

**Plattformunabhängige
App-Entwicklung für mobile Geräte**
—
Grenzen und Möglichkeiten

BACHELORARBEIT

im Studiengang
MEDIENINFORMATIK
des Fachbereichs
INFORMATIK UND MEDIEN
der
Beuth Hochschule für Technik Berlin

Vorgelegt von
DANIEL MORGENSTERN

im Sommersemester 2014

Betreuende Lehrkraft:
Prof. Dr. Simone Strippgen

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ziel der Arbeit	1
1.2	Motivation	1
1.3	Aufbau der Arbeit	1
2	Theoretische Grundlagen	2
2.1	Apps für mobile Geräte	2
2.1.1	Mobile (native) Apps	2
2.1.2	Web-Anwendungen	4
2.1.3	Hybride Apps	7
2.2	Plattformunabhängige App-Entwicklung	9
2.2.1	Möglichkeiten des Erreichens von Plattformunabhän- gigkeit	9
2.2.2	Lösungen für die hybride App-Entwicklung	9
2.2.3	Entwicklung von hybriden Apps	9
	Glossar	11
	Technologien	12
	Quellenverzeichnis	15
	Online-Quellen	15

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Ziel der Arbeit

1.2 Motivation

1.3 Aufbau der Arbeit

Kapitel 2

Theoretische Grundlagen

2.1 Apps für mobile Geräte

2.1.1 Mobile (native) Apps

Unter mobilen *Apps* (Kurzform für engl. „*Application*“) versteht man im Allgemeinen Anwendungssoftware für Tablet-Computer oder Smartphones. Im Laufe der letzten Jahre haben sich auf dem Markt für Mobilgeräte durch viele konkurrierende Gerätehersteller eine Vielzahl von Smartphone- und Tablet-Betriebssystemen herausgebildet. Im Entwicklungsbereich wird in dem Zusammenhang auch von *Plattformen* gesprochen.

Zu den Plattformen mit dem höchsten Marktanteil zählen Googles Betriebssystem *Android*, *iOS* von Apple, *Microsoft Windows Phone* und *Blackberry OS* des gleichnamigen Smartphone-Herstellers Blackberry [6]. Die App-Entwicklung für diese mobilen Betriebssysteme erfolgt mehr oder weniger ähnlich und soll im Folgenden, um auf die beiden größten Vertreter einzugehen, anhand von Android beziehungsweise iOS näher beschrieben werden.

Grundsätzlich müssen auf der *Entwicklungsumgebung* die entsprechenden *SDKs* der Plattform, für die entwickelt wird, installiert sein. Diese enthalten Softwarekomponenten, die zur Entwicklung der App notwendig sind, beispielsweise Klassen, die es einem erlauben, auf native Funktionalitäten des Betriebssystems wie zum Beispiel das Adressbuch, den Benachrichtigungsmechanismus oder auch auf Hardwarekomponenten wie die Kamera, den Bewegungssensor oder das *GPS*-Modul zuzugreifen sowie die entsprechenden plattformspezifischen Oberflächenkomponenten des jeweiligen *GUI*-Toolkits zu nutzen.

Als Programmiersprache für die Android-App-Entwicklung wird Java verwendet. Das heißt, als Voraussetzung für die Entwicklung von Android-Apps ist lediglich eine geeignete Entwicklungsumgebung wie *Eclipse*, *Netbeans IDE* oder *IntelliJ IDEA* sowie eine Installation des Java- und des Android-SDK nötig. Seit 2013 bietet Google darüberhinaus die auf IntelliJ IDEA basierende und eigens für die Android-Entwicklung angepasste Entwicklungsumgebung *Android Studio* an [1], die bereits alle notwendigen Toolkits enthält. Nachdem der Code geschrieben ist, kann er kompiliert und zu einem lauffähigen Programm gebaut werden (siehe Abbildung 2.1). Anschließend kann die App in dem für die Zielplattform vorgesehenen Dateiformat ausgeliefert und auf dem Zielgerät installiert werden.

Auch der Software- und Computer-Hersteller Apple bietet mit *Xcode* eine firmeneigene Entwicklungsumgebung zur App-Entwicklung für sein mobiles Betriebssystem iOS an. Anders als Google geht der iPhone-Hersteller hier allerdings etwas restriktiver vor. So läuft die Entwicklungsumgebung Xcode, die man für die native iOS-Entwicklung benötigt, nur unter dem hauseigenen Betriebssystem *Mac OS X* und das wiederum nur auf den firmeneigenen Mac-Rechnern. So sichert sich Apple auch durch jeden Entwickler einen neuen Kunden. Ansonsten verläuft der Entwicklungsprozess bei der iOS-Entwicklung im Prinzip ähnlich zur Android-Entwicklung (siehe Abbildung 2.1). Als Programmiersprache wird *ObjectiveC* verwendet, einer um objektorientierte Elemente erweiterte Variante der Programmiersprache *C*.

Möchte ein Auftraggeber einer Software also statt seinen Kunden nur eine App für ein Betriebssystem anzubieten, einen größeren Nutzerkreis erschließen, muss die zu entwickelnde App für jede Zielplattform neu programmiert, getestet und gebaut werden, da jede mobile Plattform ihre eigenen Toolkits, Bibliotheken und Programmiersprachen verwendet, was die native App-Entwicklung für potenzielle Auftraggeber zu einem sehr kostenaufwändigen Projekt werden lassen kann. Andererseits bietet die native App-Entwicklung vollständige Unterstützung der betriebssystemeigenen Funktionalitäten wie den Zugriff auf Kamera, Adressbuch, Bewegungssensoren etc. der jeweiligen Plattform, sodass ein Softwareprojekt mit solchen besonders hardware- oder betriebssystemnahen Anforderungen die Entwicklung einer nativen (plattformspezifischen) App notwendig erscheinen lassen kann.¹

¹Mehr dazu in Unterabschnitt 2.2.3

2.1.2 Web-Anwendungen

Eine *Web-App* (oder dt. „*Web-Anwendung*“) ist eine Anwendungssoftware, die auf einem Web-Server läuft und auf die der Nutzer mittels eines Browsers zugreifen kann; also eine dynamische Website, wie man sie auch schon vor dem Aufkommen von Smartphones und modernen Tablets kannte.

Die Grundlage für die Entwicklung von Internetseiten bildet der langjährige Standard *HTML*, mit dem deren Aussehen, Inhalt und Struktur textuell beschrieben werden kann. In Kombination mit *CSS* für die modulare Gestaltung einer Website sowie *JavaScript*, einer Skriptsprache zur *DOM*-Manipulation, bietet die HTML-Spezifikation in ihrer neusten Version (*HTML5*) im Grunde alles, was für die Entwicklung einer modernen Benutzerschnittstelle am Computer notwendig ist. Die Fachlogik liegt, neben den Oberflächen-Komponenten in Form von HTML-, CSS- und Javascript-Dokumenten, auf einem Webserver und verarbeitet und reagiert auf Anfragen des Clients². Als Server-Technologie ist ein breites Spektrum an Programmiersprachen und Umgebungen einsetzbar³.

Somit bietet die Entwicklung einer Web-App (abgesehen von einigen browser-spezifischen Eigenheiten) bereits eine gewisse Plattformunabhängigkeit, da jedes moderne (mobile) Betriebssystem über einen Webbrowser verfügt. Zwar müssen Entwickler in bestimmten Details bei der Erstellung des Codes auf die teilweise unterschiedliche Unterstützung (bspw. von HTML-Elementen) durch die verschiedenen Browser achten, aber darüber hinaus wird der Entwicklungsaufwand für eine Web-App nicht von der Anzahl der Zielplattformen bestimmt, da von Client-Seite aus verschiedene Browser durch die Verbreitung und Beachtung von Web-Standards weitgehend einheitliche HTML-Dokumente lesen und interpretieren können und das Backend nicht auf Clients mit unterschiedlichen Plattformen, sondern auf Webservern liegt, deren Plattform bei der Entwicklung entweder schon bekannt oder nicht relevant ist⁴.

Obwohl es, durch damals eher im Business-Bereich verortete Internet-Handys und Palmtops, auch vor den heute üblichen mobilen Touch-Geräten bereits mobile Internetseiten gab, die speziell für die Darstellung auf klei-

²hier also des Browsers

³einige sind beispielsweise PHP, Java, ASP u. v. a. m.

⁴beispielsweise weil auch die Fachlogik plattformunabhängig mit PHP oder Java realisiert wurde

nen Displays ausgerichtet waren, boten mit der massenhaften Verbreitung von mobilen, internetfähigen Geräten und deren (im Folgenden erläuterten) stark anwendungsorientierten Bedien-Konzepten viele herkömmliche Internet-Dienste nun auch zusätzlich eine native App für verschiedene mobile Plattformen an. So sind beispielsweise auch E-Mail-Dienste wie GMX, Web.de oder Gmail seit der Verbreitung von Smartphones und Tablets auch in Form einer eigenen App für Android und iOS vertreten, sodass der Nutzer, statt, wie von der Desktop-Computer-Nutzung gewohnt, einen anbieterunabhängigen Mail-Client zu konfigurieren, über den er seine E-Mails abrufen, unter Umständen gleich die jeweilige App des E-Mail-Anbieters startet [5, 10, 12]. Das heißt, der Nutzer folgt einem geänderten Bedienungsmuster seines Mobilgeräts gegenüber der herkömmlichen Computer-Nutzung: um zu einem bestimmten Ergebnis zu gelangen (bspw. *Nachrichten lesen*) also die Frage zu beantworten, *wie* er dahin gelangt (Einen Browser öffnen und zur gewünschten Seite navigieren: www.tagesschau.de), ist es für Anwender heutiger Mobilsysteme naheliegend, gleich die passende App zu starten⁵.

Dafür gibt es verschiedene mögliche Gründe. Zum Einen muss im Gegensatz zu einer Website bei der mobilen App nicht die komplette Oberfläche (HTML-, CSS- und JavaScript-Dokumente sowie Grafiken) übertragen werden, sondern lediglich die Nutzdaten⁶, was dem Nutzer ein höheres Maß an Performanz einbringt. Zum Anderen können trotz Vollbildmodus in bestimmten Fällen GUI-Elemente des Webbrowsers bei der Benutzung einer Web-Anwendung störend sein, so ist beispielsweise die Adresszeile am Rand nicht unbedingt erwünscht, wenn der Nutzer statt im Internet zu surfen dort eigentlich eine bestimmte Anwendung nutzen möchte. Ein anderes Beispiel für ein eventuell unerwünschtes Verhalten der Benutzerschnittstelle ist das der *Menü*-Taste bei Android-Geräten, die im Falle der Nutzung einer Web-Anwendung über den Browser nicht den Kontext der eigentlich benutzten Anwendung (hier also der Website) anzeigt, sondern lediglich den des Browsers.

In bestimmten Fällen kann eine nützliche Funktion einer App die Offline-Nutzung sein, wenn beispielsweise durch die abgedeckten Anwendungsfälle keine Verbindung oder Synchronisation mit einem Server nötig ist. Beispiele hierfür könnten, um nur einige zu nennen, ein Taschenrechner, kleine Spie-

⁵hier bspw. die Tagesschau-App

⁶also beispielsweise, um beim obigen Beispiel zu bleiben, die Nachrichten in Textform

le, oder eine Bildverarbeitungs-App sein. Für diese Offline-Nutzung einer App zeichnet die Web-Anwendung ein geteiltes Bild: Zwar wurden in den letzten Jahren mehrere Methoden entwickelt, eine Web-Anwendung auch offline nutzen zu können, doch durch ihre (bereits am Namen erkennbare) Ausrichtung auf die Nutzung via Internet stellt die Implementierung dieser Funktionalität für Entwickler einen Zusatzaufwand dar.

Einige Möglichkeiten, eine Web-Anwendung ohne Internetverbindung nutzbar zu machen, sind beispielsweise die aus der HTML5-Spezifikation hervorgehenden Technologien *WebStorage*, ein Mechanismus zum lokalen Speichern von größeren Datenmengen in Form von Schlüssel-Wert-Paaren [3] sowie *WebSQL* bzw. *IndexedDB*, beides auf Web-Anwendungen optimierte Datenbanken-Spezifikationen, die vom W3C herausgegeben werden [2, 7]. Allerdings bestehen auch bei diesen Mechanismen teilweise Einschränkungen durch die Browservielfalt beziehungsweise deren Versionen. So wird IndexedDB beispielsweise nicht von Safari oder iOS unterstützt, Google Chrome muss für die Nutzung mindestens in Version 23 oder höher vorliegen, Mozilla Firefox in 10 oder höher. Auch bei WebSQL zeichnet sich ein ähnlich diffuses Bild ab: Während Chrome die Technologie ab der Version 4 und iOS ab Version 3.2 unterstützt, ist für Nutzer der Browser Firefox und Microsoft Internet Explorer die Technik gar nicht verfügbar. Lediglich WebStorage wird weitgehend von allen gängigen Browsern unterstützt [8]. Weiterhin wird die Offline-Funktionalität gegenüber der nativen App dadurch eingeschränkt, dass der Nutzer diese ohne weiteres Zutun des Entwicklers nur dann nutzen kann, wenn die entsprechende Internet-Seite im Offline-Zustand des Geräts bereits im Browser geöffnet ist, da diese nicht lokal auf dem Gerät, sondern auf einem Webserver gespeichert ist. Für vollständigen Offline-Zugriff müsste der Entwickler die komplette Website so paketieren, dass der Nutzer sie – wie eine native App – von seinem Gerät aus starten und nutzen kann.⁷

Allgemein kann man sagen, dass der Zugriff auf native Funktionalitäten des Geräts respektive des Betriebssystems nicht oder nur gering unterstützt wird, sodass der geringere Entwicklungsaufwand einer solchen Web-App (siehe Abbildung 2.1) unter Umständen zu Lasten des Funktionsumfangs und der Usability der Anwendung geht.

⁷siehe Unterabschnitt 2.1.3 und 2.2.3.

2.1.3 Hybride Apps

Die *Hybrid-App* verbindet Eigenschaften der Nutzung einer nativen App mit den Vorteilen der Web-Entwicklung mithilfe von Web-Technologien und entsprechenden Frameworks und löst damit beispielsweise das Problem der mangelnden Offline-Fähigkeit einer Web-App sowie deren geringe Unterstützung von plattformspezifischen oder hardware-nahen Funktionalitäten. Da jede moderne mobile Betriebssystem für Entwickler auch die Möglichkeit bietet, eine Web-View in die zu entwickelnde App einzubinden, also eine GUI-Komponente, in die HTML-Seiten hineingeladen werden können, liegt der Ansatz für hybride Apps auf der Hand: Auf Entwicklungsebene wird die Anwendung als Web-App entwickelt, gleichzeitig mithilfe von entsprechenden APIs und Frameworks zur Anbindung an die native Ebene der Zielplattform in eine App für die jeweiligen Plattformen integriert, sodass auf Benutzerseite die Nutzung einer Web-Anwendung, die in puncto Funktionsumfang, Usability und Look-And-Feel einer nativen mobilen App sehr nahe kommt, möglich wird.

Dieses Vorgehen bietet unter anderem für Web-Entwickler den Vorteil, ihre bisherigen Programmierkenntnisse im Web-Bereich im Wesentlichen auch für die Entwicklung von hybriden Apps nutzen zu können. So wird in der Regel der grundlegende Teil des Codes für das Frontend, wie bei der Web-Entwicklung, in HTML in Kombination mit CSS und geschrieben und getestet. Da allerdings auf dem mobilen Gerät für das Backend, also die Verarbeitungsinstanzen, nicht, wie bei einer herkömmlichen Web-Anwendung, ein Server mit einer entsprechenden Server-Technologie wie PHP oder ASP läuft, wird auch dieser Teil der App bei der hybriden Entwicklung meist mit JavaScript bewerkstelligt. Aber auch andere Skriptsprachen, die lokal auf einem Mobilgerät ausführbar sind, sind denkbar. Anschließend muss die Anwendung für die verschiedenen Zielplattformen gebaut werden, um in das jeweilige Container-Format für Apps der verschiedenen Plattformen eingebunden werden zu können und den Zugriff auf die plattformspezifischen Toolkits durch die Cross-Platform-APIs zu ermöglichen (siehe Abbildung 2.1). Hierfür kann es erforderlich sein, dass auf der Entwicklungsplattform die jeweiligen SDKs installiert sind, was gegenüber der Web-Entwicklung einen administrativen Mehraufwand darstellt. Eine andere Variante ist die Auslagerung des Bauprozesses auf einen externen Build-Server, beispielsweise mithilfe eines externen Web-Service eines Drittanbieters, was den Vorteil hat, die SDKs

für die Zielplattformen nicht auf jedem Entwicklungsrechner verwalten zu müssen. Allerdings hat der Entwickler durch die Herausgabe des Codes an einen solchen Dienstleister nicht mehr die vollständige Kontrolle über den Code, sodass die Variante der Auslagerung des Build-Prozesses gerade für Closed-Source-Projekte tendentiell nicht in Frage kommt. Desweiteren kann der Betreiber des Build-Services unter Umständen Restriktionen bezüglich der Plattformunterstützung erteilen, wodurch eventuell eine geringere Anzahl von Zielplattformen unterstützt wird, als von Entwicklerseite gewünscht oder erfordert.⁸

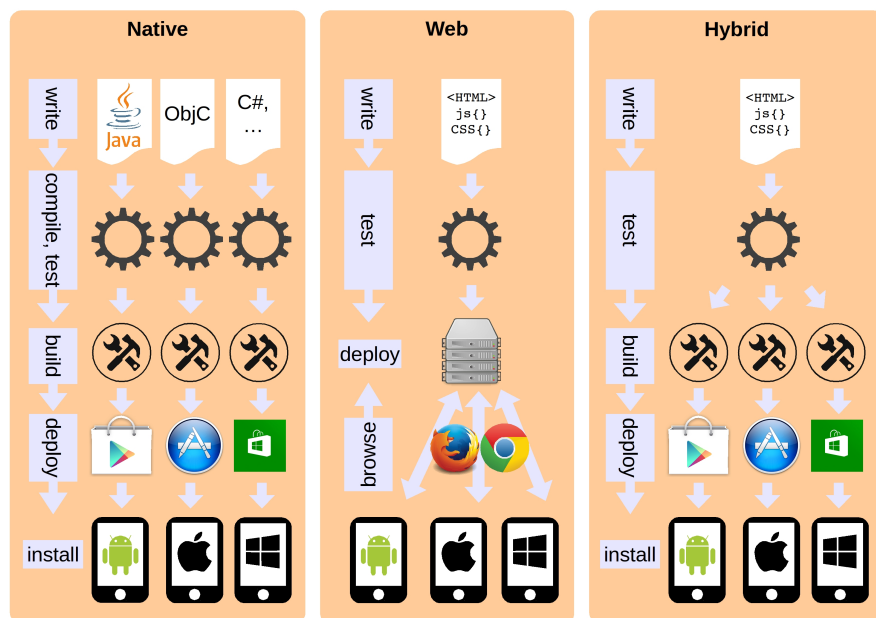


Abbildung 2.1: Entwicklungsstufen der verschiedenen Arten von Apps. Während bei der nativen App der gesamte Entwicklungszyklus einmal pro Plattform durchlaufen werden muss, verringert sich der Aufwand für die Web-App erheblich. Bei der Hybrid-App muss die Anwendung zwar einmal für jede Plattform gebaut und ausgeliefert werden um die Schnittstellen für die nativen Plattformen zu implementieren, aber der hauptsächliche Entwicklungsaufwand des Programmierens und testens fällt aufgrund des generischen Charakters nur einmal an.

⁸Beispielsweise unterstützt *PhoneGap Build* in der neusten Version 3 nur noch die drei großen Mobilplattformen Android, iOS, und Windows Phone.

2.2 Plattformunabhängige App-Entwicklung

2.2.1 Möglichkeiten des Erreichens von Plattformunabhängigkeit

2.2.2 Lösungen für die hybride App-Entwicklung

2.2.3 Entwicklung von hybriden Apps

Phonegap

Die entscheidende Lücke auf dem Weg zur Hybrid-App zwischen Webanwendung und der nativen App schließt das Framework *PhoneGap* von Adobe. Bei der Webanwendung treten in der Herleitung zwei grundlegende Problemfelder gegenüber der nativen App-Entwicklung auf. Zum Einen besteht eine Webanwendung aus mehreren Dokumenten, die auf einem Server liegen und nur über den Browser des Betriebssystems abgerufen werden, die Benutzung fühlt sich also für den Nutzer durch die ausbleibende Installation, die benötigte Internetverbindung und die optische Präsenz der Browser-Oberfläche nicht wie eine mobile App an. Zum Anderen können die Anforderungen an die Anwendung einen Zugriff auf native Features des Geräts oder seines Betriebssystems erfordern, der mittels herkömmlicher Webtechnologien nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich sind.

Für letzteres bietet PhoneGap eine Javascript-Bibliothek, die auf das Cross-Platform-Framework *Cordova* von Apache aufbaut und den Zugriff auf native Features des jeweiligen Betriebssystems ermöglicht. Bei der konkreten Verwendung von nativen Features muss jedoch teilweise wieder auf die Unterstützung durch die jeweiligen Plattformen geachtet werden.

Darüber hinaus übernimmt das Online-Portal PhoneGap Build den Bauprozess der App, also das Überführen in ein installierfähiges App-Format. Während der Entwickler ohne diesen Build-Service die verschiedenen Toolkits aller Zielplattformen lokal verwalten müsste, um Cordova zu verwenden,[9] reicht es hier aus, die Web-Anwendung (beispielsweise per öffentlichem Git-Repository) auf das Portal hoch zu laden, den Build-Prozess im Browser abzuwarten und die fertigen Apps auf das gewünschten Zielgerät herunterzuladen und zu installieren.

Für Auftraggeber oder Entwickler, die ihren Code als sehr sensibel und vertraulich ansehen, könnte diese Variante allerdings ein Problem darstellen sein, da der Quellcode dann stets auch auf den Servern von Adobe liegt.

JQueryMobile

Die Javascript-Bibliothek JQueryMobile baut auf JQuery auf und bietet ein Oberflächen-Toolkit für mobile Webseiten. Sie besteht zum Einen aus einer Javascript-Datei, die in die HTML-Seite eingebunden wird und zum Anderen aus einem CSS, das für das an mobile Touch-Geräte angepasste Aussehen verantwortlich ist. So können einerseits UI-Elementen explizit Style-Klassen aus dem JQueryMobile-CSS zugewiesen werden, andererseits sorgt das JQuery-Javascript ohnehin bei allen verwendeten HTML-Elementen dafür, dass die Style-Klassen dynamisch vergeben werden und die UI-Komponenten somit ihr App-typisches Aussehen erhalten. Lediglich mit dem zusätzlichen Attribut „data-role“ werden den UI-Elementen Eigenschaftentypen zugewiesen, über die die JQueryMobile-Bibliothek erkennt, wie dieses dargestellt werden soll.

Dieser Mechanismus erleichtert es dem Frontend-Entwickler erheblich, eine auf Touchscreens ausgerichtete Oberfläche zu entwerfen, da er im Grunde neben einigen zusätzlichen Attributen sämtliche herkömmlichen HTML-Elemente verwenden kann.

KnockoutJS

Auch bei *Knockout* handelt es sich um eine Javascript-Bibliothek, die per `<script>`-Tag der HTML-Seite hinzugefügt wird. Knockout übernimmt mit einem MVVM (Model-View-ViewModel) das *Data-Binding*, also die Verknüpfung zwischen Daten-Feldern im Programm und UI-Elementen. So lässt sich die UI (View) sehr klar von der Programmlogik (Model) trennen, was der Lesbarkeit, Erweiterbarkeit und Wartbarkeit der Software zugute kommt.

Statt also Javascript mit HTML-String-Schnipseln zu vermischen, indem das DOM direkt manipuliert und UI-Elemente zur Laufzeit programmatisch erweitert werden, definiert der Entwickler in einem separaten Javascript ein View-Model und bindet mit dem HTML-Attribut „data-bind“ eine bestimmte View-Eigenschaft an ein Datenfeld aus dem View-Model.

Glossar

App	Kurzform für engl. „Application“ (dt. „Anwendung“) im Sinne von Anwendungssoftware. Im deutschsprachigen Raum meist im Zusammenhang mit Smartphones oder Tablet-Computern.
DOM	Document Object Model.
Entwicklungsumgebung	Eine Entwicklungsumgebung (IDE, für engl. „Integrated Development Environment“) ist eine Software, mit der Computer-Programme entwickelt werden können..
GPS	Global Positioning System.
GUI	Graphical User Interface.
Hybrid-App	.
SDK	Software Development Kit.
W3C	World Wide Web Consortium.
Web-App	.

Technologien

Android	Smartphone- und Tablet-Betriebssystem von Google.
Android Studio	Eine Entwicklungsumgebung für die Entwicklung von Apps für das Betriebssystem Android.
Blackberry OS	Smartphone-Betriebssystem für Blackberry-Geräte der Firma Blackberry.
C	Eine imperative Programmiersprache.
Cordova	.
CSS	Cascading Style Sheets.
Eclipse	Eine u.a. durch Plugins stark anpassbare Entwicklungsumgebung von der <i>Eclipse Foundation</i> .
HTML	HTML (Hyper Text Markup Language) ist eine Auszeichnungssprache für Websites. „HTML is the publishing language of the World Wide Web“ [11].

HTML5	Version 5 der HTML-Spezifikation. Unter HTML5 werden im Allgemeinen Web-Technologien wie HTML, CSS und JavaScript zusammengefasst, die es Entwicklern ermöglichen, Web-Anwendungen ohne die Notwendigkeit von zusätzlichen Technologien wie Browserplugins etc. zu entwickeln.
IndexedDB	Eine Datenbank....
IntelliJ IDEA	Eine Entwicklungsumgebung für Java der Firma JetBrains.
iOS	Smartphone- und Tablet-Betriebssystem von Apple.
JavaScript	Eine Skriptsprache, die in einer größeren Umgebung (wie beispielsweise einem Browser) ausgeführt wird und in diesem Kontext z.B. verwendet werden kann, um HTML um dynamische Elemente, wie der Veränderung von Inhalten, aber auch Ausführung von Prozeduren etc., zu erweitern [4].
Mac OS X	Betriebssystem für Mac-Rechner der Firma Apple.
Netbeans IDE	Eine Entwicklungsumgebung auf Java-Basis von der <i>Oracle Corpration</i> .
ObjectiveC	Eine um objektorientierte Elemente erweiterte Variante der Programmiersprache C.
PhoneGap	.
PhoneGap Build	PhoneGap Build ist ein.
WebSQL	.

WebStorage	WebStorage (auch: „LocalStorage“ ist eine Spezifikation des W3C zur lokalen Speicherung von größeren Datenmengen einer Webanwendung auf Client-Seite in Form von Schlüssel-Wert-Paaren.) [3].
Windows Phone	Smartphone-Betriebssystem von Microsoft.
Xcode	Eine Entwicklungsumgebung für die Entwicklung von iOS- und Mac OS X-Software.

Quellenverzeichnis

Online-Quellen

- [1] Xavier Ducrohet, Tor Norbye und Katherine Chou. *Android Studio: An IDE built for Android*. Mai 2013. URL: <http://android-developers.blogspot.in/2013/05/android-studio-ide-built-for-android.html> (siehe S. 3).
- [2] Ian Hickson. *Web SQL Database*. W3C. 18. Nov. 2010. URL: <http://www.w3.org/TR/2010/NOTE-webdatabase-20101118/> (siehe S. 6).
- [3] Ian Hickson. *Web Storage*. W3C. 2013. URL: <http://www.w3.org/TR/2013/REC-webstorage-20130730/> (siehe S. 6, 14).
- [4] *JavaScript Web APIs - W3C*. W3C. URL: <http://www.w3.org/standards/webdesign/script> (besucht am 08.04.2014) (siehe S. 13).
- [5] *Kostenlose GMX Mail App - Ihr Postfach immer & überall dabei*. 1&1 Mail & Media GmbH. URL: <http://www.gmx.net/produkte/mobile/mail-app> (siehe S. 5).
- [6] Ramon Llamas, Ryan Reith und Michael Shirer. *Android Pushes Past 80% Market Share While Windows Phone Shipments Leap 156.0% Year Over Year in the Third Quarter, According to IDC*. IDC Corporate USA. Nov. 2013. URL: <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS24442013> (siehe S. 2).
- [7] Nikunj Mehta u. a. *Indexed Database API*. W3C. Juli 2013. URL: <http://www.w3.org/TR/2013/CR-IndexedDB-20130704/> (siehe S. 6).
- [8] *Offline - HTML5 Rocks*. Google Inc. URL: <http://www.html5rocks.com/de/features/storage> (siehe S. 6).

- [9] *PhoneGap API Documentation*. Adobe Systems Inc. Feb. 2014. URL: http://docs.phonegap.com/en/3.4.0/guide_cli_index.md.html\#The Command-Line Interface (siehe S. 9).
- [10] Rene Ritchie. *Google releases official Gmail app for iPhone, iPad*. Nov. 2011. URL: <http://www.imore.com/google-releases-official-gmail-app-iphone-ipad> (siehe S. 5).
- [11] *W3C HTML*. URL: <http://www.w3.org/html/> (besucht am 06. 04. 2014) (siehe S. 12).
- [12] *WEB.DE App - Postfach Apps für Smartphone, iPhone und iPad*. 1&1 Mail & Media GmbH. URL: https://produkte.web.de/freemail_mobile_startseite (siehe S. 5).