfe von Signalfarben oder starken Kontrasten kann z.B. auf eine Trendlinie aufmerksam gemacht werden. Bei der Erstellung der ersten Abbildung in der Einleitung wurde hierfür die zu Blau komplementäre Farbe Orange gewählt, um den Trend des steigenden Marktanteils der mobilen Endgeräte zu verdeutlichen.



## 4.5.2. Anti-Patterns

### Redundante Datendarstellung

*Vermeide die redundante Darstellung von Daten [42].*

Dieses Anti-Pattern bezieht sich auf die Gestaltung der Datenrepräsentation im Diagramm und zwar werden parallele Linien der gleichen Länge, die keine zusätzliche Information tragen als redundant und somit unnötig angesehen. Diese Elemente werden von Tufte auch mit dem von ihm geprägten Begriff des "Chart Mülls" (engl. chart junk) bezeichnet [42]. Sie bieten seiner Meinung nach keinen Mehrwert und lenken lediglich von der eigentlichen Information ab, deshalb sollten sie entfernt bzw. so stark wie möglich reduziert werden. Die nachfolgende Abbildung 4.12 zeigt ein Beispiel für eine solche Reduktion auf das "Wesentliche". Aus psychologischer Sicht kann dieses Anti-Pattern nicht begründet werden. Es müsste anhand der Gegenüberstellung der reduzierten und unveränderten Form experimentell überprüft werden.

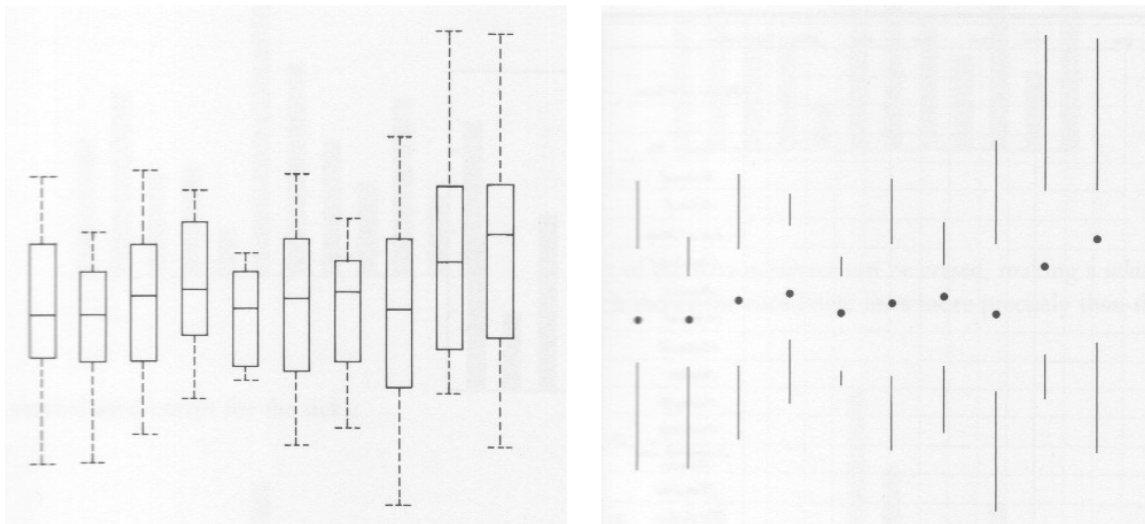


Abbildung 4.12.: Candlestick Diagramm und von Redundanzen befreite Version [42].

### Moiré Effekt

*Vermeide gemusterte Flächenfüllungen, die einen Moiré Effekt hervorrufen [42].*

Das bereits vorgestellte, unruhig wirkende Balkenmuster erzeugt beispielweise einen "Moiré Effekt" [42]. Dieser bezeichnet die störende Scheinbewegung, die aufgrund der physiologischen Bewegung des Auges bei bestimmten Mustern scheinbar wahrgenommen wird. Es wurde bereits ausführlich erläutert, wie dieser Eindruck entsteht. Nach Einschätzung von Tufte stellt dies den wohl am häufigsten zum Einsatz kommenden Gestaltungsfehler dar. Durch die Ersetzung der störenden Muster durch einfarbig gefüllte Flächen kann er schnell korrigiert werden.

### Flächenüberlagerung

*Verwende keine oder transparente Flächenfüllungen, falls sich die graphischen Elemente überlagern. [12].*

Dieses Anti-Pattern bezieht sich vor allem auf Plots, bei denen eine große Anzahl an Datenpunkten in einem Diagramm dargestellt wird. Da es hierbei an Ballungszentren zur mehrfachen Überlagerung der Punkte kommen kann, soll für die graphische Repräsentation eines Datenpunkts (z.B. ein Kreis) keine oder eine transparente Füllung verwendet werden. Ansonsten würden die Ballungszentren zu einer durchgehenden einfarbigen Fläche verschmelzen. Durch die Überlagerung der transparenten Kreise entstehen in der Abbildung 4.13 dunklere Farbabstufungen an den Häufungsstellen. Dieser Effekt entspricht dem vorgestellten Aspekt der Farbkodierung und kann effektiv zur Identifikation des oder der Ballungszentren eingesetzt werden. Bei der Verwendung einer deckenden Füllung geht ansonsten die durch Überlagerung entstehende Information verloren.

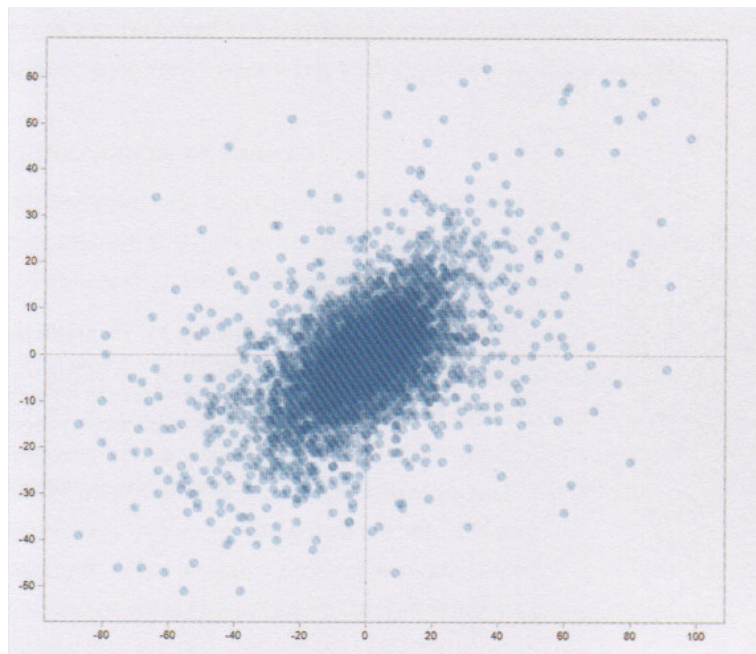


Abbildung 4.13.: Plot mit transparenten Datenpunkten [12].

### 3D-Effekte

*Verwende keine 3D-Effekte [42].*

3D-Effekte lenken von den eigentlichen Informationen ab und verstoßen aufgrund der optischen Verzerrungen gegen die erste Richtlinie der korrekten Proportionen zwischen graphischer Darstellung und Datenwert. Dieser Effekt wurde ebenfalls bereits aus psychologischer Sicht im Rahmen der Ponzo-Illusion betrachtet und stellt eine valide Empfehlung dar.

### 4.5.3. Bewertung der Visualisierungs-Konzepte

Einige Autoren haben sich ebenfalls intensiv mit dem Prozess der visuellen Wahrnehmung auseinandergesetzt und haben ihre Erkenntnisse in die Erstellung ihrer Konzepte einfließen lassen [12, 36]. Jedoch musste festgestellt werden, dass keiner der Autoren nachvollziehbare empirische Belege vorgestellt hat. Roam behauptet eine empirische Überprüfung durchgeführt zu haben, diese genügt aber nicht den psychologischen Kriterien. Diese schreiben vor, dass die Untersuchung im Experiment objektiv durchgeführt werden muss. Jedoch berichtet Roam, dass er seine Konzepte subjektiv anhand der von ihm abgehaltenen Workshops überprüft und verfeinert hat. Zur Theoriebildung bzw. -verfeinerung ist hieran nichts auszusetzen, dies kann aber nicht als empirischer Beleg angesehen werden. Sämtliche Konzepte, Richtlinien und Anti-Patterns müssten zum Nachweis ihrer Wirksamkeit anhand von objektiven und wiederholbaren Experimenten überprüft werden. Betrachtet man z.B. erneut Abbildung 4.12 so müsste man sich vorab alle Fragestellungen überlegen, die mithilfe dieses Diagramms beantwortet werden können. Im Experiment müssten dem Probanden alle Kombinationen aus Fragen und den beiden Diagrammen gestellt werden und die zur Beantwortung notwendige Zeit gemessen werden. Nur über solche Experimente kann nachvollziehbar bestimmt werden, ob die Konzepte valide sind. Für weitere Kriterien der Planung, Erstellung, Durchführung und Auswertung eines Experiments sei [37] auf verwiesen.

## 4.6. Auswahl der KPIs

Der einleitend angesprochene Bedarf der Visualisierung von KPIs wurde ebenfalls im Rahmen der Online-Umfrage ermittelt. Zu diesem Zweck wurde in den Vorgesprächen mit zwei Mitarbeitern der Fachabteilung und einer Führungskraft eine Liste von KPIs zusammengestellt, die für den typischen Benutzer relevant sein könnten. Die Vorschläge wurden mit Hilfe der Führungskraft hinsichtlich ihrer Relevanz für den Benutzerkreis bewertet. Außerdem wurde gemeinsam mit dem Softwarearchitekten evaluiert, welche Schwierigkeit eine technische Umsetzung der Bereitstellung der jeweiligen KPI hätte. Die Bewertung der Kriterien erfolgte auf einer Skala mit drei Werten von geringer bis hoher Relevanz.

KPI	Relevanz für Führungskraft	Technische Umsetzbarkeit
Fachliche Prozesskomplexität	-	-
Abbruchrate	-	0
Fehlerrate	-	0
Durchführungshäufigkeit	+	0
Bearbeitungsstatus	0	+
Bearbeitungsdauer	+	+

Sämtliche KPIs beziehen sich hierbei auf die verschiedenen Personalprozesse, die durch die Webapplikation zusammengefasst werden. Die Prozesskomplexität hätte sich hierbei beispielsweise über die Anzahl der Elemente in der zugehörigen Darstellung in der

BMPN ermitteln lassen. Die Komplexität, Abbruchrate und Fehlerrate wurde als wenig relevant für eine Führungskraft eingeschätzt, da sie eher administrativen Zwecken der Applikation dienen. Die verbleibenden KPIs weisen eine ausreichend hohe Relevanz auf und sind durchweg als technisch umsetzbar bewertet worden, deshalb wurden sie in die Umfrage zur Priorisierung aufgenommen. Zur genaueren Beschreibung der gemessenen Größe wurde sie dort unter den folgenden Begriffen aufgenommen:

- Ausführungshäufigkeit pro Zeitraum
- Ausführungshäufigkeit pro Abteilung
- Durchschnitts-/Spitzenbearbeitungsdauer
- Prozessanzahl pro Bearbeitungsstatus

### 4.7. Auswertung der Umfrage

Bei 68,4% der Befragten bestand ein Bedarf für die zentrale Bereitstellung von KPIs aus dem Personalbereich. Hiervon waren wiederum 61,5% der Meinung, dass diese Funktionalität durch die vorhandene und nicht durch eine zusätzliche Applikation erbracht werden soll. Die vorab vorgestellten KPIs wurden erneut anhand einer Likert-Skala [24] priorisiert. Dabei ergaben sich die folgenden Werte: Die Ausführungshäufigkeit wurde mit 0,75 und die Anzahl der Prozesse pro Bearbeitungsstatus mit 0,69 als "hoch" bewertet. Die Bearbeitungsdauer hat mit einem Wert von 0,25 eine mittlere Priorität erhalten. Dies könnte mit den im Kommentarfeld geäußerten Bedenken zusammenhängen, die in Frage stellen, ob eine derartige KPI im Hinblick auf die Leistungskontrolle der Mitarbeiter überhaupt angeboten werden darf. Außerdem wurde trotz der bereits getätigten Vorauswahl angemerkt, dass derartige Statistiken für eine Führungskraft momentan nicht relevant sind, jedoch für den Servicemanager der Applikation hilfreich sein können. Des Weiteren wurde der Bedarf der zusätzlichen KPI "Logins pro Tag oder Woche" geäußert.

Da die Bewertung der bevorzugten Darstellungsform anhand der vorgestellten Kategorisierung nach Fragestellungen nur nach einer ausführlichen Erläuterung des Konzeptes funktioniert hätte, wurden stattdessen exemplarische Diagramme aus jeder Kategorie, mit Ausnahmen der multivariaten Diagramme, als Antwortmöglichkeiten gewählt:

- Balken- oder Säulendiagramm
- Tortendiagramm
- Liniendiagramm
- Landkarte
- Organisationsdiagramm
- Zeitlinie

Hierbei konnten die Befragten ein oder mehrere Diagramme pro KPI auswählen. Die genaue Aufschlüsselung kann in Anhang A gefunden werden. Die nachfolgende Abbildung 4.14 stellt den Gesamtbedarf der verschiedenen Diagrammtypen dar. Hierbei macht der Visualisierungsbedarf der KPIs in Form von Balken-, Torten- und Liniendiagrammen 87% des Gesamtbedarfs aus. Dieses Ergebnis lässt sich aus zwei Blickwinkeln betrachten. Zum einen kann es anzeigen, dass Führungskräfte die gewohnten Formen der Visualisierung bevorzugen, da man die drei gewählten Typen wohl als die "klassischen Diagramme" im Management bezeichnen kann. Ein anderer Interpretationsansatz wäre die Fragestellungen der Kategorien. Unter diesen Aspekt kann festgestellt werden, dass die Frage der Lokalität ("Wo?") oder des zeitlichen Ablaufs ("Wann?") bei den drei vorgegebenen KPIs eine untergeordnete Rolle spielen. Auf dieses Resultat wurde im Rahmen der durchgeführten Usability-Interviews eingegangen. Es wurde erfragt, ob die angebotenen KPIs für die Führungskraft eine Entscheidungshilfe darstellen. Außerdem wurde erneut überprüft, ob ein Bedarf für andere KPIs gesehen wird.

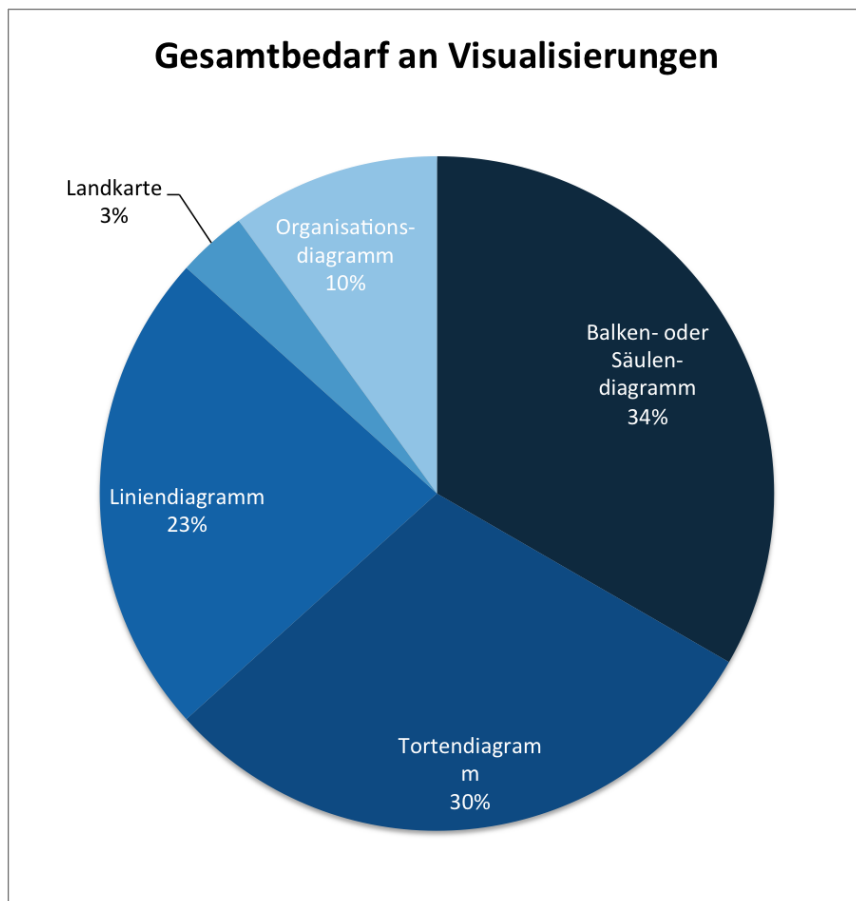


Abbildung 4.14.: Gesamtbedarf der verschiedenen Diagrammtypen.



## 5. Implementierung

Die letzte Forschungsfrage dreht sich um die Implementierung einer prototypischen mobilen Applikation unter Berücksichtigung der vorgestellten Usability- und Visualisierungsaspekte. Dem Titel der Arbeit ist bereits zu entnehmen, dass der Prototyp für die iOS-Plattform entwickelt wurde. Diese Designentscheidung wurde selbstverständlich vorab anhand von Auswertungen zur firmeninternen, mobilen Endgeräte-Landschaft überprüft. Im ersten Abschnitt dieses Kapitels werden die Ergebnisse dieser Analyse vorgestellt. Danach wird die konzeptionelle Systemarchitektur vorgestellt und anhand dieser verallgemeinert auf die IT-Sicherheitsmaßnahmen eingegangen, die zur Geheimhaltung der hochkritischen Personaldaten implementiert werden müssen. Anschließend wird ein grober Einblick in die Implementierung des Prototypen anhand eines Komponenten- und Sequenzdiagramms gegeben. Im nachfolgenden Abschnitt wird einer kurzer Überblick über die eingebundenen Bibliotheken von Drittherstellern gegeben und abschließend wird auf den Algorithmus für die Synchronisation der Offline durchgeführten Genehmigungen bzw. Ablehnungen eingegangen.

### 5.1. Auswahl der mobilen Plattform

Der Markt der mobilen Betriebssysteme wird laut Prognosen von Gartner [16] im Jahr 2013 weiterhin von Android, Windows und iOS dominiert. Jedoch wird Android ein Wachstum von 71,5% und iOS von 39,2% verzeichnen können, wogegen die Marktanteile von Windows leicht rückläufig sein werden.

Für die Umsetzung des Prototypen stellte sich die Frage, wie die Anteile mobiler Betriebssysteme innerhalb der Siemens AG verteilt sind. Da es keine firmeninterne Vorgaben für die Beschaffung mobiler Endgeräte gibt, handelt es sich hierbei sowohl um Android als auch iOS-Geräte. Diese werden jedoch zentral über ein [Mobile Device Management \(MDM\)](#)-System verwaltet. Eine angeforderte Auswertung hat ergeben, dass sich die weltweite Verteilung aus 57% Android- und 43% iOS-Geräten zusammensetzt. Da die an die Webapplikation angebunden Personalsysteme aufgrund der gesetzlichen Vorgaben teilweise spezifisch für den Firmensitz Deutschland sind, wurde hierfür ebenfalls eine Auswertung erstellt. Innerhalb Deutschlands unterscheidet sich die Verteilung deutlich, dort handelt es sich zu 79% um Android- und zu 21% um iOS-Geräte. Dieses Ergebnis konnte jedoch nicht direkt auf den Anwendungsfall des Prototypen übertragen werden, da der typische Benutzer durch eine Führungskraft repräsentiert wird und laut der subjektiven Aussagen in den Vorgesprächen über ein iOS-Endgerät verfügt. Deshalb wurde eine neue Analyse benötigt, die nur Führungskräfte betrachtet. Leider wäre diese Anfrage beim MDM-System nur mit einem erheblichen technischen Aufwand realisierbar gewesen, deshalb wurden stattdessen die Endgerätedaten aller Personen eingeholt, die im Rahmen der

Online-Umfrage befragt wurden. Hierbei wurden 12 Tablets identifiziert, wobei es sich dabei um 11 iPads verschiedener Generationen und ein Android Tablet gehandelt hat. Es konnte somit bestätigt werden, dass Führungskräfte wesentlich häufiger iOS-Geräte besitzen als der Durchschnitt. Diese Tendenz wurde durch die Online-Umfrage ein weiteres mal verifiziert (siehe Führungskraft Persona in Abschnitt 3.2.2). Hierbei wurde festgestellt, dass 88,9% der befragten Führungskräfte ein iPad von Apple besitzen. Aus diesen Gründen wurde iOS als Plattform für die Entwicklung des Prototypen gewählt. Dennoch wurde der Aspekt der Cross-Platform Fähigkeit nicht außer Acht gelassen, da zum einen ein deutlich stärkeres Wachstum für Android als für iOS prognostiziert wurde [16] und sich ähnliche Entwicklungen firmenintern abzeichnen. Im Rahmen des Ausblicks wird in Kapitel 8 ein kurzer Ausblick auf einen potentiellen Cross-Platform Ansatz gegeben, außerdem wird dieser auch bei der konzeptionellen Systemarchitektur berücksichtigt.

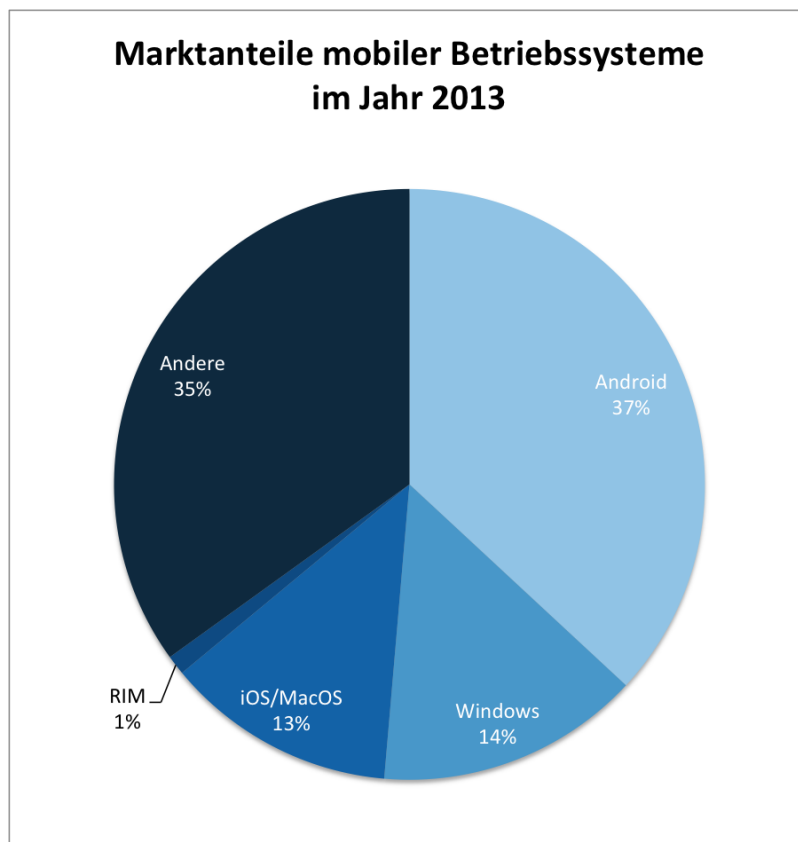


Abbildung 5.1.: Marktanteile mobiler Betriebssysteme im Jahr 2013 (laut Prognose von Gartner [16]).

In Absprache mit dem Mobile Device Management wurde das im August 2013 noch nicht veröffentlichte iOS 7 als Betriebssystemversion für die Entwicklung gewählt, da es einerseits zum Abschluss der Bachelorarbeit im Dezember 2013 ausgerollt sein wird und andererseits das Betriebssystemupdate in absehbarer Zeit firmenintern verpflichtend durchgeführt werden muss. Aufgrund dieser Entscheidung wurde eine neue Iteration der Mock-Ups erstellt um die teilweise tiefgreifenden Designänderungen zu berücksichtigen,



die mit der Einführung von iOS 7 einhergingen [22]. Eine interaktive Form der Mock-Ups, sowohl für iOS 7 als auch iOS 6, kann auf der beigelegten CD gefunden werden.

Gemäß der Firmenanforderung wurde ausschließlich für Apples Tablet, das iPad, entwickelt. Diese Einschränkung wurde sinnvollerweise vorgegeben, da für ein Smartphone aufgrund des deutlich kleineren Bildschirms ein gesondertes Gestaltungs- und Bedienkonzept erforderlich gewesen wäre. Die App wurde während der Entwicklung kontinuierlich auf dem zum damaligen Zeitpunkt aktuellen iPad der Version 4 und zusätzlich auf einem iPad der Version 3 getestet.

## 5.2. Voraussetzungen für die iOS-Entwicklung

An dieser Stelle soll nur ein kurzer Überblick über die Voraussetzungen für die iOS-Entwicklung gegeben werden. Außerdem dient dieser Abschnitt dazu, einige Apple spezifische Begriffe einzuführen. Die erste Voraussetzung besteht im Besitz eines Macs, da die notwendige Entwicklungsumgebung "Xcode" von Apple nur für das eigene Betriebssystem zur Verfügung gestellt wird. Hierbei muss für die Entwicklung einer nativen Applikation die ebenfalls Apple spezifische Programmiersprache Objective-C verwendet werden. Des Weiteren muss der Entwickler und die Testgeräte im einem "Apple Developer Program" registriert sein. Anschließend kann ein Entwicklerzertifikat beantragt werden, welches für die Signierung des Codes verwendet werden muss. Die Endgeräte von Apple führen eine App nur aus, wenn diese mit einem gültigen Zertifikat signiert wurde. Hierdurch wird eine Vertrauenskette etabliert, die maßgeblich zur Sicherheit der Plattform beiträgt.

Für die Veröffentlichung der App im öffentlichen "AppStore" muss diese einen Genehmigungsprozess durchlaufen, bei dem die Konformität zu Apples Richtlinien geprüft wird [23, 22]. Dies gilt jedoch nicht für die firmeninterne Verteilung der Applikation. Hierzu existiert im Unternehmen ein eigener Entwicklungsprozess, der die Konformität zu Unternehmensrichtlinien prüft und nach der Freigabe die App über den internen Marktplatz zur Verfügung stellt. Dieser Service wird durch das MDM-System erbracht, welches im vorherigen Abschnitt zur Analyse der Endgeräte Verteilung genutzt wurde. Ein wichtiger Aspekt der hieraus resultiert ist, dass bei der firmeninternen Entwicklung ein Verstoß der Herstellerrichtlinie nicht zu Ablehnung der App führt. Der Prototyp verwendet z.B. bei der Mehrfachauswahl eine undokumentierte Funktion, weshalb sie im aktuellen Zustand im öffentlichen "AppStore" nicht veröffentlichbar wäre. Jedoch ist dies in diesem Fall nicht von Bedeutung, da die App ausschließlich intern angeboten werden soll.

## 5.3. Anforderungserhebung

Bei der Erhebung wurden technische Anforderungen an den Prototypen, aber auch organisatorische und universitäre Anforderungen an die Erstellung der Bachelorarbeit berücksichtigt. Diese wurden im Rahmen der Vorgespräche gesammelt oder im Falle der Usability- und Visualisierungskonzepte selbst erarbeitet. Eine Priorisierung erfolgte gemeinsam mit einer Führungskraft, sowie den Betreuern der Arbeit. Auf der beiliegen-

## 5. Implementierung

---

den CD (siehe Anhang B) ist eine komplette Auflistung zu finden, jedoch soll an dieser Stelle nur auf die Sicherheitsanforderungen eingegangen werden, die durchgehend mit der höchsten Priorität bewertet worden sind. Leider konnten diese innerhalb der Bearbeitungsdauer nicht implementiert werden, da eine Freischaltung für die relevanten Sicherheitssysteme aufgrund der notwendigen Überprüfungen nicht zeitnah möglich gewesen wäre. Stattdessen wurde mithilfe eines lokalen Testservers die korrekte Anbindung an den Webservice geprüft und für die Auslieferung auf das Endgerät ein lokaler Testdatensatz mitgeliefert. Hierdurch konnte außerdem sichergestellt werden, dass der Prototyp bei der Präsentation bzw. den Usability-Walkthroughs unabhängig von der Testinstanz der Webapplikation ist.

Außerdem wurden die benutzerrelevanten Anforderungen zusätzlich im Rahmen der Online-Umfrage durch die Befragten priorisiert. Die Ergebnisse zum Bedarf einer Visualisierung von KPIs wurden bereits in Abschnitt 4.7 präsentiert, deshalb wird im Nachfolgenden ausschließlich die Auswertung der technischen Anforderungen und der Anforderungen aus dem Bereich der Usability vorgestellt.

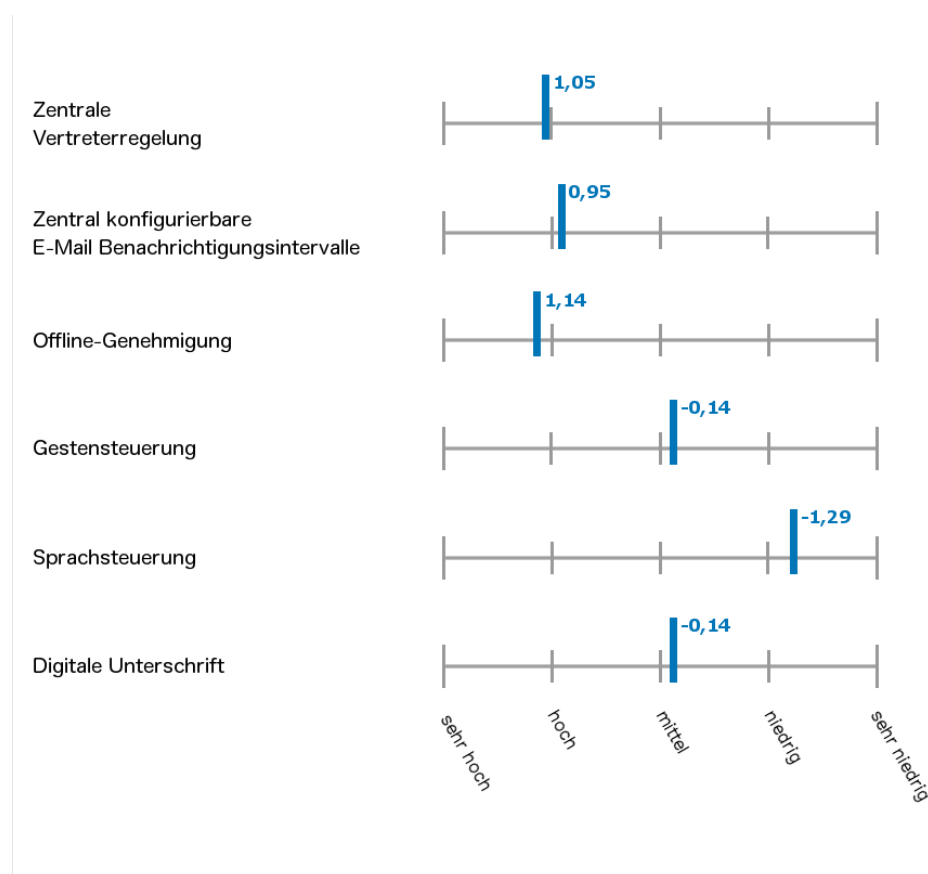


Abbildung 5.2.: Priorisierung der technischen Anforderungen und der Anforderungen aus dem Bereich der Usability.

Die ersten drei Anforderungen wurden hoch priorisiert, dabei beschreibt die zentrale

Vertreterregelung die Möglichkeit Vertretungen für alle Personalsysteme zentral verwalten zu können. Die Funktionalität wurde innerhalb der App mit einer prototypischen Ansicht umgesetzt, die jedoch nur zur Veranschaulichung dient und nicht sämtliche Interaktionen simuliert. Analog handelt es sich bei der zweiten Anforderung um die Möglichkeit die Benachrichtigungsintervalle der von der Applikation versandten E-Mails an einer zentrale Stelle konfigurierbar zu machen. Diese Anforderung wurde bei der Erweiterung der Webapplikation berücksichtigt und ermöglicht in Zukunft die zentrale Einstellung des Mailversands. Da es sich hierbei um eine Funktionalität handelt, die keine hohe Nutzungsfrequenz aufweist, wurde sie im Prototypen nicht berücksichtigt. Für eine produktive Version der App sollte jedoch darauf geachtet werden, dass der Funktionsumfang der Web- und mobilen Applikation keine Differenzen aufweist. Dies stellt gemäß der Usability-Richtlinie der Konsistenz (siehe Abschnitt 3.2.5) sicher, dass die Erwartung der Benutzer erfüllt wird, auf allen Clients die gleichen Funktionen nutzen zu können. Die Möglichkeit einer "Offline-Genehmigung" wurde durch eine lokale Replikation der Daten umgesetzt. Da die App keine Anbindung an die Testinstanz des Webservice besitzt, wird das Konzept des Merge-Algorithmus in Abschnitt 5.7 vorgestellt. Dieser stellt sicher, dass Konflikte mit Aktionen der Webapplikation, die durch eine Synchronisierung der Offline Genehmigungen bzw. Ablehnungen entstehen können, aufgelöst werden.

Die Gestensteuerung und Möglichkeit einer digitalen Unterschrift wurde lediglich mit der Priorität "mittel" versehen. Da eine Verbesserung der Usability durch die technischen Möglichkeiten auf einem mobilen Endgerät jedoch ein Kernthema dieser Arbeit darstellte, wurde diese Funktionalität intensiv betrachtet und beispielsweise anhand des bereits vorgestellten Konzepts zur Genehmigung und Ablehnung von Anträgen per Wischgeste umgesetzt. Bei der digitalen Unterschrift wurden in den Kommentaren der Online-Umfrage juristische Bedenken zu ihrer Rechtsgültigkeit geäußert. Eine Prüfung dieser wurde im Rahmen der Arbeit nicht vorgenommen, sollte bei einer zukünftigen Entwicklung jedoch weiterverfolgt werden. Diese Funktionalität könnte durch die Einsparung mehrerer Prozessschritte in Papierform zu einem deutlichen Zeit- und Kostenersparnis führen. Hierzu müsste der Webservice neben dem Genehmigungsprozess einen Unterschriftenprozess abbilden. Außerdem könnte diese Funktion durch die Nutzung eines zusätzlichen Eingabegerätes am PC, wie z.B. ein Stifttablett, auch innerhalb der Webapplikation umgesetzt werden. Hierzu muss jedoch gegebenenfalls ein gesonderter "Proof of Concept" und eine Untersuchung der Wirtschaftlichkeit erstellt werden.

Die letzte Anforderung einer Sprachsteuerung wurde mit der niedrigsten Priorität versehen. Außerdem wurden in den Kommentaren der Umfrage Datenschutzbedenken zu deren Einsatz geäußert. Aus diesen Gründen wurde innerhalb des Prototypen auf eine Umsetzung einer Spracheingabe verzichtet.

## 5.4. System- und Sicherheitsarchitektur

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei den Personaldaten um hochkritische Daten. Durch das Mobile Device Management werden die mobilen Endgeräte zwar mit Profilen ausgestattet, die Konformität zu den Sicherheitsvorgaben garantieren, jedoch ist dies für derart sensible Daten nicht ausreichend. Die Profile stellen beispielweise sicher, dass ein Sperrcode vergeben werden muss, welcher bei iOS zur Verschlüsselung des kompletten Speichers mit dem **AES-256** Algorithmus dient [21]. Im Jahr 2012 wurde der Nachweis erbracht, dass diese Sicherheitsmaßnahme von iOS nicht zu brechen sei [13]. Jedoch kann vor allem unter dem Licht der jüngsten Veröffentlichungen zur geheimdienstlichen Arbeit der National Security Agency (siehe <http://www.heise.de/thema/NSA>) nicht ausgeschlossen werden, dass Möglichkeiten existieren diese Sicherheitsmaßnahmen zu umgehen. Aus diesem Grund muss der lokale Speicher der App, welcher als SQLite-Datenbank realisiert wurde, durch eine zusätzliche Verschlüsselung gesichert werden. Im Schaubild 5.3 ist die Systemarchitektur mit Fokus auf die Sicherheitsmaßnahmen abgebildet. Die Einfärbungen stehen erneut für die Komponenten an denen, im Rahmen der vorgeschlagenen Lösung, Änderungen vorgenommen oder die neu geschaffen werden müssen. Die Anpassungen am Webservice beziehen sich auf Erweiterungen der Schnittstelle zur Abfrage zusätzlicher Daten, wie z.B. der Applikationsnews. Beim orangenen Pfeil handelt es sich nicht um eine notwendige Änderung, sondern um den zweiten essentiellen Sicherheitsaspekt. Die App kommuniziert über einen verschlüsselten Kanal mit einem Gateway, welches die Authentifizierung und das Weiterleiten der Anfragen an das entsprechende Backendsystem, in diesem Fall den Webservice, im Firmennetz übernimmt. Weitere Details zu den Sicherheitsmaßnahmen, dürfen im Rahmen der Bachelorarbeit aus Gründen der Geheimhaltung nicht veröffentlicht werden. Es soll jedoch noch angemerkt werden, dass die vorgestellten Maßnahmen keine Empfehlungen darstellen, sondern durch Unternehmensrichtlinien geregelt und vorgeschrieben sind.

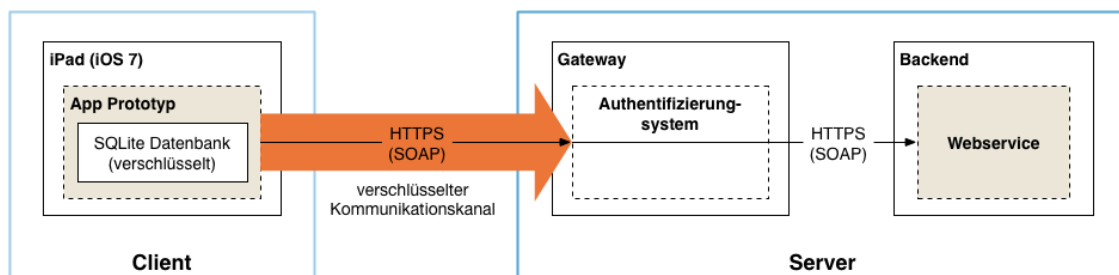


Abbildung 5.3.: Konzeptionelle Systemarchitektur für den iOS-Prototypen und einen Cross-Platform Ansatz.

Die abgebildete Systemarchitektur stellt den Aufbau dar, wie er vom Prototypen nach Einbindung des Sicherheitsgateways verwendet werden kann. Die App kommuniziert mit dem Webservice über das **Simple Object Access Protocol (SOAP)**. Dabei werden die Anfragen, wie oben vorgestellt, durch das Gateway in verschlüsselter Form entgegengenommen und anschließend an den Webservice weitergeleitet. Für die Anbindung des Webservices wurde eine Schnittstellenbeschreibung in der **Web Service Description Lan-**

guage (WSDL) zur automatischen Codegenerierung genutzt. Dies wird jedoch durch Xcode nicht unterstützt und konnte nur mithilfe des zusätzlichen Tools “wsdl2objc” (siehe <https://code.google.com/p/wsdl2objc/>) umgesetzt werden. Dabei stellte sich heraus, dass der generierte Code nicht konform zur aktuellen Spezifikation von Objective-C ist. Deshalb mussten sämtliche Dateien manuell angepasst werden. Die Anbindung eines SOAP-Webservices wird bei der Entwicklung einer nativen iOS-App weder durch eine Systembibliothek noch durch eine automatische Codegenerierung in der Entwicklungsumgebung unterstützt. Stattdessen hat sich im Umfeld der mobilen Applikation der Einsatz der sogenannten REST-Schnittstellen durchgesetzt [6]. Diese bilden grundlegende Operationen, wie das Lesen, Ändern, Erstellen oder Löschen von Datenobjekten mithilfe der Methoden des HTTP-Protokolls ab. Dabei werden die Daten in Form der JavaScript Object Notation (JSON) repräsentiert. Dieses Datenformat hat deutlich weniger Overhead als Formate, die auf XML basieren und kann deshalb effizienter geparkt werden [6]. Bei mobilen Endgeräten sind Effizienzverbesserungen aufgrund der erzielbaren Verbesserungen der Akkulaufzeit besonders wünschenswert. Für einen detaillierteren Einblick in das REST Programmierparadigma sei auf [4] verwiesen.

An dieser Stelle soll noch kurz auf den Aspekt der Cross-Platform Fähigkeit eingegangen werden, bevor eine Systemarchitektur vorgestellt wird, die eine REST-Schnittstelle umsetzt. Der Cross-Platform Ansatz, der in Abschnitt 8.1 vorgestellt wird, nutzt die Programmiersprache C# für die Entwicklung eines von Android, iOS und Windows Phone wiederverwendbaren Applikationskerns. In diesem Umfeld wird die Anbindung eines SOAP-Webservices deutlich besser unterstützt [20], deshalb könnte die in Abbildung 5.3 dargestellte Systemarchitektur in diesem Fall ohne die nachfolgende Erweiterung durch einen Adapter verwendet werden.

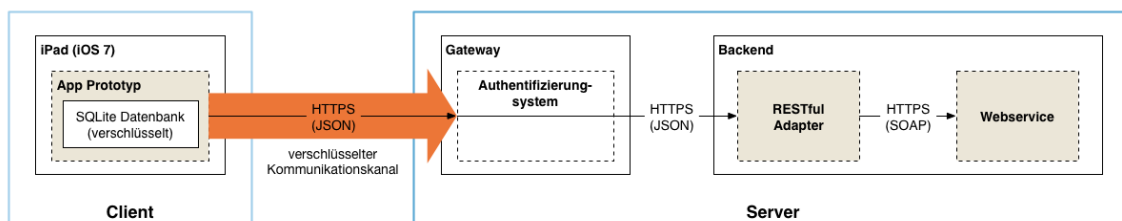


Abbildung 5.4.: Konzeptionelle Systemarchitektur mit einem RESTful Adapter.

Der zusätzlich eingefügte “RESTful Adapter” konvertiert die Anfragen, die nach wie vor über das Sicherheitsgateway zum Backend gelangen, vom JSON-Format in das Format des Simple Object Access Protocols und umgekehrt (siehe Abbildung 5.4). Dabei bestehen zwei Möglichkeiten diesen Adapter zu implementieren. Entweder nutzt man die Möglichkeiten des Enterprise Service Bus (ESB) um diese Konvertierung automatisch durchführen zu lassen oder man programmiert den Adapter in Java (z.B. mit dem Jersey Framework, <https://jersey.java.net/>) und kapselt sämtliche Methodenaufrufe der SOAP-Schnittstelle. Falls der ESB lediglich eine eins zu eins Konvertierung des Datenformates vornimmt, kann es sein, dass das Konzept des REST-Paradigmas nicht korrekt umgesetzt wird. Zusätzlich muss nämlich eine korrekte Abbildung auf die Metho-

den des HTTP-Protokolls durchgeführt werden. Beispielsweise wird das Löschen eines Datenobjektes gemäß dem REST-Paradigma mithilfe der DELETE-Methode des HTTP-Protokolls durchgeführt [4]. Um eine Designentscheidung bezüglich der Systemarchitektur treffen zu können, muss jedoch vorab die Strategie für die Cross-Platform-Entwicklung festgelegt werden.

### 5.5. Komponenten- und Sequenzdiagramm

#### 5.5.1. Komponentendiagramm

In Abbildung 5.5 ist das Komponentendiagramm des Prototypen dargestellt. Daraus wird ersichtlich, dass Apple für die Entwicklung die Verwendung des Model-View-Controller (MVC)-Patterns vorschreibt. Der Komponentenaufbau wird im Xcode-Projekt durch Ordnerstruktur widergespiegelt, da in Objective-C hierfür keine Strukturierungsmöglichkeit, wie beispielsweise die Packages in Java, existiert. Die Komponente der **Views** vereint alle eigens angefertigten GUI-Elemente und das **Storyboard** ist eine Möglichkeit, die von der Entwicklungsumgebung angeboten wird, die graphische Oberfläche und die Übergänge zwischen den Views in einem WYSIWYG-Editor zu erstellen.

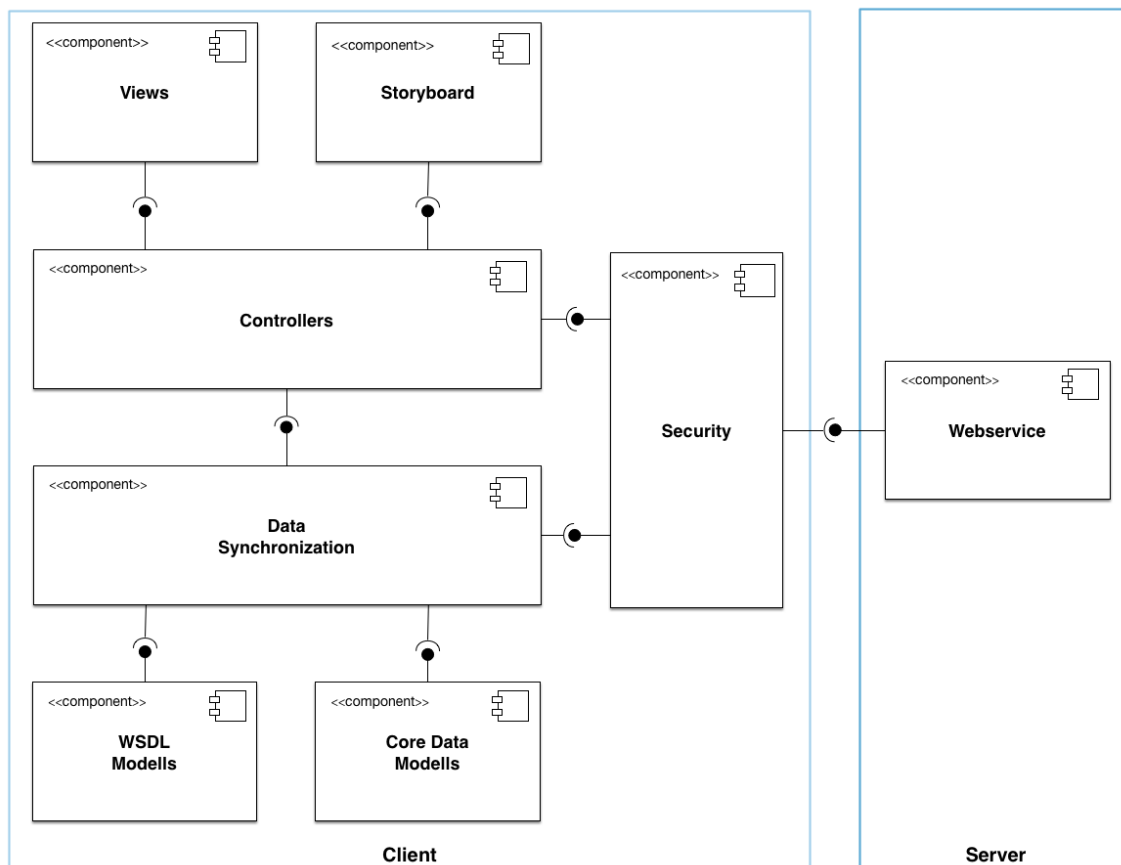


Abbildung 5.5.: Komponentendiagramm des iOS-Prototypen



Die Komponente der **Controllers** kümmert sich gemäß dem MVC-Pattern um die Verarbeitung der Eingaben oder anderer Ereignisse und die Anzeige der Daten in den Views. Außerdem wurde für die Synchronisation der Daten eine eigene Komponente **Data Synchronization** entwickelt. Innerhalb dieser wurde ein Strategy-Pattern verwendet, um einen flexiblen Austausch der Datenprovider des Webinterface und der lokalen Testdaten zu ermöglichen. Wie bereits erwähnt, wird eine SQLite Datenbank für die Persistenz verwendet. Unter iOS existiert hierfür eine "Core Data" genannte Bibliothek, die sich um die Verwaltung der Datenmodelle kümmert. Diese Modelle wurden zur **Core Data Models** Komponente zusammengefasst. Daneben existieren noch die **WSDL Models**, welche aus der automatischen Codegenerierung stammen. Der Aufwand, diese generierten Modelle in die Core Data Modelle zu integrieren, wurde nicht betrieben, da beim Einsatz des im vorherigen Abschnitt vorgestellten RESTful Adapters die automatisch generierten Klassen nicht mehr notwendig sind. Es existiert mit RESTKit (siehe <http://restkit.org/>) eine iOS-Bibliothek, die in der Lage ist, die Umwandlung von JSON-Daten automatisch anhand der Core Data Modelle vorzunehmen. Des Weiteren existiert eine **Security** Komponente, in der die erwähnten Sicherheitsmaßnahmen zur Verschlüsselung der lokalen Daten und des Kommunikationskanals implementiert wurden. Diese konnte, wie bereits erwähnt, im Rahmen der Bachelorarbeit nicht an die Testinstanz des Webservice angebunden werden. Außerdem mussten die Klassen zur Kommunikation mit dem firmeninternen Gateway aus Gründen der Geheimhaltung aus dem Projekt entfernt werden.

### 5.5.2. Sequenzdiagramm

Aus Platzgründen ist das Sequenzdiagramm im Anhang D.1 zu finden. Die Grafik soll noch einmal die Kommunikation zwischen der App und dem Webservice über das Sicherheitsgateway veranschaulichen. Wenn der Benutzer z.B. über den Aktualisieren-Button die offenen Aufträge nachladen möchte, so wird diese Anfrage von der App verschlüsselt und an das Gateway übertragen. Dieses entschlüsselt darauf die Anfrage und leitet es an den Webservice weiter. Diese Anfragen werden asynchron ausgeführt, damit die graphische Oberfläche während der Wartezeit bedienbar bleibt. Bevor die Antwort vom Webservice an die App weitergegeben wird, erfolgt erneut eine Verschlüsselung. Schließlich wird die Antwort von der Applikation entschlüsselt und die entsprechenden Elemente der GUI mit den erhaltenen Daten befüllt.

## 5.6. Bibliotheken von Drittherstellern

Bei der Implementierung der App wurden die in der nachfolgenden Tabelle aufgelisteten Bibliotheken von Drittherstellern genutzt. Bei **MKNumberBadgeView** handelt es sich um die Anzeige der "Blase" zur Indikation von ungelesenen Nachrichten oder offenen Anträgen. Diese werden im Menü und der Navigationsleiste der App verwendet. Mithilfe von **MCSwipeTableViewCell** wurde das Usability-Konzept zur Genehmigung bzw. Ablehnung per Wischgeste implementiert. Für das ausblendbare Menü wurde die Bibliothek **ECSlidingController** eingesetzt. All diese Bibliotheken sind unter Lizenzen veröffentlicht, die eine kommerzielle Nutzung erlauben. Zur Einhaltung der Lizenzbedingungen sind die Lizenzen in Kopie im jeweiligen Ordner des Projektes zu finden.

Für die Erstellung der Diagramme wurde auf die kommerzielle **ShinobiCharts**-Bibliothek von shinobicontrols zurückgegriffen. Hierbei kam im Prototypen eine 30 tägige Testversion der Bibliothek zum Einsatz, die am 14.12.2013 ausgelaufen ist. Diese bietet eine umfangreiche Unterstützung an Darstellungstypen und eine sehr performante Implementierung der Gestensteuerung. Auf der beigelegten CD (siehe Anhang B) ist eine Aufstellung mehrerer Bibliotheken zu finden, die alle analysiert und getestet wurden. Die Wahl fiel auf ShinobiCharts aufgrund der bereits erwähnten, hohen Performanz, der ausführlichen Dokumentation und der Möglichkeit, sie ebenfalls unter C# im Rahmen einer Cross-Platform Entwicklung verwenden zu können. Die Bibliothek der Firma Infragistics bietet diese Möglichkeit ebenfalls, aber hatte beim Test auf dem Endgerät aufgrund einer ruckeligen Bedienung nicht überzeugen können. Die Analyse wurde im August 2013 durchgeführt, deshalb hat sich der Umfang der Bibliotheken in der Zwischenzeit wieder verändert. Bei einer Entwicklung für den produktiven Einsatz muss deshalb erneut eine aktuelle Evaluierung durchgeführt werden.

Bibliothek	Hersteller	Lizenz	Kosten
MKNumberBadgeView	Michael Kamprath	Apache License 2.0	-
	Webseite: <a href="https://www.cocoacontrols.com/controls/mknumberbadgeview">https://www.cocoacontrols.com/controls/mknumberbadgeview</a>		
MCSwipeTableViewCell	alikaaragoz	MIT license	-
	Webseite: <a href="https://github.com/alikaaragoz/MCSwipeTableViewCell">https://github.com/alikaaragoz/MCSwipeTableViewCell</a>		
ECSSlidingController	EdgeCase	MIT license	-
	Webseite: <a href="https://github.com/ECSSlidingViewController/ECSSlidingViewController/tree/1.x">https://github.com/ECSSlidingViewController/ECSSlidingViewController/tree/1.x</a>		
ShinobiCharts	shinobicontrols	kommerziell	676,00\$ (Stand: 15.12.2013)
	Webseite: <a href="https://github.com/alikaaragoz/MCSwipeTableViewCell">https://github.com/alikaaragoz/MCSwipeTableViewCell</a>		

### 5.7. Merge-Algorithmus für die Offline-Genehmigung

Bei der Synchronisation der Offline durchgeführten Aktionen kann es zu Konflikten mit denen der Webapplikation kommen. Dies kann auftreten, wenn der gleiche Antrag z.B. Offline genehmigt wurde und vor der Synchronisation über die Webapplikation abgelehnt wurde. Anhand der nachfolgenden Abbildung 5.6 soll veranschaulicht werden, wie ein solcher Konflikt festgestellt werden kann und welche Optionen zur Auflösung bestehen.



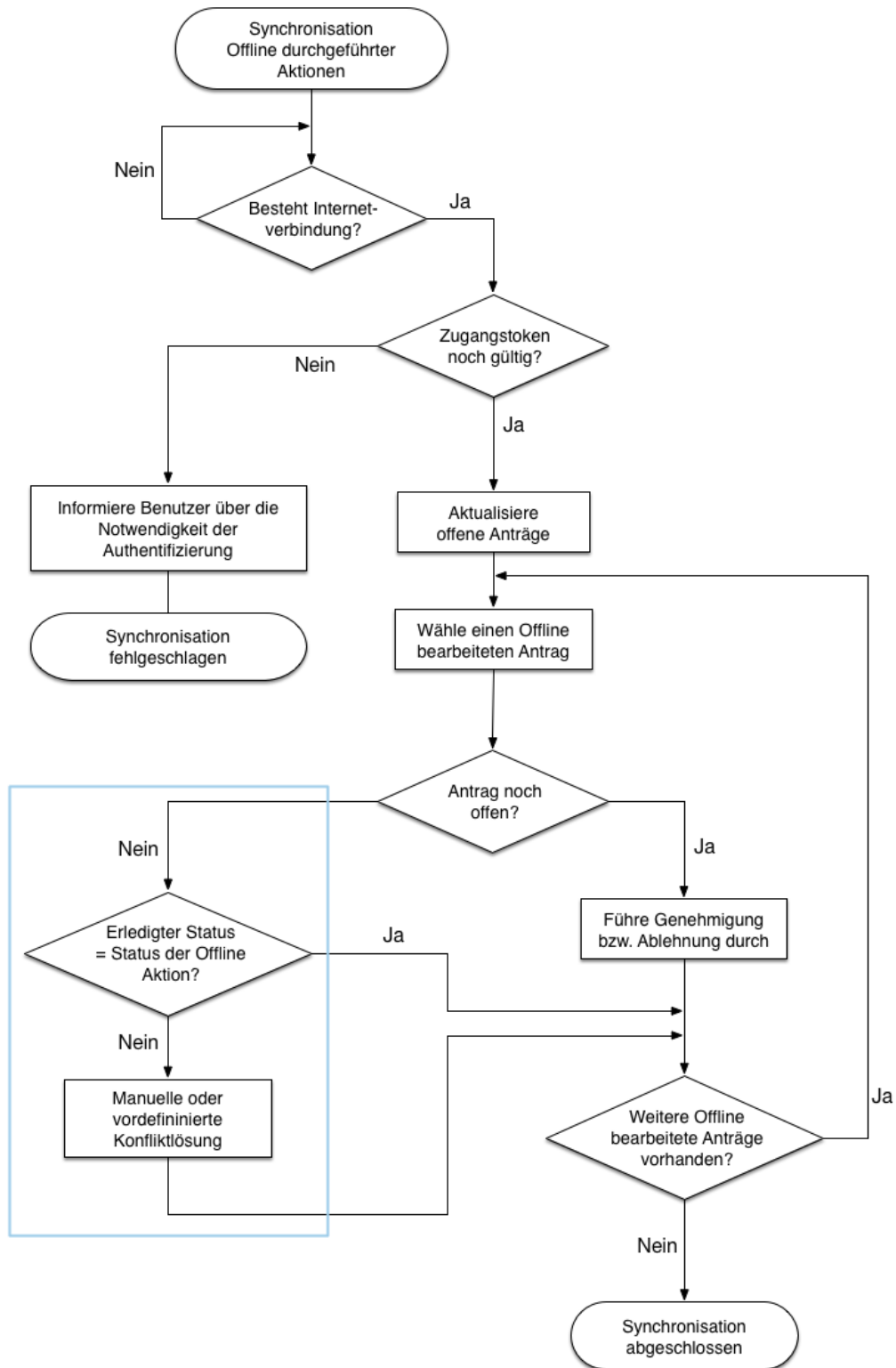


Abbildung 5.6.: Merge-Algorithmus zur Synchronisation Offline durchgeführter Aktionen.

Zu Beginn der Synchronisation muss geprüft werden, ob eine Verbindung zum Internet besteht. Falls dies der Fall ist muss des Weiteren untersucht werden, ob der Zugangstoken für das Sicherheitsgateway und die Entschlüsselung der lokalen Daten noch gültig ist, da dieser nach einer vorgegebenen Zeit abläuft. Danach kann weder auf die lokalen Daten noch auf den Webservice zugegriffen werden. Wenn der Token abgelaufen ist, soll die App den Benutzer darüber informieren, das eine erneute Authentifizierung notwendig ist. Bis dies geschehen ist, muss der Synchronisationsvorgang unterbrochen werden. Falls der Token noch gültig ist, wird die Liste der offenen Aufgaben aktualisiert. Anschließend werden die Offline bearbeiteten Anträge einzeln weiterverarbeitet. Falls der ausgewählte Antrag nach wie vor in der Liste der offenen Anträge zu finden ist, kann die Genehmigung bzw. Ablehnung an den Webservice weitergeleitet werden, da in der Zwischenzeit keine Bearbeitung durch die Webapplikation stattgefunden hat. Ist der Antrag jedoch nicht mehr in dieser Liste enthalten, besteht ein Konflikt. Dieser Bereich des Kontrollflussdiagramms wurde mit einem blauen Rahmen hervorgehoben, da er bei der aktuellen Beschreibung der Schnittstelle so nicht umgesetzt werden kann. Der Grund hierfür ist, dass ein erledigter Antrag kein Attribut für den Typ der Erledigung – Genehmigung oder Ablehnung – besitzt. Somit kann nicht geprüft werden, ob der Status der Erledigung mit der Aktion übereinstimmt, die lokal durchgeführt werden sollte. Denn in diesem Fall kann die Offline durchgeführte Aktion verworfen werden, da sie bereits über die Webapplikation ausgelöst wurde. Stimmen die Stati jedoch nicht überein, wird eine Konfliktlösung notwendig. Hierfür bestehen mehrere Optionen, wobei eine die manuelle Auflösung ist. Der Benutzer wird in einem Dialog über den Konflikt informiert und muss entscheiden welche Aktion durchgeführt werden soll. Eine weitere Möglichkeit wäre die Festlegung von statischen Regeln. Beispielsweise kann definiert werden, dass die später durchgeführte Aktion aufgrund des potentiell höheren Informationsstandes immer gültig bleibt und die jüngere Aktion verworfen wird. Ein technisches Problem, das sich hierbei aufgrund der Systemarchitektur ergibt, ist, dass eine Rückabwicklung nicht möglich ist. Die weitere Verarbeitung der Genehmigungen und Ablehnungen erfolgt in den angeschlossenen Personalsystemen und kann über die Adapter nicht rückgängig gemacht werden. Ob eine Erweiterung des Adapters um eine Funktionalität für die Rückabwicklung möglich ist, muss gesondert betrachtet werden. Alternativ kann der Benutzer im Konfliktfall durch die automatische Generierung eines Tickets zur Korrektur unterstützt werden.





## **Teil III.**

# **Evaluation, Fazit und Ausblick**



## 6. Evaluation

Die Evaluation der Ergebnisse erfolgte mithilfe von Interviews im Rahmen der Methode des Usability Testings (siehe Abschnitt 3.2.6). Es wurden insgesamt sieben Personen befragt, wobei es sich um vier Führungskräfte, einen Softwarearchitekten, einen Softwareentwickler und einen Pretest mit der Betreuerin der Bachelorarbeit handelte. Anhand des Prototypen und eines Interviewleitfadens (siehe Anhang B) wurde ein Usability-Walkthrough durchgeführt. Ein Teil der Fragen war nicht aufgabenorientiert und zielte auf die Beantwortung der Forschungsfragen ab. Die Dauer eines Interviews wurde auf 30 Minuten angesetzt und der Aufbau gestaltete sich wie folgt:

- Einleitung
- Offener Dialog/Testen
- Usability-Konzepte
- Visualisierungs-Konzepte
- Sicherheitsarchitektur und Fazit
- Offene Fragen, Anmerkungen und Feedback

An dieser Struktur orientiert sich auch die nachfolgende Auswertung. Hierbei wird das qualitative Meinungsbild der Befragten wiedergegeben und einige Verbesserungsmöglichkeiten konkret angesprochen, jedoch kann nicht auf jeden Aspekt eingegangen werden. Die Mitschriften der Interviews sind eingescannt worden und ebenfalls auf der beigelegten CD zu finden (siehe Anhang B).

### 6.1. Einleitung

Zu Beginn des Interviews wurde kurz dessen Zweck vorgestellt und erläutert, dass es sich bei der App um einen Prototypen handelt, der über gewisse Einschränkungen verfügt. So sind die Einstellungen beispielsweise hartkodiert und können nicht geändert werden. Es wurde außerdem darauf hingewiesen, dass die Ansicht der Vertreter und die Detailansicht einer Aufgabe statisch sind und die Testdaten durch das Aktualisieren wieder auf ihren ursprünglichen Zustand zurückgesetzt werden können.

Im Rahmen der Einleitung wurde lediglich abgefragt, ob der Teilnehmer die bestehende Webapplikation nutzt und somit mit dem Funktionsumfang dieser vertraut ist. Die Frage wurde mit Ausnahme von einer Führungskraft durchweg bejaht. In diesem Fall wurde das Konzept der Aggregation von Genehmigungsprozessen aus den angebundenen Personalsystemen kurz vorgestellt. Laut Aussage des Befragten hat dies sein Interesse für die Nutzung der Webapplikation geweckt.

## 6.2. Offener Dialog/Testen

Nach der Einleitung wurden den Befragten einige Minuten Zeit gegeben, um die App ohne konkrete Fragestellung auszuprobieren. Hierbei konnten viele wertvolle Einblicke in die Bedienabläufe der Benutzer gewonnen werden und unklare bzw. nicht erwartungskonforme Elemente der graphischen Oberfläche identifiziert werden. Einige Verbesserungsvorschläge sollen im Nachfolgenden exemplarisch vorgestellt werden. Die angesprochenen Elemente wurden auf den Abbildungen durch blaue Pfeile und Ovale gekennzeichnet.

Bei den Benutzern bestand die Erwartung, dass die Tabellenansichten über die Spaltenüberschriften in der Kopfzeile sortiert werden können (siehe Abbildung 6.1). Dies wurde durch den Prototypen nicht erfüllt, jedoch sollte dieser Aspekt zur Sicherstellung der Konsistenz der Bedienung zwischen Tablet und Computer berücksichtigt werden.

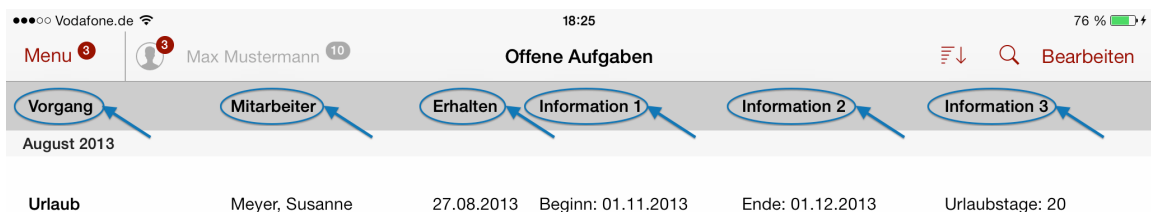


Abbildung 6.1.: Sortierung über Spaltenüberschriften in der Kopfzeile der Tabelle

Die Sortierung und Filterung ist in der App über einen gesonderten Dialog aufrufbar (siehe Abbildung 6.2). Hierbei bestand die Problematik, dass versucht wurde mit der Zelle "Sortieren" zu interagieren, wobei diese keine Interaktionsmöglichkeit anbietet. Die erläuternden Überschriften "Erhalten" und "Sortieren" sollten in die Sektionsabschnitte verschoben werden. Außerdem wurde für die beiden Dialoge der Verbesserungsvorschlag geäußert, die Icons der Buttons hervorzuheben, falls eine Filterung oder Suche aktiv ist. Dies hilft dem Benutzer gemäß der Richtlinie des unmittelbaren Feedbacks und der Zustandsanzeige, sofort zu erkennen in welchem Zustand sich die App momentan befindet. Die Suchfunktion wurde als sehr intuitiv und hilfreich beschrieben. Es wurde hierbei lediglich angemerkt, dass die Eingabe eines leeren Suchbegriffs die Rücksetzung der Tabellenansicht ermöglichen sollte.

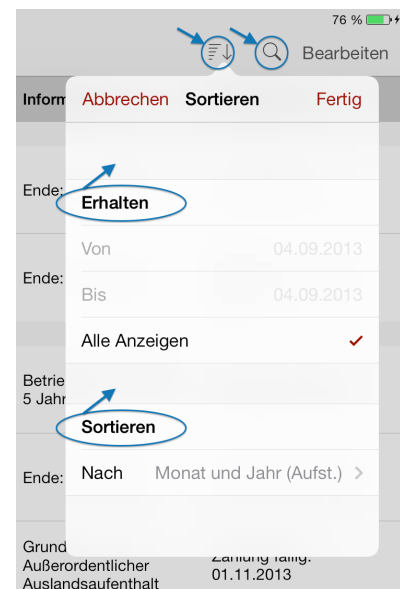


Abbildung 6.2.: Sortieren Dialog



Der beim ersten Start des Prototypen angezeigte Hilfetext zur Erläuterung des Bedienkonzeptes (siehe Abbildung 6.3) wurde teilweise sofort geschlossen. In einem Fall konnte der Button zum Schließen des Dialogs aufgrund des schlechten Kontrastes nicht gefunden werden. Dieser Dialog muss für den produktiven Einsatz überarbeitet werden. Eventuell lässt sich die Aufmerksamkeit bewusster auf den Dialog lenken, wenn das Bedienkonzept über animierte Grafiken dargestellt und erklärt wird.



Abbildung 6.3.: Hilfedialog beim ersten Start zur Erklärung des Bedienkonzeptes.

Bei einer Führungskraft führte die Gestaltung der Applikationsnews zu Irritationen, da sich diese sehr stark an Apples E-Mail App orientiert. Möglicherweise ist eine Überarbeitung der Gestaltung notwendig, um die Ansicht deutlicher von der systemeigenen App abzuheben. Eine ähnliche Problematik bestand beim Icon des Rückfrage-Buttons, welcher irreführend gestaltet wurde und sehr leicht mit einer Hilfe-funktion verwechselbar ist (siehe Abbildung 6.4). Stattdessen sollte eine überarbeitete Version des entsprechenden Icons aus der Webapplikation verwendet werden. Der momentan vorhandene Button könnte für die Funktion der Generierung einer Supportanfrage, welche im nächsten Abschnitt näher erläutert wird, eingesetzt werden.

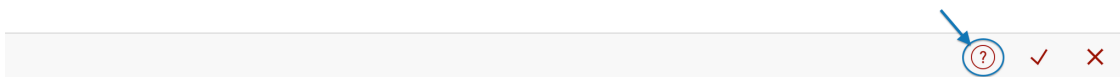


Abbildung 6.4.: Toolbar der Detailansicht eines Antrages.

Als letztes soll in diesem Abschnitt ein Verbesserungsvorschlag vorgestellt werden, auf den bereits kurz im Rahmen des Algorithmus zur Auflösung von Synchronisationskonflikten eingegangen wurde (siehe Abschnitt 5.7). Die Supportanfragen, die aus der App heraus verschickt werden können, sollen direkt mit automatisch generierten Informationen angereichert und verschlüsselt an das firmeninterne Ticketsystem versendet werden. Dieses ist dann in der Lage anhand bestimmter Parameter im Betreff der E-Mail, die Anfrage direkt der verantwortlichen Person oder Team zuzuordnen. Hierdurch kann die User Experience deutlich verbessert werden, da der Benutzer im Problemfall nicht auf einen anderen Kommunikationskanal, wie z.B. eine Hotline, ausweichen muss. Es besteht sogar die Möglichkeit automatisch einen Screenshot der aktuellen Ansicht an die verschlüsselte E-Mail anzuhängen. Dies müsste im Kontext dieser App jedoch aufgrund

der sensiblen Personaldaten erst hinsichtlich des Datenschutzes überprüft werden.

### 6.3. Usability-Konzepte

In diesem Teil des Interviews wurde der Fokus auf die Überprüfung der Usability-Konzepte gelegt. Insbesondere die Genehmigung eines Antrages mithilfe der Wischgeste sollte untersucht werden. Die Intuitivität dieses Konzeptes konnte nicht nachgewiesen werden. Trotz des Hilfedialoges beim Start, wurde die Funktionalität zumeist erst nach konkreter Aufforderung verwendet. Danach erzeugte sie aber eine sehr positive Resonanz, deshalb sollte der Hilfedialog überarbeitet werden, um mehr Aufmerksamkeit für das Bedienkonzept zu gewinnen. Nachdem das Bewusstsein für die Bedienmöglichkeit geweckt wurde, haben die Befragten es fast spielerisch ausprobiert. Jedoch wurde mehrfach angeregt eine Sicherheitsabfrage vor der Durchführung der Genehmigung oder Ablehnung einzubauen. Einige Nutzer wollten diese Sicherheitsmaßnahme jedoch nur für das Ablehnen eines Antrages und nicht für die Genehmigung, da das Bedienkonzept ursprünglich zusätzliche Klicks einsparen sollte. Gemäß der vorgestellten Usability-Richtlinie der Personalsierbarkeit sollte die Sicherheitsabfrage für beide Aktionen einstellbar gemacht werden. Hierbei sollte diese in der Grundeinstellung aktiviert sein. Aufgrund der Systemarchitektur ist es, wie bereits erläutert, nicht möglich eine durchgeführte Aktion rückgängig zu machen. Vor diesem Hintergrund sollte eine personalisierbare Sicherheitsabfrage auf jeden Fall ergänzt werden.

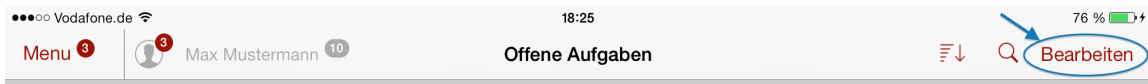


Abbildung 6.5.: Sortierung über Spaltenüberschriften in der Kopfzeile der Tabelle

Bei der Möglichkeit der Mehrfachgenehmigung bzw. -ablehnung bestand das Problem, dass der iOS-typische "Bearbeiten"-Button nicht sprechend für seine eigentliche Funktionalität in der App war. Denn er aktiviert den Auswahlmodus der Tabellenzellen, in dem die Auswahl der Anträge stattfinden kann. Dieses Feedback wurde fast durchgehend gegeben, deshalb sollte der Button mit der treffenderen Bezeichnung "Markieren" versehen werden.

Außerdem wurden die Befragten im Rahmen dieses Abschnittes gebeten in die Rolle einer Vertretung zu wechseln. Dieser Vorgang konnte von allen Teilnehmern problemlos durchgeführt werden und wurde als sehr praktisch und intuitiv beschrieben. Es wurde hierzu der Verbesserungsvorschlag geäußert, anstatt der Anzahl der aktiven Vertreter die Anzahl der offenen Anträge aller Vertreter anzuzeigen, da dies aussagekräftiger ist (siehe Abbildung 6.6). Von einem Teilnehmer wurde des Weiteren angeregt, dass eine deutlichere Hervorhebung der aktuellen Rolle z.B. durch Farben hilfreich wäre.

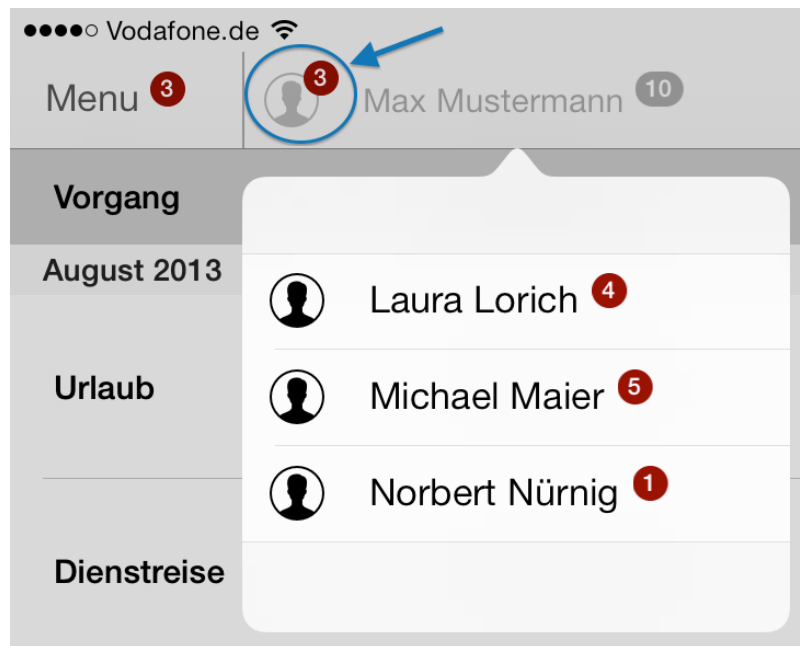


Abbildung 6.6.: Dialog zur Auswahl eines Vertreters.

Eine optionale Aufgabe bestand in der Suche nach dem Begriff "Urlaub", diese wurde jedoch aus Zeitgründen bei einigen Teilnehmern übersprungen. Insgesamt konnte die Funktion problemlos verwendet werden und die permanente Speicherung der personalisierten Sucheinstellungen wurde als sehr nützlich befunden.

## 6.4. Visualisierungs-Konzepte

In diesem Abschnitt des Interviews wurde die zweite Forschungsfrage betrachtet, welche sich mit der Bereitstellung von Visualisierungen zu den KPIs beschäftigte. Die Befragten wurden gebeten, die implementierten Visualisierungen zu testen und abschließend zu bewerten, ob die beispielhaft dargestellten KPIs eine Entscheidungshilfe darstellen. Zusammenfassend spiegelten die Rückmeldungen das Bild der Online-Umfrage wider. Eine Führungskraft erkannte in den Darstellungen der KPIs keinerlei Mehrwert, da eine Entscheidungshilfe nur auf der Detailebene einzelner Personen geboten werden kann. Aufgrund einer möglichen Leistungskontrolle ist dies jedoch betriebsrätlich untersagt. Es dürfen lediglich über ein Minimum von 5 Personen aggregierte Daten ausgewertet werden.

Eine zusätzliche Funktion, die von mehreren Teilnehmern gewünscht wurde und sich auf den vorherigen Abschnitt bezieht, ist eine Drill-Down Möglichkeit, um von den aggregierten Daten wieder auf kleinere Einheiten schließen zu können. Hierbei müsste jedoch sichergestellt werden, dass diese Einheit mindestens 5 Personen umfasst, um nicht gegen betriebrätliche Regelungen zu verstoßen.

Der Mehrwert der zentralen Bereitstellung der KPIs wurde von den Teilnehmern in den folgenden Aspekten gesehen. Die Bearbeitungsdauer ermöglicht es einer Führungskraft Selbstkontrolle und -management durchzuführen und beispielsweise zu erkennen, ob gewisse Anträge tendenziell länger liegen bleiben. Mithilfe der Statistik können Impulse in Richtung der Optimierung der eigenen Arbeitsweise gegeben werden, falls die hierfür notwendige Offenheit für die Auseinandersetzung mit der eigenen Arbeitsweise vorhanden ist. Außerdem besteht die Möglichkeit anhand der Prozesshäufigkeit Tendenzen zu erkennen, die es laut der Aussage einer Führungskraft erlauben ihrer Fürsorgepflicht nachzukommen. So kann z.B. erkannt werden, ob in einer Abteilung tendenziell eher viele kurze Urlaube genommen werden, was sich in einer erhöhten Anzahl an Urlaubsanträgen äußern würde. In diesem Fall kann das Gespräch gesucht werden, um den Mitarbeitern die zustehende und notwendige Erholung zukommen zu lassen. Diesbezüglich wurde angemerkt, dass die KPIs in Bezug zur Mitarbeiterzahl gesetzt werden müssen, damit ein aussagekräftiger Vergleich gezogen werden kann. Des Weiteren wurde ein Mehrwert darin gesehen, dass mithilfe der Visualisierungen "Ausreißer", identifiziert werden können, auch wenn diese meist begründet und der Führungskraft bekannt sind.

### 6.5. Sicherheitsarchitektur und Fazit

Dieser Teil des Interviews hat sich mit den in der Online-Umfrage identifizierten Sicherheitsbedenken und dem insgesamt generierten Mehrwert der App beschäftigt. In der Umfrage hat die Mehrheit der Befragten der Aussage, ob sie Sicherheitsbedenken beim Einsatz mobiler Endgeräte haben, zugestimmt (siehe Anhang A). Dies wurde zum Anlass genommen im Rahmen der Interviews die Sicherheitsarchitektur kurz und verallgemeinert vorzustellen. Anschließend wurden die Teilnehmer gefragt, ob sie vor dem Hintergrund dieses Wissens Sicherheitsbedenken beim Einsatz der App hätten. Diese Frage wurde von allen Befragten verneint und es wurde außerdem geäußert, dass es wichtig ist auf ein Gleichgewicht zwischen IT-Sicherheit und Usability zu achten. Die zusätzliche Verschlüsselung des lokalen Speichers macht die App zwar sicherer, aber auch unkomfortabler in der Bedienung. Die Problematik ließe sich z.B. mit einer Single-Sign-On (SSO)-Lösung für mobile Endgeräte lösen. Des Weiteren wurde sogar angegeben, dass mobile Endgeräte aufgrund der Möglichkeit der Fernlöschung im Vergleich zu Notebooks eine höhere Sicherheit bieten.

Die Funktionalität der Offline-Genehmigung wurde durchweg als der größte Mehrwert betrachtet, den die App generieren konnte. Lediglich eine Führungskraft hat dies relativiert, da sie nicht häufig auf Reisen ist und deshalb selten eine Offline-Funktionalität benötigt. Des Weiteren wurde noch erwähnt, dass die App aufgeräumter als die Webapplikation wirkt und eine native Umsetzung immer vorzuziehen sei, da diese deutlich intuitivere Navigationsmöglichkeiten biete. Dies wurde vom Befragten durch den Gewöhnungseffekt an das Bedienkonzept von iOS begründet, das man aufgrund seiner hervorragenden Usability schnell verinnerlicht hat und der Windows-Umgebung vorzieht. Es wurde sogar geäußert, dass die Nutzung der Webapplikation über das Sicherheitsgateway nur eine Übergangslösung bis zur Bereitstellung einer nativen Lösung darstellen kann. Schließlich wurde noch angemerkt, dass die interne Entwicklung der App

in diesem Fall aufgrund der Überprüfbarkeit der Sicherheitsmaßnahmen und der "Siemensfähigkeit" einer externen Entwicklung bzw. dem Einkauf vorzuziehen sei.

## **6.6. Offene Fragen, Anmerkungen und Feedback**

Zum Schluss des Interviews wurde Raum für beliebige Anmerkungen und Feedback zum Thema dieser Bachelorarbeit gelassen. Hierbei wurde die Zusammenarbeit als fruchtbar gelobt, da die erarbeiteten Konzepte größtenteils auch für die Webapplikation übernommen werden können. Von einer weiteren Führungskraft wurde der Wunsch geäußert, die Etablierung des Usability-Engineerings, z.B. durch das Aufsetzen von detaillierten Usability-Guidelines, weiter voranzutreiben. Insbesondere in der Sicherstellung der Konsistenz wurde großes Potential gesehen. Führungskräfte würden davon stark profitieren, da sie manche Applikationen nur in einem wöchentlichen Rythmus nutzen und sich durch eine stärkere Konsistenz in der Applikationslandschaft besser zurechtfinden könnten.



## 7. Fazit

Die Evaluation hat einen Einblick in das Feedback der Interviews zu den verschiedensten Aspekten gegeben. Diese sollen nun im Hinblick auf die drei Forschungsfragen zusammengefasst und zur Ableitung eines Fazits herangezogen werden.

Der Usability Test des iOS-Prototypen hat ergeben, dass insbesondere durch die Bereitstellung einer Offline-Funktionalität ein Mehrwert auf dem mobilen Endgerät erzielt werden kann. Hierdurch erhält der Benutzern die Möglichkeit ungebunden von der aktuellen Verbindung seine Aufgaben, an jedem Ort und jederzeit nachzugehen. Da die benötigte Zeit zur Bearbeitung der Anträge in der Webapplikation laut den Angaben der Benutzer in der Online-Umfrage (siehe Anhang A) sehr gering sind, eignet sich diese Aufgabe besonders gut zur effizienten Nutzung kürzer Reisezeiten mithilfe der App. Eine weitere Verbesserungsmöglichkeit, die auf mobilen Endgeräten zur Verfügung steht, stellt die Gestensteuerung dar, die zur Entwicklung eines alternativen Bedienkonzeptes verwendet wurde. Während der Usability Tests stieß dieses Konzept auf eine sehr hohe Akzeptanz, jedoch erwies sich die Bedienung nicht als intuitiv. Trotzdem sorgte sie dafür, dass die Benutzer fast spielerisch mit der App interagierten. Dies hat zwar die User Experience verbessert, aber nicht für ein wirtschaftlich messbaren Nutzen geführt. Darüber hinaus wurde im Rahmen dieser Arbeit festgestellt, dass bereits die Anwendung der Methoden des Usability-Engineerings durch Aspekte, wie die Sicherstellung der Konsistenz, zu einer deutlichen Verbesserung der Benutzbarkeit führen kann. Dies wird auch durch den geäußerten Wunsch widergespiegelt, das Usability-Engineering stärker in den Entwicklungsprozessen zu etablieren.

Beim Bedarf einer Visualisierung von KPIs bestand sowohl in der Online-Umfrage als auch in den Interviews keine Einigkeit. Ein Teil der Führungskräfte sah keinen Bedarf für die Bereitstellung, da sie entweder generell keinen Nutzen darin sahen oder sich eine Auswertung auf der Ebene von Einzelpersonen gewünscht hätten. Diese Analysen sind jedoch aufgrund betriebsrätlicher Regelungen nicht gestattet. Die andere Gruppe konnte einen Bedarf identifizieren und erkannten die Potentiale der Bereitstellung von KPIs in der Möglichkeit zur Selbstkontrolle und zur Erkennung allgemeiner Tendenzen, die sie sich auf Führungsaufgaben auswirken können. Außerdem stellte sich heraus, dass der Benutzerkreis zur Visualisierung der KPIs Balken-, Linien- und Tortendiagramme bevorzugt. Die untersuchte Literatur stellte darüber hinaus weitere Darstellungsformen und Richtlinien zu deren Erstellung vor, deren Validität sich aus psychologischen Gesichtspunkten größtenteils begründen ließ. Jedoch wurden an keiner Stelle, anhand von Experimenten erhobene, empirische Nachweise für ihre Gültigkeit vorgelegt.

Im Verlauf der gesamten Arbeit wurden Konzepte für die Implementierung des Prototypen erarbeitet und anhand der Methoden des Usability-Engineerings verfeinert. Der Quellcode hierzu kann auf der beiliegenden CD gefunden werden (siehe Anhang B). Die

in den Umfragen geäußerten Sicherheitsbedenken beim Einsatz mobiler Endgeräte, konnte durch die entwickelte System- und Sicherheitsarchitektur ausgeräumt werden. Nach der Vorstellung dieser Maßnahmen in den Interviews wurde von keinem einzigen Befragten mehr Sicherheitsbedenken geäußert. Stattdessen wurde auf den Trade-Off zwischen Usability und IT-Sicherheit hingewiesen. Eine offene Kommunikation der Sicherheitsmaßnahmen kann also bei einer Wahrung des Gleichgewichts unterstützen. Anhand des Prototypens wurden außerdem einige Verbesserungspotentiale identifiziert, die in einer neuen Iteration berücksichtigt werden können. Viele dieser Anmerkungen lassen sich direkt auf die vorgestellten Usability-Richtlinien beziehen, was deren Relevanz untermauert.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in diesem konkreten Anwendungsfall ein Mehrwert durch die Portierung der Webapplikation generiert werden konnte. Im Verlauf einer weiteren Entwicklung sollte jedoch vor jeder Iteration überprüft werden, ob sich die Rahmenbedingungen verändert haben. Des Weiteren müsste die Akzeptanz der App anhand der Nutzungszahlen auf den mobilen Endgeräten kontinuierlich verfolgt werden, um valide Entscheidungen für die zukünftige Entwicklung treffen zu können.



## 8. Ausblick

### 8.1. Produktive Entwicklung der App

Für eine produktive Entwicklung der App gilt es zuerst den Funktionsumfang festzulegen, der im Rahmen der ersten Version umgesetzt werden soll. Anschließend können die Mock-Ups anhand des erhaltenen Feedback aus den Usability Tests überarbeitet und für die Einreichung der App-Idee im Rahmen des firmeninternen Entwicklungsprozesses verwendet werden.

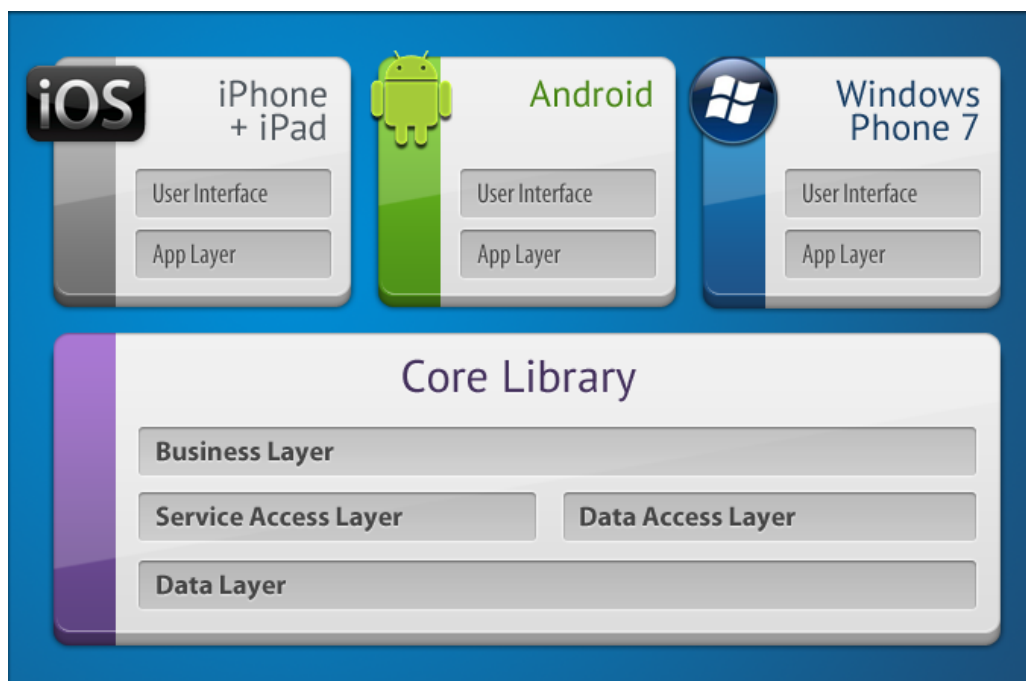


Abbildung 8.1.: Xamarin Cross-Platform Architektur [8].

Aus den Untersuchungen zur mobilen Endgeräte-Landschaft der Firma ging hervor, dass das Android Betriebssystem den höchsten Anteil besitzt, deshalb sollte eine Cross-Platform Entwicklung für Android und iOS in Betracht gezogen werden. Ein wichtiger Aspekt bei der Entwicklung für zwei oder mehrere Plattformen ist die Nutzung eines wiederverwendbaren Applikationskerns. Hierdurch können Standardkomponenten z.B. für die Authentifizierung mit dem Sicherheitgateway einmalig erstellt und für alle Plattformen wiederverwendet werden. Xamarin ist eine Cross-Platform Architektur, die es erlaubt mithilfe von C# übergreifend nutzbaren Code zu entwickeln. Es können bei iOS Wiederverwendungsraten von 56%, bei Android 60% und bei Windows Phone 7 sogar 65%

erreicht werden [8]. Auf diesen Kern werden mit platformsspezifischen Mitteln die graphischen Oberflächen aufgesetzt, es handelt sich also um native Apps. Der große Vorteil bei diesem Vorgehen besteht darin, dass keinerlei Beschränkungen existieren. Bei Bedarf kann eine Erweiterung des Applikationskerns durch platformsspezifischen Code vorgenommen werden. Es können also dennoch alle Funktionalitäten implementiert werden, die spezifisch für eine gewisse Plattform sind.

Falls eine Cross-Platform Strategie für die weitere Entwicklung des Prototypen gewählt werden sollte, so wird eine Evaluierung der Xamarin-Architektur empfohlen. Leider ist die automatische Generierung von Quellcode aus Mock-Ups in den heutigen Tools noch nicht ausgereift genug, um diese produktiv einzusetzen. Sobald diese Technologie die nötige Reife erreicht hat, kann der Entwicklungsprozess weiter vereinfacht werden. Der aus den Mock-Ups generierten Code der graphischen Oberfläche müsste nur noch mit dem Applikationskern verbunden werden, um eine lauffähige Applikation zu erhalten. Dies würde einen kompletten Entwicklungsschritt einsparen und zu einer deutlich höheren Effizienz in der Entwicklung mobiler Applikationen führen.

### 8.2. Continuous Usability

Die Usability-Methoden die in Kapitel 3 vorgestellt wurden haben alle die Eigenschaft, dass sie im Verlauf eines Projektes lediglich ein oder wenige Male eingesetzt werden. Aber gerade den den Visualisierungsbedarfen wurde festgestellt, dass sie zum einen sehr heterogen sind und zum anderen der Mehrwert, der mit ihrer Hilfe erzielt werden kann teilweise erst während der Verwendung erschlossen wurde. In diesen Fällen ist es sehr schwer durch eine einmalige Durchführung einer Usability-Methode ein valides Ergebnis zur Benutzbarkeit bestimmter Konzepte zu erhalten. Stattdessen sollten die Indikatoren zur Messung der Usability in die Applikation integriert werden um mögliche Veränderungen zeitnah registrieren und darauf reagieren zu können. Diese Methodik könnte als "Continuous Usability" bezeichnet werden, da sie durch die Unterstützung der Applikation kontinuierlich Daten zur Benutzbarkeit der Anwendung sammelt. Dies hat zusätzlich den großen Vorteil, dass der Benutzer alleine durch die Nutzung der Applikation an dieser Maßnahme teilnehmen kann. Betrachtet man beispielsweise das Konzept der Supportanfragen, die direkt von jeder Ansicht der App aus an das Ticketsystem versendet werden können, so stellt man fest, dass hieraus ein Usability-Indikator gewonnen werden kann. Anhand der Anzahl von Anfragen pro Ansicht, kann man in Echtzeit darauf schließen, welche Ansicht zu den meisten Problemen geführt hat. Bei den Visualisierungen könnte z.B. über die Anzahl der Aufrufe nachvollzogen werden, welche Darstellung bzw. KPI den größten Nutzen bietet. Durch die kontinuierliche Messung von definierten Usability-Indikatoren, insbesondere auch nach der Produktivsetzung einer Applikation, können zeitnah Verbesserungsbedarfe identifiziert werden.

# Glossar

**AES-256** Der Advanced Encryption Standard ist ein asymmetrischer Verschlüsselungsalgorithmus, der in diesem Fall eine Schlüssellänge von 256 Bit nutzt [28]. 64

**Bring Your Own Device (BYOD)** Organisationsrichtlinie zur dienstlichen Nutzung privater Hardware. Hierbei steht insbesondere die Verwendung eigener Smartphones und Tablets im Unternehmen im Fokus [14]. 3

**Business Process Modeling Notation (BPMN)** Eine graphische Notation, die Unternehmen die Möglichkeit bietet, ihre internen Geschäftsprozesse zu verstehen und in einer standardisierten Form zu kommunizieren [18]. 6, 48

**Consumerization** “Das Eindringen von Innovationen ins Unternehmensumfeld, die originär dem Konsumentenbereich entspringen [...]” [45]. 3

**Enterprise Service Bus (ESB)** Ein Enterprise Service Bus ist eine standardsbasierte Integrationsplattform, die Nachrichtenversand, Webservices, Datentransformationen, intelligentes Routing für eine zuverlässige Verbindung und die Koordination einer erheblichen Anzahl vielfältiger Applikationen im gesamten Unternehmen kombiniert [7]. 6, 65

**JavaScript Object Notation (JSON)** Ein kompaktes Format zur Repräsentation und dem Austausch von Daten [4]. 65

**Key Performance Indicators (KPIs)** KPIs sind eine Menge von Maßen, die sich auf die Aspekte der Messung organisatorischer Performanz konzentrieren, die am kritischsten für den gegenwärtigen und zukünftigen Erfolg der Organisation sind [32]. 4

**Mobile Device Management (MDM)** Ein Service zur Softwareverteilung, dem Rechte-, Inventar- und Sicherheitsmanagement von mobilen Endgeräten [15]. 59

**mobile Endgeräte** Übersetzung für das Englische Wort “mobile device”, welches im Oxford Dictionary als portables Rechenggerät wie z.B. ein Smartphone oder Tablet definiert wird [33]. 3

**Responsive Web Design** Webdesign Methodik, welche ein angepasstes Layout für verschiedene Browser und Endgeräte (z.B. Computer, Tablet und Smartphone) darstellt [26]. 6

**REST** Unter "Representational State Transfer" ist ein Programmierparadigma zu verstehen, welches die Methoden von HTTP für die Abbildung der CRUD-Operationen und das JSON-Format zur Datenrepräsentation verwendet [4]. 65

**Simple Object Access Protocol (SOAP)** Ein Netzwerkprotokoll zum Austausch von Daten, welches zumeist XML zur Datenrepräsentation verwendet [6]. 64

**Verbrauchermarkt** Als Verbrauchermarkt (engl. consumer market) wird die Aktivität des Verkaufs von Waren oder Dienstleistungen an Kunden zu deren privaten Gebrauch bezeichnet oder die Situation in der diese stattfindet [34]. 3

**Web Service Description Language (WSDL)** Eine auf den XML-Format basierende Beschreibungssprache für Schnittstellen [44]. 64

# Literaturverzeichnis

- [1] Edward A. Adelson. Checker Shadow Illusion. [http://web.mit.edu/persci/people/adelson/checkershadow\\_illusion.html](http://web.mit.edu/persci/people/adelson/checkershadow_illusion.html), 1995. Aufgerufen: 09.12.2013.
- [2] Siemens AG. Eckdaten Q4 und Geschäftsjahr 2013. <http://www.siemens.com/press/de/pressemitteilungen/?press=/de/pressemitteilungen/2013/corporate/2013-q4/axx20131105.htm>, 11 2013. Aufgerufen: 14.11.2013.
- [3] John R. Anderson. *Kognitive Psychologie*. Spektrum, Akad. Verl., Heidelberg, 2007.
- [4] Thomas Bayer. REST Web Services - Eine Einführung. <http://www.oio.de/public/xml/rest-webservices.pdf>, 2007. Aufgerufen: 14.12.2013.
- [5] Randolph G. Bias and Deborah J. Mayhew. *Cost-justifying usability : an update for an Internet age*. Morgan Kaufman, Amsterdam ; Boston, 2005.
- [6] Todd Biske. REST or SOAP: Which offers the most benefits for mobile applications. <http://searchsoa.techtarget.com/answer/REST-or-SOAP-Which-offers-the-most-benefits-for-mobile-applications>, 4 2013. Aufgerufen: 14.12.2013.
- [7] David A. Chappell. *Enterprise Service Bus*. O'Reilly, Sebastopol, Calif., 2004.
- [8] Bryan Costanich. Xamarin Mobile World Congress 2012 Unofficial Conference App Released. [http://blog.xamarin.com/mwc\\_2012/](http://blog.xamarin.com/mwc_2012/), 2 2012. Aufgerufen: 15.12.2013.
- [9] Asaf Degani. *Taming Hal: Designing Interfaces Beyond 2001*. Palgrave Macmillan, New York, NY, 2004.
- [10] Der Rat der Europäischen Gemeinschaft. 68. Richtlinie 90/270/EWG des Rates vom 29. Mai 1990 bezüglich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit an Bildschirmgeräten. 5 1990.
- [11] . Meyer René Dörnemann, Holger. *Anforderungsmanagement kompakt: Mit Checklisten*. Spektrum, Akad. Verl., Heidelberg; Berlin, 2003.
- [12] Stephen Few. *Now you see it: Simple visualization techniques for quantitative analysis*. Analytics Press, Oakland, CA, 2009.
- [13] Simon Garfinkel. The iPhone Has Passed a Key Security Threshold. <http://www.technologyreview.com/news/428477/>

- [the-iphone-has-passed-a-key-security-threshold/](#), 8 2012. Aufgerufen: 14.12.2013.
- [14] Gartner. IT-Glossary - Bring Your Own Device (BYOD). <http://www.gartner.com/it-glossary/bring-your-own-device-byod>. Aufgerufen: 07.12.2013.
- [15] Gartner. It-glossary - mobile device management (mdm). <http://www.gartner.com/it-glossary/mobile-device-management-mdm>. Aufgerufen: 15.12.2013.
- [16] Gartner. Gartner Says Worldwide PC, Tablet and Mobile Phone Shipments to Grow 5.9 Percent in 2013 as Anytime-Anywhere-Computing Drives Buyer Behavior. <http://www.gartner.com/newsroom/id/2525515>, 6 2013. Aufgerufen: 26.11.2013.
- [17] R. L. Gregory. Perceptual illusions and brain models. *Proceedings of the Royal Society*, 1968.
- [18] Object Management Group. Business process model and notation. <http://www.bpmn.org/>. Aufgerufen: 07.12.2013.
- [19] Alan R. Hevner, Salvatore T. March, Jinsoo Park, and Sudha Ram. Design Science in Information Systems Research. *MIS quarterly*, 28(1):75–105, 2004.
- [20] Rob Howard. Web services with asp.net. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms972326.aspx>, 2 2001. Aufgerufen: 14.12.2013.
- [21] Apple Inc. *iOS Security*. 10 2012.
- [22] Apple Inc. *iOS 7 UI Transition Guide*. 7 2013.
- [23] Apple Inc. *iOS Human Interface Guidelines*. 10 2013.
- [24] Bortz Jürgen and Nicola Döring. *Forschungsmethoden und Evaluation für Human und Sozialwissenschaftler*, 2006.
- [25] Clare-Marie . M. Karat. Cost-benefit analysis of usability engineering techniques. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, volume 34, pages 839–843. SAGE Publications, 1990.
- [26] Ethan Marcotte. Responsive Web Design. <http://alistapart.com/article/responsive-web-design>, 05 2010. Aufgerufen: 20.11.2013.
- [27] David McCandless. *Information is beautiful*. Collins, London, 2012.
- [28] René Milzarek and Robert Schläger. Der advanced encryption standard. *Proseminar - Grundlagen der Kryptographie und deren Anwendung*, 6 2012.
- [29] Jochen Müsseler. *Allgemeine Psychologie*. Spektrum, Akad. Verl., Berlin, 2008.
- [30] Simon Ng. How To Add a Slide-out Sidebar Menu in Your Apps. <http://www.appcoda.com/ios-programming-sidebar-navigation-menu/>, 7 2013.

- [31] Philipp Offermann, Olga Levina, Marten Schönherr, and Udo Bub. Outline of a Design Science Research Process. In *Proceedings of the 4th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology*, page 7. ACM, 2009.
- [32] David Parmenter. *Key performance indicators (KPI): developing, implementing, and using winning KPIs*. John Wiley & Sons, 2010.
- [33] Judy Pearsall and Angus Stevenson. *Oxford dictionary of English*. Oxford Univ. Press, Oxford [u.a.], 2010.
- [34] Cambridge University Press. *Cambridge advanced learner's dictionary*. Cambridge ; Cambridge University Press, 2008.
- [35] Flückiger Markus D. Richter, Michael. *Usability Engineering kompakt: Benutzbare Software gezielt entwickeln*. Spektrum Akad. Verl., Heidelberg, 2010.
- [36] Dan Roam. *The back of the napkin : Solving problems and selling ideas with pictures*. Portfolio, New York, NY, 2009.
- [37] Viktor Sarris and Siegbert Reiß. *Kurzer Leitfaden der Experimentalpsychologie*. Pearson Studium, 2005.
- [38] International Organization for Standardization. *ISO 9241-11: Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs): Part 11: Guidance on Usability*.
- [39] International Organization for Standardization. *ISO 9241: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion*. 1997.
- [40] International Organization for Standardization. *ISO 9241-210: Ergonomics of human system interaction: Part 210: Human-centred design for interactive systems*. 2009.
- [41] Prof. Dr. Thomas Stoffer. Vorlesungsskript: Human Factors in Engineering, 10 2012.
- [42] Edward Tufte. *The visual display of quantitative information*. Graphics Press, Cheshire, 2001.
- [43] Frederic Vester. Die Kunst vernetzt zu denken–Ideen und Werkzeuge für einen Umgang mit Komplexität. *München: Deutscher Taschenbuchverlag*, 2002.
- [44] W3C. Web Services Description Language (WSDL) 1.1. <http://www.w3.org/TR/wsdl>, 3 2001. Aufgerufen: 15.12.2013.
- [45] Frank Weißand Jan Marco Leimeister. Consumerization: Herausforderungen für das betriebliche Informationsmanagement durch iPhone und Co. In *Wirtschaftsinformatik*, page 43, 2013.
- [46] Heinz Willumeit, Günther Gediga, and Kai-Christoph Hamborg. IsoMetricsL: Ein Verfahren zur formativen Evaluation von Software nach ISO 9241/10. *Ergonomie & Informatik*, 27:5–12, 1996.
- [47] Alex Zaltsman. Gartner on Mobile Apps in the Enterprise. <http://www.innovimobile.com/gartner-on-mobile-apps-enterprise/>, 10 2013. Aufgerufen: 26.11.2013.





# Anhang



## **A. Auswertung der Online-Umfrage**

Die Auswertung der Online-Umfrage kann aufgrund der Darstellung von firmeninternen Sachverhalten, die der Geheimhaltung unterliegen, an dieser Stelle nicht aufgeführt werden. Eine Kopie der Auswertung befindet sich bei den Betreuern der Arbeit.



## **B. Inhaltsverzeichnis der beiliegenden CD**

Der Inhalt der beigelegten CD unterliegt ebenfalls der Geheimhaltung. Eine bereinigte Version der Quellcodes des iOS App Prototypen befindet sich bei den Betreuern der Arbeit.



## C. Beispieldiagramme

Aus Platzgründen wurden einige Diagramme an dieser Stelle untergebracht.

### C.1. Trigger für die Aufmerksamkeitslenkung

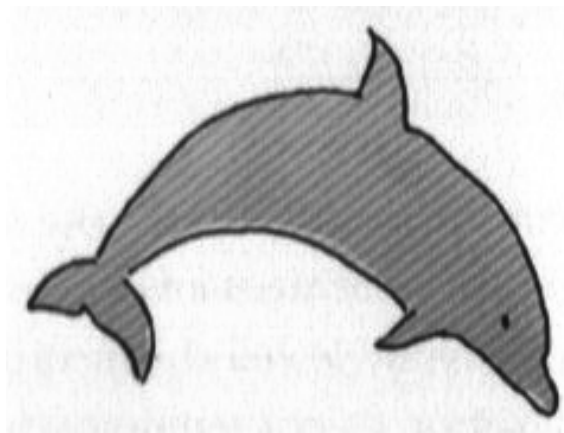


Abbildung C.1.: Delphin Trigger zur Lenkung der Aufmerksamkeit [12].

## C.2. Markierte Farbkontrast Illusion von Edward Adleson

Eine markierte Form der Farbkontrast Illusion von Edward Adleson, die verdeutlicht, das Feld A und B in der Tat die gleiche Farbe haben.

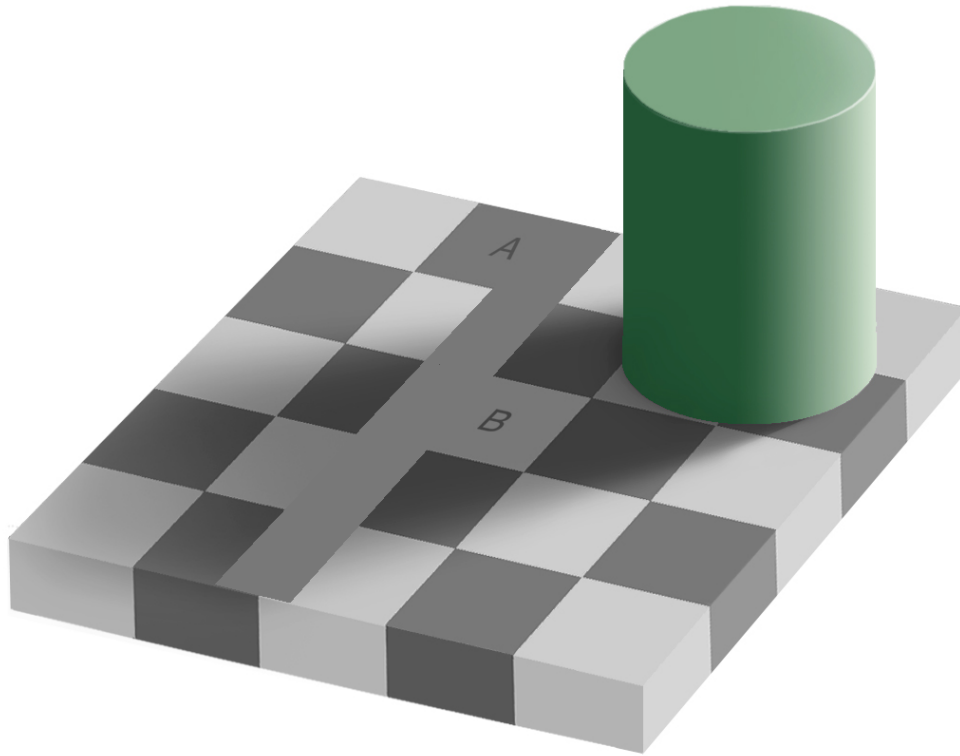


Abbildung C.2.: Marked Checker Shadow Illusion by Edward Adleson [1].



### C.3. Beliebteste Jungennamen in den USA

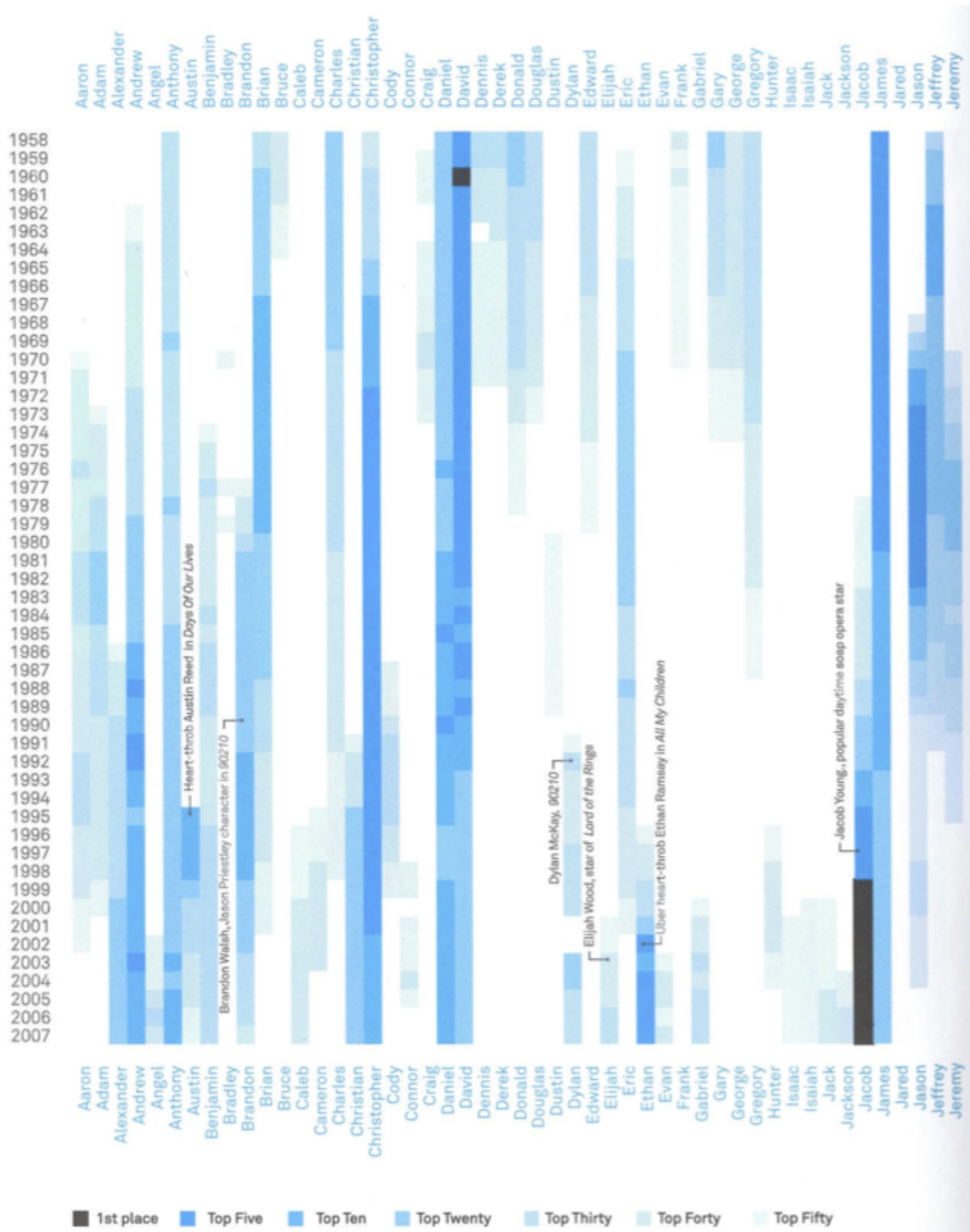


Abbildung C.3.: Most Popular US Boys's Names [27].





## D. Ergänzungen zur Implementierung des iOS-Prototypen

### D.1. Sequenzdiagramm

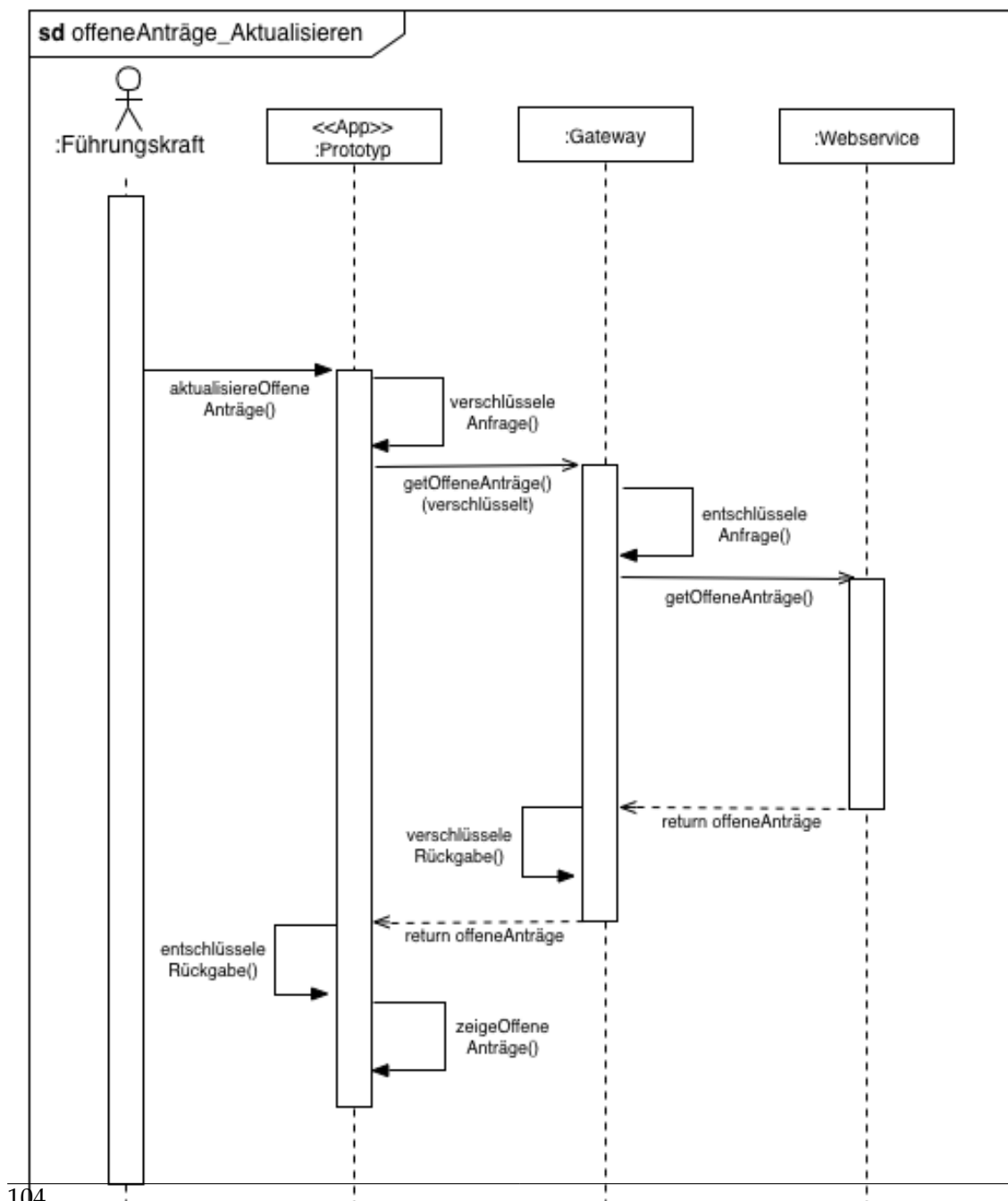


Abbildung D.1.: Sequenzdiagramm einer Aktualisierungsanfrage