

Optimierung des Shelf-Managements

mit Hilfe von Augmented Reality auf
Wearable-Computern

Große Studienarbeit

des Studiengangs Angewandte Informatik Business Competence
an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Mannheim
von

**Stephan Giesau, Sebastian Kowalski, Raffael
Wojtas**

September 2015

Bearbeitungszeitraum:	12.05.2014 - 31.05.2015
Matrikelnummern, Kurs:	5890600, 6664480, 7998056, TINF12AI-BC
Wissenschaftlicher Betreuer:	Prof. Dr. Christian Buergy

Erklärung

gemäß § 5 (3) der „Studien- und Prüfungsordnung DHBW Technik“ vom 22. September 2011. Ich habe die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet.

Walldorf, 19. Mai 2015

STEPHAN GIESAU, SEBASTIAN KOWALSKI, RAFFAEL WOJTAS

Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

Inhaltsverzeichnis

Acronym	V
Abbildungsverzeichnis	VI
1. Bedarfsanalyse	1
1.1. Section	1
1.2. Another Section	1
1.2.1. bla	1
1.2.1.1. blabla	1
2. Architektur	3
2.1. Section	3
2.2. Another Section	3
2.2.1. bla	3
2.2.1.1. blabla	3
3. Hypertext Preprocessor (PHP) JSON Web Token (JWT)	5
4. Rechteverwaltung - Web	8
4.1. Authentifizierung (AuthN)	8
4.2. Autorisierung (AuthZ)	8
5. Rechteverwaltung - App auf Brille	10

5.1. Authentifizierung (AuthN)	10
5.1.1. AuthN gegenüber der Brille	10
5.1.2. AuthN gegenüber dem Server	14
5.2. Autorisierung (AuthZ)	15
6. Hinweise	17
6.1. Fazit	18
6.2. Ausblick	18
Literaturverzeichnis	i
A. Anhang	I

Acronym

AuthN Authentifizierung

AuthZ Autorisierung

JWT JSON Web Token

PHP Hypertext Preprocessor

JSON JavaScript Object Notation

SMAR Shelf Management Augmented Reality

BDSG Bundesdatenschutzgesetz

VR Virtual Reality

MAC Media-Access-Control

WEP Wired Equivalent Privacy

CAS Children's Aid Society

Abbildungsverzeichnis

3.1. JWT-Header	6
6.1. Example of a figure (CAS(a), page 32)	17

1. Bedarfsanalyse

1.1. Section

Kapitel 1

1.2. Another Section

1.2.1. bla

1.2.1.1. blabla

bla

Hochkommata: „asdas“ sdasd

Neue Zeile: nur Backslash Backslash

sadas

Absatz

Aufzählung:

- basd
- ...

yxcyxcyxc sdfsdf →

2. Architektur

2.1. Section

Kapitel 2

2.2. Another Section

2.2.1. bla

2.2.1.1. blabla

bla

Hochkommata: „asdas“ sdasd

Neue Zeile: nur Backslash Backslash

sadas

Absatz

Aufzählung:

- basd
- ...

yxcyxcyxc sdfsdf →

3. PHP JWT

Bei der in diesem Projekt genutzten Bibliothek "PHP JWT" handelt es sich um eine objektorientierte PHP-Klasse von `firebase.com` zur Generierung von JSON Web Token.

TODO: ABBILDUNGEN EINFÜGEN!!!!!!!!!!

Abbildung TODO: REFERENZ zeigt die Generierung eines JWT. \$token beschreibt dabei das JavaScript Object Notation (JSON)-Objekt und enthält den Inhalt. \$key beschreibt den Schlüssel, der nur dem Server bekannt ist, anhand dessen der Inhalt signiert wird, dadurch wird sichergestellt, dass der JWT bei einer weiteren Anfrage an den Server nicht durch den Client manipuliert wurde.

Die Dekodierung eines solchen JSON Web Token wird in Abbildung TODO: REFERENZ beschrieben. Dabei muss \$key identisch zu dem Schlüssel sein, der zur Generierung des JWT benutzt wurde. Sind die Schlüssel nicht identisch, wird der Token nicht dekodiert und die Funktion liefert ein leeres Ergebnis zurück.

Ein JSON Web Token setzt sich aus folgenden drei Abschnitten zusammen:¹

1. JSON-Objekt, welches den JWT-Header repräsentiert
2. JSON-Objekt bestehend aus verschiedenen Name/Wert-Paaren (Claims-Set),

¹(Steyer/Softic, 2015, S. 289f.)

welche die Daten des Benutzers enthält, in diesem Projekt z. B. :

- die MAC-Adresse des Gerätes und
- den Benutzernamen des angemeldeten Benutzers

3. die Signatur

Alle drei Abschnitte sind jeweils mit BASE64-codiert und werden durch einen Punkt (.) voneinander getrennt.

Der JWT-Header besteht ebenfalls aus zwei Name/Wert-Paaren und sieht in diesem Projekt wie folgt aus:

```
{  
  "alg": "HS256",  
  "typ": "JWT"  
}
```

Abbildung 3.1.: JWT-Header

Der Header beschreibt den Typ (JWT) und den verwendeten Algorithmus (alg:"HS256") zur Signierung. In Shelf Management Augmented Reality (SMAR) wurde der HS256-Algorithmus zur Signierung des Claims-Set verwendet. Das Claims-Set wurde somit mit einem privaten Schlüssel und SHA-256 zu einem Hash-Wert errechnet (dies ist der dritte Teil des JWT). Die Signierung kann aufgrund des symmetrischen Signierungsalgorithmus außerdem nur mit dem selben privaten Schlüssel überprüft werden.

Ein JSON Web Token stellt somit die Identität der Nachricht bzw. des JSON-Objekt sicher und verhindert die unbemerkte Manipulation.

Durch den Einsatz von PHP JWT wird in SMAR die korrekt authentifizierte Kommunikation mit der REST API - sowohl von der App, als auch von der Web Admi-

nistration - sichergestellt. Mit der Anmeldung an der Brille bzw. an der Weboberfläche wird eine Authentifizierungsanfrage an den Server (Web Administration) oder an die REST Api (VR-Gerät) gestellt, ist die Authentifizierung erfolgreich, so wird ein gültiger JWT mit Hilfe der PHP JWT-Klasse generiert. Dieser wird an die PHP-Session in der Web Administration oder an das VR-Gerät zurückgegeben. Bei einer Anfrage an die REST Api muss dieser JWT mitgegeben werden. Die REST Api dekodiert bei einer Anfrage zunächst den Token mit PHP JWT. Ist die Signatur gültig, wird ein JSON-Objekt zurückgegeben, ansonsten gibt es nur eine leere Antwort. Anschließend werden die Daten des JSON-Objekts mit der Datenbank verglichen, dies stellt sicher, dass die Berechtigung zur Ausführung noch vorhanden ist. Ist auch dies Erfolgreich wird die Anfrage ausgeführt. Bei einem Fehlerfall wird die Anfrage mit einer Fehlermeldung revidiert.

4. Rechteverwaltung - Web

Die Web Administration stellt die zentrale Kontrolleinheit des gesamten Projekts dar. Über die Web Administration werden sämtliche Einträge der Datenbank verwaltet, dies schließt neben der Benutzer- und Geräteverwaltung ebenfalls die Verwaltung aller Regale und Produkte ein.

Dies sollte selbstverständlich ausschließlich durch autorisierte Personen durchführbar sein.

Die folgenden Kapitel befassen sich mit der Identifikation (AuthN) und mit der Berechtigungskontrolle (AuthZ) eines Benutzers gegenüber dem Webserver.

4.1. Authentifizierung (AuthN)

Dummy dummy dummy

4.2. Autorisierung (AuthZ)

Im Gegensatz zu den Benutzern der Virtual Reality (VR)-Geräte, die mit einer Aufgabe beauftragt werden und somit keine Berechtigungsunterschiede benötigen, gibt es in der Web Administration verschiedenste Benutzern mit unterschiedlichen Berechtigungen im Unternehmen.

Während der Filialleiter sowohl Zugriff auf die Benutzerverwaltung, als auch auf

die Regal- und Produktverwaltung haben sollte, so sollte ein Mitarbeiter, der für die Warenannahme und -einräumung beauftragt wurde, keinen Zugriff auf die Benutzerverwaltung haben.

Vor Allem durch die Benutzerverwaltung ist hier ebenfalls auf rechtliche Bestimmungen zu achten. § 3a Satz 2 BDSG¹:

„Die Erhebung, Verarbeitung und Nutzung personenbezogener Daten und die Auswahl und Gestaltung von Datenverarbeitungssystemen sind an dem Ziel auszurichten, so wenig personenbezogene Daten wie möglich zu erheben, zu verarbeiten oder zu nutzen. Insbesondere sind personenbezogene Daten zu anonymisieren oder zu pseudonymisieren, soweit dies nach dem Verwendungszweck möglich ist und keinen im Verhältnis zu dem angestrebten Schutzzweck unverhältnismäßigen Aufwand erfordert.“

sagt aus, dass auch die Nutzung von personenbezogenen Daten, wie sie in der Benutzerverwaltung abgespeichert werden müssen, so weit wie möglich reduziert werden soll. Ein Mitarbeiter, der nicht im Personalmanagement angestellt ist oder mit Aufgaben der Benutzerverwaltung beauftragt ist, sollte somit auch keinen Zugriff auf personenbezogene Daten haben. Im Zweifelsfall wäre dieser Benutzer eventuell sogar unberechtigt diese Daten einzusehen.

¹Bundesdatenschutzgesetz (BDSG)

5. Rechteverwaltung - App auf Brille

5.1. Authentifizierung (AuthN)

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit der Authentifizierung in der App gegenüber dem Server. Benutzte Bibliotheken und Eingabemethoden werden erklärt. Darüber hinaus wird die verwendete Methode mit anderen technisch möglichen Eingabemethoden verglichen.

Authentifizierung dient der Identifikation einer Person/eines Gerätes.

5.1.1. AuthN gegenüber der Brille

Die App auf der eingesetzten Vuzix M100 Virtual Reality Brille wird, wie beschrieben, zur Warenannahme, sowie zum Einräumen von Produkten verwendet - mit der Brille kann der Warenbestand daher aktiv verändert und manipuliert werden.

Diese Veränderung sollte, um z. B. strukturierten Diebstahl zu vermeiden, nur durch Authentifizierte AuthN und Autorisierte AuthZ Personen durchgeführt werden.

Die gängige Ein-Faktor-Authentifizierung besteht aus der Kombination eines Benutzernamens mit einem Passwort. Dieses Verfahren hat sich bewährt und bietet bei korrekter Implementation eine durchschnittliche Sicherheit vor unbefugtem Zugriff. Diese Sicherheit würde im Rahmen dieser Anwendung ausreichen, da der Angreifer neben den Benutzerdaten, ebenfalls Zugriff auf ein Gerät haben muss, welches:

- in das Firmennetzwerk eingebunden ist und
- gegenüber dem Server authentifiziert¹ ist.

Eine Zwei-Faktor-Authentifizierung ist somit bereits gegeben, da der Benutzer sowohl Wissen (Benutzername und Passwort) als auch Besitz benötigt (Die authentifizierte Virtual Reality-Brille).

Die Grundlage für eine gute Anwendungssicherheit ist somit gegeben.

Die Brille hat, wie im Kapitel ???? beschrieben, folgende Eingabemethoden:

- 4 Knöpfe an der Brille zur Navigation durch das Betriebssystem
- Sensoren zur Erkennung von Gesten
- Mikrofon zur Erkennung von Sprachbefehlen
- Kamera mit entsprechenden Bibliotheken zur Erkennung von Bar- und QR-Codes

Die, für die oben beschriebene Authentifizierung (AuthN) übliche Eingabemethode, die textbasierte Eingabe über eine entsprechende Tastatur ist über die VR-Brille ohne zusätzliche Hardware nicht möglich. Zusätzliche Hardware wäre zu dem umständlich und würde die Bedienung des Gerätes erschweren. Die Usability ist bei dieser Eingabemethode nicht gegeben.

¹s. Kapitel 5.1.2AuthN gegenüber dem Server

Die Eingabe der Anmeldedaten muss daher über andere Eingabemethoden stattfinden und wird in 2 Teile unterteilt:

1. Eingabe/Auswahl des Benutzernamens
2. Eingabe des Passworts

Der Benutzername ist - im Gegensatz - zum Passwort zumindest gegenüber den anderen Mitarbeitern, die Zugriff auf die Brille haben, kein Geheimnis und kann Bekannt sein.

Die Eingabe des Benutzernamens über ein Sprachkommando gestaltet sich schwierig und als nicht effektiv. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Test (TODO: Kapitelreferenzierung auf Kapitel mit Test der Spracherkennung) durchgeführt, der die Spracherkennung testete. Dies funktionierte bei vordefinierten Sprachbefehlen und bei wenig Störgeräuschen zufriedenstellend. Für die Eingabe von Benutzernamen ist dies jedoch nicht geeignet, da die Anmeldung sowohl in ruhigen Umgebungen, als auch lauten Filialen schnell funktionieren muss. Darüber hinaus kann die Erkennung von Eigennamen, die eventuell durch verschiedene Sprachen geprägt sind, nicht zuverlässig garantiert werden.

Die Entscheidung fiel daher auf eine Liste, die beim Starten der App vom Server abgerufen wird und auf der LogIn-Seite der App angezeigt wird. Der Server liefert eine Liste mit Benutzern zurück, die für die Brille zugelassen sind (TODO: Kapitelreferenzierung - Rechte). Der Benutzer wählt über die Knöpfe an der Brille den Benutzernamen aus der Liste aus und wird anschließend zur Eingabe des gültigen Passworts aufgefordert.

Dies garantiert eine, nach den Möglichkeiten der Vuzix M100 gegebenen, zuverlässige und schnelle Anmeldung. Diese Anmeldemethode ist verständlicherweise nur für eine geringe Anzahl an Benutzern (<30) effizient, jedoch wird davon ausgegangen, dass in einem Supermarkt in der Regel nicht mehr als 20 bis 30 Angestellte mit der Warenannahme/-einräumung beauftragt werden.

Auch bei der Passworteingabe gibt es ähnliche Probleme, jedoch muss hier darauf geachtet werden, dass Passwörter ausschließlich dem jeweiligen Benutzer (und eventuell dem Systemadministrator) bekannt sein dürfen bzw. nur im Besitz des Benutzers liegen dürfen. Eine Auswahl aus einer Liste und die Eingabe per Spracherkennung sind somit nicht nur aus Sicht der Bedienung, sondern vor Allem aus Sicherheitsgründen nicht praktikabel.

Ein Passwort, das auf Gesten basiert, ist aufgrund der geringen Anzahl an Variationen und möglichen Kombinationen ebenfalls nicht sicher.

Die Passworteingabe muss daher über die vierte Eingabemöglichkeit getätigt werden: die Eingabe über Barcodes/QR-Codes mit Hilfe der Kamera.

Sobald der Benutzer seinen Benutzernamen aus der Liste ausgewählt hat, wird die Kamera, sowie eine Bibliothek zur Erkennung von QR-Codes gestartet. Der Benutzer scannt seinen persönlichen QR-Code, der in einen String mit einer Länge von 64 Zeichen umgewandelt wird. Diese Daten werden an den Server weitergeleitet, der die Anmeldung schließlich bestätigt (bei korrekter Kombination) oder widerruft (bei ungültigen Login-Daten). Bei korrekter Authentifizierung, gibt der Server einen JWT zurück, welcher bei einer Anfrage an den Server mitgeschickt werden muss und auf Korrektheit überprüft wird. Bei einem widerrufenen Login erhält die App ausschließlich eine Fehlermeldung, weitere Anfragen werden aufgrund des fehlenden JWT nicht ausgeführt.

Der QR-Code kann mit Hilfe der Weboberfläche generiert werden oder es kann ein bestehender Code aktiviert werden (TODO: Kapitelreferenz SMAR Web Administration). Der QR-Code kann durch den Benutzer aufbewahrt werden, sollte der Code in unbefugte Hände gelangen, kann ein neuer Code generiert werden. Außerdem ist es möglich vorhandene Codes, wie z. B. ein Code auf der persönli-

chen Firmen-Zugangskarte des Benutzers, zu verwenden.

Die benötigte Sicherheit und das Effiziente Anmelden an die Anwendung ist mit dieser Lösung gewährleistet.

5.1.2. AuthN gegenüber dem Server

Im letzten Kapitel wurde beschrieben, wie sichergestellt wird, dass sich nur bekannte und autorisierte Benutzer anmelden können. Dass dies nicht unbedingt ausreichend ist, verdeutlicht das folgende Szenario:

- Ein Angestellter einer Filiale, der mit der Warenannahme beauftragt ist und somit für die Nutzung der Brille freigeschaltet ist, lässt seinen Firmenausweis beim Einräumen in einem öffentlichen Bereich liegen. Auf dem Firmenausweis sind sowohl der vollständige Name, als auch der QR-Code, der für die Authentifizierung genutzt wird, aufgedruckt. Ein Angreifer, der Zugriff auf das System bekommen möchte, entdeckt dies und fotografiert den Firmenausweis ab.

Im oben dargestellten Szenario sind die persönlichen Benutzerdaten - ohne Wissen des Opfers - gestohlen worden. Der Angreifer hat zwar keinen Zugriff auf eine im Markt vorhandene VR-Brille, aber eventuell ist er im Besitz der App und hat diese auf einem eigenen Android-Gerät installiert. Ist das Firmennetzwerk zusätzlich noch schlecht abgesichert, z. B. durch Nutzung des Wired Equivalent Privacy (WEP) Verschlüsselungsprotokolls, so kann sich der Angreifer mit seinem eigenen Android-Gerät und über die Anmeldedaten des Angestellten auf dem Server authentifizieren.

Er kann den Warenbestand nun entsprechend manipulieren und der Filiale Schaden zufügen.

Um dies zu verhindern, wurde eine Zwei-Faktor-Authentifizierung in die Anwendung integriert. Somit muss sich nicht nur der Benutzer, sondern ebenfalls die VR-Brille bzw. das benutzte Gerät gegenüber dem Server authentifizieren.

Die App liest dazu beim Starten der Anwendung die Media-Access-Control (MAC)-Adresse des Gerätes aus und speichert diese in der für den Login zuständigen Klasse ab. Sobald sich der Benutzer anmeldet (seinen Benutzernamen ausgewählt hat und den persönlichen QR-Code eingescannt hat), wird die MAC-Adresse an die Login-Daten angehängt und eine Anfrage (Ausführen der authenticateAnwendung der REST Api²) an den Server mit allen Daten (MAC-Adresse, Benutzer, Passwort) geschickt. Ist die MAC-Adresse gültig, liefert der Server den JWT, ansonsten gibt es eine Fehlermeldung und alle weiteren Anfragen werden abgelehnt.

Eine MAC-Adresse und somit das dazugehörige Gerät werden durch einen Eintrag in der Datenbank registriert. Für jedes Gerät wird ein Name, sowie die MAC-Adresse vergeben und ein Flag gesetzt, ob dieses Gerät aktuell aktiv sein soll. Das registrierte Gerät kann sich somit gegenüber dem Server erfolgreich identifizieren.

5.2. Autorisierung (AuthZ)

Die Autorisierung beschreibt - im Gegensatz zur Authentifizierung - nicht die Identifikation einer Person/eines Gerätes, sondern prüft die Berechtigungen der bereits vorhandenen Identifikation. Für eine Autorisierung ist daher eine bereits erfolgreiche Authentifizierung erforderlich.

Bei der Benutzung der App gibt es sowohl für das Gerät, als auch für den Benut-

²s. Kapitel TODO: Kapitelreferenz auf REST Api-Erklärung

zer ausschließlich 2 Berechtigungsstufen:

- Benutzer/Gerät hat die Berechtigung Daten zu lesen/bearbeiten/löschen,
- Benutzer/Gerät hat keine Berechtigung auf die Daten zuzugreifen.

Die Autorisierung findet daher zeitgleich zu der Authentifizierung statt. Der JWT wird ausschließlich bei erfolgreicher Identifikation und Berechtigung zurückgegeben, ansonsten gibt es eine entsprechende Fehlermeldung.

Das Gerät autorisiert sich gegenüber dem Server über das Flag, welches bestimmt, ob das Gerät aktuell aktiv sein soll. Ist dieses Flag gesetzt, besitzt dieses Gerät (z. B. VR-Brille) volle Berechtigung und weitere Anfragen werden bei gültigem JWT übergeben, ansonsten werden alle weiteren Anfragen abgelehnt. Diese Autorisierung macht Sinn, sollte das Gerät kurzfristig nicht in der Filiale sein. Das Gerät kann gesperrt und reaktiviert werden, ohne dass es gelöscht und anschließend wieder registriert werden muss.

Da ein Benutzer ebenfalls nur diese zwei Berechtigungsstufen beim Benutzen der App besitzt, wird die Anfrage ähnlich der Brille ausgeführt. Ein Benutzer besitzt in seinem Datenbank-Eintrag in der Spalte „role_device“ entweder eine 1 (true) und wird autorisiert oder eine 0 (false) und der Server meldet einen entsprechenden Fehler zurück.

Weitere Berechtigungsstufen werden an dieser Stelle nicht benötigt, da ein Angestellter, der mit der Warenannahme oder -einräumung beauftragt ist, die gesamte App-Funktionalität benutzt und ein Angestellter, der keine der beiden Aufgaben benötigt, keinen Zugriff auf die Brille benötigt.

6. Hinweise

Ist die Architektur richtig gewählt?! Node.js für Asynchrone Webaufrufe deutlich besser! Als Anmerkung ins Fazit packen und Auswahl von PHP auf vorhandenes Wissen schieben!

Acronym Children's Aid Society (CAS)

Internet-Source in footnote¹

Book-Source in footnote²



Abbildung 6.1.: Example of a figure (CAS(a), page 32)

¹(CAS(a))

²(Berg/Silvia, 2013)

6.1. Fazit

6.2. Ausblick

Literaturverzeichnis

- [1] **Berg, Bjarne/Silvia, Penny:** Einführung in SAP HANA. Galileo PRESS, 2013
- [2] **CAS(a):** The Children's Aid Society - Overview. (URL: <http://www.childrensaidsociety.org/about>) – Zugriff am 2014-05-20
- [3] **Steyer, Manfred/Softic, Vildan:** Angular JS: Moderne Webanwendungen und Single Page Applications mit JavaScript -. Köln: O'Reilly Germany, 2015, ISBN 978-3-955-61951-0

A. Anhang