

HTW-Berlin

# Mobile Anwendungen im Gesundheitswesen

Messung von Vitalfunktionen

Christian Bunk, António Loureiro, Alexander Miller,  
Benjamin Oertel, Christian Sandvoß



2012

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	3
1.1 Motivation und Problemstellung.....	3
1.2 Ziel des Projektes.....	3
1.3 System .....	4
1.3.1 System-Abgrenzung.....	4
1.3.2 Schwerpunkte .....	4
1.3.3 Vorgehensweise .....	4
2. Projektmanagement .....	5
2.1 Meilensteinplanungen .....	5
2.2 Versionsverwaltungen von Quellcode .....	5
3. Systemmodellierung .....	7
3.1 Vision-Statement.....	7
3.2 Personas .....	8
3.2.1 Chearzt .....	8
3.2.2 Assistenzarzt .....	9
3.2.3 Krankenschwester .....	10
3.2.4 Praktikant .....	11
3.2.5 Patient.....	12
3.3 Anwendungsszenarien.....	13
3.4 User-Stories .....	15
3.5 Risikobetrachtung.....	17
4. Realisierung des Systems .....	19
4.1 Systemüberblick.....	19
4.2 Entwurf User-Interface .....	21
4.3 Implementierung.....	24
4.3.1 Messgerät.....	24
4.3.2 Mobile Applikation .....	24
4.3.3 Web-Applikation .....	24
4.3.4 Datenmanagement .....	33
5. Evaluation.....	33
6. Geschäftsmodell .....	33
7. Ergebnisse und Ausblick.....	35

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation und Problemstellung

Das Gesundheitswesen der Bundesrepublik Deutschland besitzt einen hohen Stellenwert und stellt der Bevölkerung professionelle Gesundheitsversorgung zur Verfügung. Trotz der kontinuierlichen Steigerung der Ausgaben für die Förderung, den Erhalt und die Wiederherstellung der Gesundheit, muss die medizinische Leistungserbringung sowohl eine hohe Qualität als auch einen Forschungsfortschritt aufweisen [Bornmeier02, S. 1]. Aus diesem Grund ist es erforderlich das Gesundheitswesen, welches alle beteiligten Personen, Organisationen, Einrichtungen und Prozesse umfasst, als ein einheitliches System zu betrachten. Durch eine intensive Analyse können Potentiale zur Verbesserung der angespannten Situation identifiziert werden, so dass durch geeignete Optimierungsmaßnahmen das Ergebnis sowie die Qualität der Medizin signifikant steigen können. Laut [Penter09, S. 129ff.] besteht ein großer Verbesserungsbedarf in den Bereichen Personal, Investitionen, Auslastung, Material und Erlöse. Aus dieser Aussage resultiert, dass rationale Investitionen in neue Software und Gerätetechnik zur Reorganisation der Prozesse führt, die sowohl eine Reduzierung der Personalkosten als auch langfristige Steigerung der Erlöse bewirkt.

Aufgrund von steigenden Anforderungen an die Behandlungsqualität ist es erforderlich moderne Technologien im Gesundheitswesen einzusetzen. Mobilität und Benutzerkomfort, Zeiteinsparungen und Effizienzsteigerungen, verbesserte Kommunikationsfähigkeiten und Reduzierung von Papieraufwand sind die wesentlichen Gründe zur Entwicklung von neuen medizinischen Systemen unter Berücksichtigung neuester Technologien und Standards [Bärwolff06, S. 115f.]. Trotz einer progressiven informationstechnischen Entwicklung, ist die Nutzung der modernen Technologien im Bereich HealthCare nicht ausreichend, so dass eine Vielzahl von Arbeitsprozessen immer noch nicht automatisiert abläuft. In der Fachliteratur wird behauptet, dass durch die Konzeption und Entwicklung von neuen Systemen, die auf neuen Konzepten und Technologien basieren, die einzelnen Prozesse systematisch optimiert werden, wobei die Aufnahme der Patienten in medizinischen Einrichtungen oder die Unterstützung bei der stationären Rehabilitation als vorstellbare Anwendungsbereiche genannt werden.

## 1.2 Ziel des Projektes

Die Schwerpunkte dieses Projekts werden auf die Systemmodellierung und die prototypische Entwicklung eines Systems im Gesundheitswesen gelegt. Es wird geprüft, inwieweit die einzelnen medizinischen Bereiche durch neue informationstechnische Systeme verbessert werden können und welche Anforderungen dafür gestellt werden. Für diesen Zweck ist es erforderlich den heutigen Markt hinsichtlich bereits existierender Systeme zu untersuchen sowie ein Vision-Statement auszuarbeiten. Das Ziel ist es ein funktionierendes System bzw. ein Prototyp zu entwickeln, welches das Messen von Vitalfunktionen ermöglicht und eine automatische Dokumentation von Messwerten gewährleistet. Darüber hinaus wird es bestrebt eine Web-Applikation zu entwickeln, um für Ärzte bzw. für das befugte Fachpersonal die Möglichkeit zu geben den zeitlichen Verlauf der einzelnen Werte zu verfolgen. Die Visualisierung mittels geeigneten Diagrammen wird für die Festlegung der

Diagnose sowie die Nachverfolgung des Krankheitsverlaufs verwendet. Wie das Projekt im Einzelnen realisiert wurde, kann folgenden Kapiteln entnommen werden

## 1.3 System

### 1.3.1 System–Abgrenzung

Da das zu entwickelnde System im Rahmen einer Lehrveranstaltung entsteht und die zur Verfügung stehende Zeit sehr stark eingeschränkt ist, kann nicht jede Funktionalität im vollen Umfang entwickelt werden. Es soll sich also um eine prototypische Implementierung handeln, die es veranschaulicht, dass die Projektmitglieder sich mit der Thematik sehr engagiert auseinander gesetzt haben und in der Lage sind ein vollwertiges System zu entwickeln. Das System wird nicht hinsichtlich der Sicherheit analysiert und getestet, da alleine dieser Bereich enorm viel Zeit kosten würde. Darüber hinaus wird die Kommunikation zwischen dem Messgerät und dem mobilen Gerät mittels Bluetooth-Technologie realisiert. Lediglich für die Testzwecke wird der Kommunikationsaufbau unter der Verwendung von NFC Technologie erweitert, ist allerdings nicht Bestandteil dieses Projektes bzw. dieser Dokumentation.

### 1.3.2 Schwerpunkte

Im Rahmen einer Gruppenarbeit wurde es entschieden auf welche Entwicklungsbereiche die Schwerpunkte gelegt werden. Dabei ist die Entscheidung auf die Konzeption und Systemmodellierung, Aufbau eines Messgerätes sowie Design gefallen. Der wichtigste Punkt für alle ist allerdings ein laufendes, zusammenhängendes System, welches die Projektvision umsetzt.

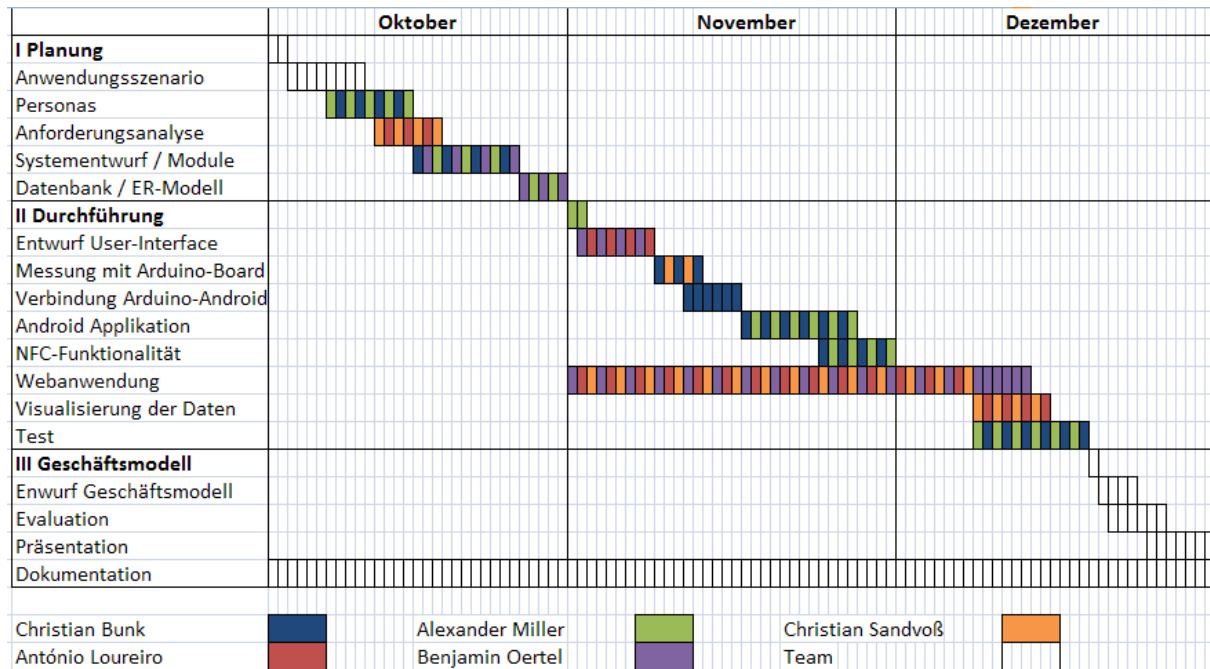
### 1.3.3 Vorgehensweise

Das Projekt wird in einer Gruppe von fünf Personen bearbeitet. Aus diesem Grund wurde am Anfang festgelegt, dass die Bearbeitung jeder Teilaufgabe stets zu zweit erfolgen muss. Somit wird erreicht, dass im Falle eines krankheitsbedingten Ausfalls die Aufgabe auch von einer anderen Person bearbeitet werden kann. Darüber hinaus wurden die wöchentlichen Termine vereinbart: montags 19:00-20:30 und donnerstags 12:45 – 14:00. In dieser Zeit wurde im Rahmen einer Gruppenarbeit die entstandenen Probleme gelöst, der Fortschritt sowie der weitere Verlauf diskutiert. Die Aufgabenverteilung sowie der im Rahmen der Durchführung des Projektmanagements entstandene Zeitplan werden in folgendem Kapitel beschrieben.

## 2 Projektmanagement

Eine der wichtigsten Aufgaben bei der Realisierung eines informationstechnischen Projektes ist das Projektmanagement. Es ist äußerst wichtig eine genaue Planung sowie die Konzeption durchzuführen, damit alle Anforderungen, alle Termine und der Kostenrahmen eingehalten werden. In den nächsten Kapiteln wird es beschrieben wie das Projektmanagement erfolgte, wobei intensiv auf die Meilensteinplanung sowie die Versionsverwaltung eingegangen wird.

### 2.1 Meilensteinplanungen



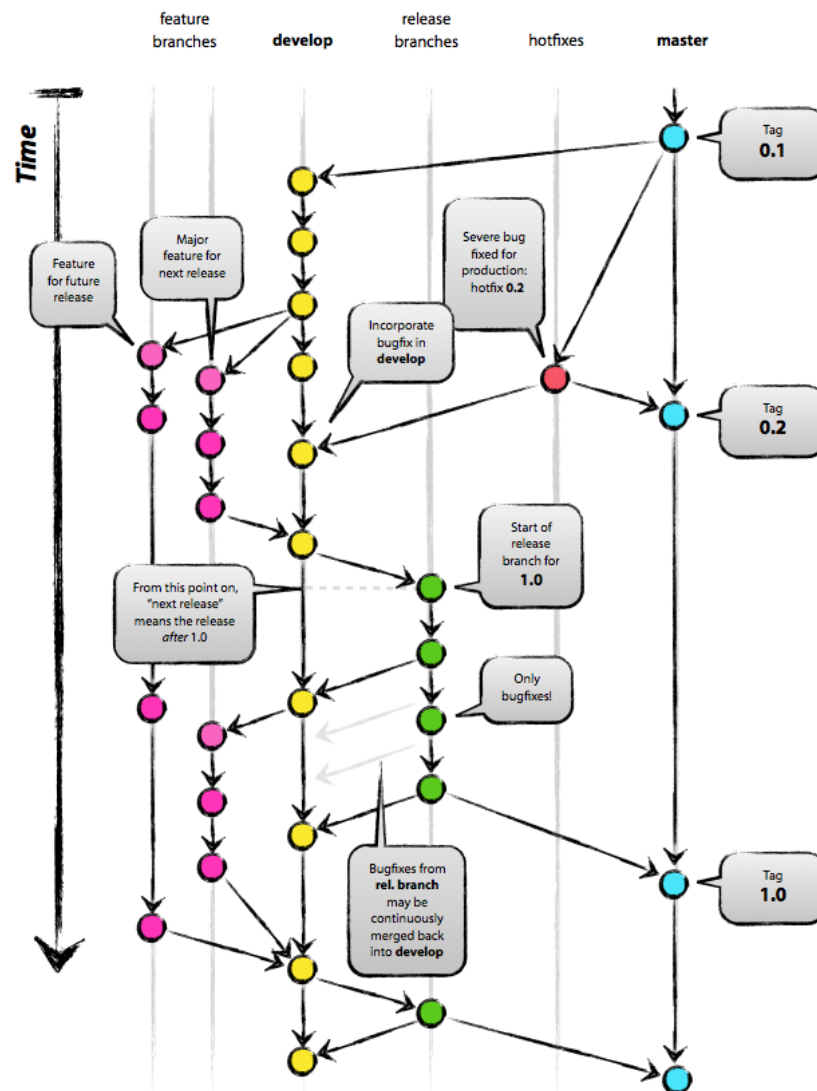
Übersicht der Aufgabenverteilung:

- *Messgerät*: Christian Bunk, Christian Sandvoß
- *Mobiles Gerät*: Christian Bunk, Alexander Miller
- *Server / Webanwendung*: António Loureiro, Benjamin Oertel
- *Konzeption / Dokumentation*: Alexander Miller, Christian Sandvoß

### 2.2 Versionsverwaltungen von Quellcode

Für die Quellcode-Verwaltung wurde eine GitHub-Repository verwendet. Dabei wurde an das Branching-Modell orientiert, die in (<http://nvie.com/posts/a-successful-git-branching-model/>) vorgestellt wird. Dabei wird folgende Strategie verfolgt: Als erstes werden zwei Branches angelegt (develop und master). Die eigentliche Entwicklung geschieht auf dem develop Branch und lediglich die Zwischenversionen, die eine neue und vor allem fehlerfreie Implementierung einer zusätzlichen Funktionalität beinhalten, werden auf den master Branch gelegt. Durch das Erstellen von weiteren Branches für die jeweilige Funktionalität kann weiterer Komfort bei der Entwicklung erreicht werden. Jede zusätzliche Funktionalität wird dabei separat Entwickelt, so dass eine Aufteilung der Aufgaben sowie die anschließende Zusammenführung der Quelltexte ohne Einschränkungen und Probleme erfolgen können. Wenn eine Funktion fertig gestellt ist, wird diese ins develop Branch

kopiert. Falls mehrere Funktionalitäten im develop Branch getestet und gefixt worden sind, wird die Anwendung ins master Branch gemergt. Bei der Einhaltung des vorgestellten Modells sieht die Quellcode-Verwaltung wie folgt aus:



### 3 Systemmodellierung

Im Folgenden wird das ausgewählte Anwendungsszenario vorgestellt, welches ganzheitlich einen Arbeitsprozess der elektronischen Patientenkarte sowie das Messen von Vitalfunktionen mit all seinen Teilschritten und möglichen Anwendungsfällen ausführlich beschreibt. Für diesen Zweck erfolgt eine Anforderungsanalyse, die sowohl auf die Ermittlung der einzelnen Personas als auch die Risikobetrachtung.

#### 3.1 Vision-Statement

Nach einer administrativen Patientenaufnahme in einem Krankenhaus, werden die Patienten medizinisch behandelt und während des ganzen Aufenthalts pflegerisch betreut. Für die Dauer der stationären Anwesenheit erhält jeder Patient ein Armband (RFID-Tag), welcher die eindeutige Identifikation gewährleistet. Anschließend erfolgt die Erstellung eines neuen Profils, wobei notwendige Stammdaten (Armband-ID, Vorname, Nachname, Geschlecht, Geburtsdatum) sowie die optionale Daten (Größe, Gewicht) vom Krankenhauspersonal erfasst und gespeichert werden. Das medizinische Personal, welches für die Behandlung der Patienten zugelassen ist, wird mit jeweils einem mobilen Gerät ausgestattet. Nach der erfolgreichen Patientenidentifizierung (RFID-Tag auslesen) stehen auf dem mobilen Gerät folgende Funktionalität zur Verfügung:

- Allgemeine Informationen: Durch die Auswahl dieser Funktion, stehen vielfältige Informationen zur Verfügung. So zum Beispiel besteht die Möglichkeit aktuelle Krankenhausmeldungen oder die online-Speisekarte anzusehen und den betroffenen Patienten zu informieren.
- Messung der Vitalfunktionen (Körpertemperatur): Nach der Aktivierung dieser Funktion wird die Körpertemperatur mit einem medizinischen Fieberthermometer gemessen und über Bluetooth-Funktechnologie an das mobile Gerät übertragen. Die erfassten Messdaten werden sowohl lokal auf dem Gerät gespeichert als auch zu der zentralen Krankenhaus-Datenbank weitergeleitet.
- Visualisierung der Daten: Die erfassten Daten können für eine medizinische Analyse visualisiert werden. Dabei werden die Grenzbereiche gekennzeichnet, so dass der Fortschritt sowie die Tendenz der Genesung sich herauskristallisieren. Durch die Auswahl eines Zeitraums werden die Daten in Form eines Diagramms dargestellt und ermöglichen einen schnellen Überblick der einzelnen Vitalfunktionen.

Damit der Vergleich von gemessenen Werten ein repräsentatives Ergebnis bereitstellt, ist es erforderlich die einzelnen Vitalfunktionen täglich um 08:00, 16:00 und 20:00 zu messen. Dabei muss es immer überprüft werden, dass die Messung korrekt durchgeführt wird und die Messwerte in einem akzeptablen Bereich (z.B. 27 °C - 42,8 °C) liegen. Für die pünktliche Messung sorgt die Erinnerungsfunktion, welche mit Hilfe von akustischen Signalen das zuständige Personal an die bevorstehende Messung rechtzeitig aufmerksam macht.

Eine clientseitige Webanwendung ermöglicht sowohl für Ärzte als auch für die Patienten eine Betrachtung der gemessenen Daten. Durch die Festlegung der Wertebereiche sowie die automatisierte Analysen, werden die Patienten mit kritischen Messwerten informiert und für die priorisierte Behandlung gekennzeichnet.

## 3.2 Personas

### 3.2.1 Chearzt

**Name:**

Stefan Bronchitis



**Sozialdemographische Daten:**

59 Jahre  
 Familienstand: verheiratet  
 Akademisches Grad: Prof. Dr. med  
 Sprachen: Deutsch, Latein, English  
 Berufserfahrung: 32 Jahre  
 Position: Chefarzt

**Rolle bezüglich des Patienten:**

Chefarzt der Abteilung für HNO-  
 Chirurgie  
 Verwaltungsfunktion  
 Voruntersuchung: Hauptdiagnose  
 Festlegung der Prozeduren  
 Analyse des Krankheitsverlaufs  
 Beratung als Wahlleistung

**Allgemeine Einstellung / Einstellung zum Patienten:** Engagiert

Durchsetzungsstark  
 Erwartet ein vollfunktionsfähiges System  
 Verbesserungsvorschläge zur Applikation  
 Freundlich und Hilfsbereit

**Internet / PC-Affinität:**

PC-Erfahrung seit über 15 Jahren  
 Internet-Erfahrung seit 11 Jahren  
 Niedrige Computer und Netzaffinität  
 Lange Einarbeitungszeiten in neue  
 Systeme  
 Wenig Erfahrung mit mobilen Geräten

**Präferenzen bezüglich des Patienten:**

Bevorzugt kurze und effiziente Visiten  
 Einheitliche Struktur der Visite  
 Aufklärung nur in vorgesehenen  
 Sprechzeiten

**Bedarf:**

Reduzierung von Papieraufwand,  
 geringer Zeitaufwand, Effiziente  
 Behandlung, hohe Qualität, Mobilität und  
 Flexibilität

**Anforderungen:**

Schnelle Reaktion, einfache Bedienung,  
 feste Prozesse, keine Wartezeiten,  
 Personalisierung, korrekte Messwert-



erfassung, Genauigkeit, aussagekräftige Visualisierung, Benutzerfreundlichkeit, mobil und flexibel, Erweiterbarkeit

**Frustration / Ängste:**

Komplexität, Schwierigkeit, Software ist nicht erlernbar, mehr Zeitaufwand als bisher, Systemversagen, falsche Daten, Fehldiagnose

### 3.2.2 Assistenzarzt

**Name:**

Claudia Herpes



**Sozialdemographische Daten:**

46 Jahre  
Familienstand: verheiratet (3 Kinder)  
Akademisches Grad: Dr. med  
Sprachen: Deutsch  
Berufserfahrung: 19 Jahre  
Position: Assistenzarzt

**Rolle bezüglich des Patienten:**

Ärztin der Abteilung für HNO-Chirurgie  
Verwaltungsfunktion  
Patientenversorgung (Prävention, Diagnose, Behandlung)  
Analyse des Krankheitsverlaufs  
Verordnung der Arzneimitteln

**Allgemeine Einstellung / Einstellung zum Patienten:** Engagiert und freundlich

Meidet jegliche Prozessreorganisationen  
Erwartet ein einfaches System  
Beschwert sich wenn die Applikation nicht den Erwartungen entspricht

**Internet / PC-Affinität:**

PC-Erfahrung seit über 8 Jahren  
Internet-Erfahrung seit 8 Jahren  
Niedrige Computer und Netzaaffinität  
Lernt ungerne neue Systeme kennen  
Keine Erfahrung mit modernen mobilen Geräten

**Präferenzen bezüglich des Patienten:**

Bevorzugt intensive Aufklärungsgespräche  
Geht personenorientiert bei jeder Visite vor  
Steht bei Fragen immer zur Verfügung

**Bedürfnisse:**

Aufnahme des Patientenzustandes,  
Vervollständigung der Notizen,  
Individualisierbarkeit, Vergleich der  
Messwerte

**Anforderungen:**

Robuste und sichere Software,  
Korrektheit der Daten sowie der  
Zuordnung, aussagekräftige grafische  
Darstellung der Messwerte

**Frustration / Ängste:**

Feste Prozesse, wenig Kontakt mit  
Patienten, Systemversagen

### 3.2.3 Krankenschwester

**Name:**

Franziska Alzheimer



**Sozialdemographische Daten:**

27 Jahre  
Familienstand: ledig  
Sprachen: Deutsch, English  
Berufserfahrung: 8 Jahre  
Position: Krankenschwester

**Rolle bezüglich des Patienten:**

Pflegepersonal der Abteilung für HNO-  
Chirurgie  
Verwaltungsfunktion  
Patientenversorgung  
Essensbestellung  
Messung der Vitalfunktionen  
Vergabe von Arzneimitteln

**Allgemeine Einstellung / Einstellung zum Patienten:** Weitgehend engagiert

Überwiegend freundlich  
Unzufrieden mit der Arbeitssituation  
Erwartet kein neues System  
Beschwert sich wenn neue Aufgaben bzw.  
Verantwortlichkeiten zugeteilt werden

**Internet / PC-Affinität:**

PC-Erfahrung seit über 10 Jahren  
Internet-Erfahrung seit 10 Jahren  
Hohe Computer und Netzaaffinität  
Lernt sehr gerne neue IT-Systeme  
Viel Erfahrung mit modernen mobilen  
Geräten (Samsung Nexus S, IPAD 2,  
IPHONE)

**Präferenzen bezüglich des Patienten:**

Sehr Hilfs- und Gesprächsbereit  
Geht vorsorglich mit allen Patienten um

**Bedürfnisse:**

Steht bei Fragen immer zur Verfügung  
Bevorzugt Patienten unter 40 Jahre zu betreuen

**Anforderungen:**

Verringerung der Wartezeit, Erhöhung der Patientenzufriedenheit

**Frustration / Ängste:**

Einfachheit, Benutzerfreundlichkeit, Effizienz, Wiederverwendbarkeit der Daten, Schnelligkeit

Patienten akzeptieren das neue System nicht, Systemversagen, schwer erlernbar

**3.2.4 Praktikant**

**Name:**

Sven Appendizitis



**Sozialdemographische Daten:**

19 Jahre  
Familienstand: ledig (4 Kinder)  
Sprachen: Deutsch, Chinesisch  
Berufserfahrung: 0 Jahre  
Position: Praktikant

**Rolle bezüglich des Patienten:**

Praktikant in der Abteilung für HNO-Chirurgie  
Patientenversorgung  
Essensvergabe  
Messung der Vitalfunktionen unter Aufsicht

**Allgemeine Einstellung / Einstellung zum Patienten:**

Sehr engagiert und freundlich  
Wünscht sich einen Ausbildungsplatz  
Hofft auf die Einführung neuer Systeme  
Macht alle Aufgaben stets gut

**Internet / PC-Affinität:**

PC-Erfahrung seit über 17 Jahren  
Internet-Erfahrung seit 17 Jahren  
Sehr hohe Computer und Netzaaffinität  
Beschäftigt sich in der Freizeit nur mit Informatik und hat 2 Freunde bei Facebook  
Viel Erfahrung mit modernen mobilen Geräten (Alle gängigen Android-Geräte)

**Präferenzen bezüglich der Patienten:**

Sehr Hilfsbereit  
Kann nicht mit allen Patienten umgehen

Bevorzugt weibliche Patienten unter 30 Jahre

**Bedürfnisse:**

Neue und interessante Technologien, schnelles und effizientes Arbeiten, multimediale Unterstützung

**Anforderungen:**

Erlernbar, interessant, sicher

**Frustration / Ängste:**

Nicht erlernbar, komplexe Prozesse, viel Zeitaufwand, Verwechslung der Daten, negatives Beeinflussen der Dienste

### 3.2.5 Patient

**Name:**

Otto Hexenschuss

**Sozialdemographische Daten:**

53 Jahre  
Familienstand: verheiratet (1 Kind)  
Akademisches Grad: --  
Sprachen: Deutsch  
Beruf: Kfz-Mechaniker



**Allgemeine Einstellung / Einstellung zum Patienten:** Engagiert und freundlich

Meidet jegliche Prozessreorganisationen  
Erwartet ein einfaches System  
Beschwert sich wenn die Applikation nicht den Erwartungen entspricht

**Internet / PC-Affinität:**

Keine PC-Erfahrung  
Keine Internet-Erfahrung  
Fürchtet jegliche Innovationen  
Keine Erfahrung mit modernen mobilen Geräten

**Präferenzen:**

Erwartet intensive Aufklärungsgespräche  
Erwartet hohe Qualität der Behandlung  
Akzeptiert alle medizinischen Maßnahmen und glaubt an die Professionalität des medizinischen Personals.

**Bedürfnisse:**

Schnellstmögliche Behandlung, Milderung der Schmerzen, reibungsloser Ablauf der Prozesse, hochqualitative Behandlung ohne Fehldiagnosen

**Anforderungen:**

Sicherheit der Daten, keine unnötige Prozesse, Korrektheit, personenbezogene Vorgehensweise, Zuverlässigkeit, schnelle Reaktion, Effizienz, Transparenz

**Frustration / Ängste:**

Verletzung, Fehldiagnose, Verschlechterung des Zustandes, progressive Entwicklung der Krankheit, Wartezeiten, Schmerzen, Zeitaufwand, Systemversagen, Formalismus

### 3.3 Anwendungsszenarien

1. Ankunft eines neuen Patienten im Krankenhaus
2. Der Patient betritt das Wartezimmer und legt seine Krankenkarte an der Anmeldung vor.
3. MitarbeiterIn an der Anmeldung prüft legt für den Patienten anhand der Krankenkartenummer einen neuen Aufenthalt an.
4. Mitarbeiter legt dem Patienten ein RFID-Armband an, die RFID ist pro Patient eindeutig, betritt ein Patient mehrfach das Krankenhaus, erhält er erneut die selbe RFID.



5. Berechtigtes Personal führt eine Visite beim Patienten durch
6. Arzt nähert sich mit seinem mobilen Endgerät dem Patienten
7. Einlesen des RFID-Armbands
8. Informationen über Patienten erscheinen auf Tablet/Smartphone



9. Berechtigtes Personal führt eine neue Messung während einer Visite durch

10. nachdem Schritt 2 durchgeführt wurde, kann Arzt Button "Messung ausführen" anklicken
11. es werden alle vorhandenen Geräte in der Nähe angezeigt
12. Arzt wählt Gerät aus Liste und kann neue Messung beginnen
13. Messergebnisse werden direkt mit Patientendatensatz verknüpft
14. Hinzufügen von Notizen



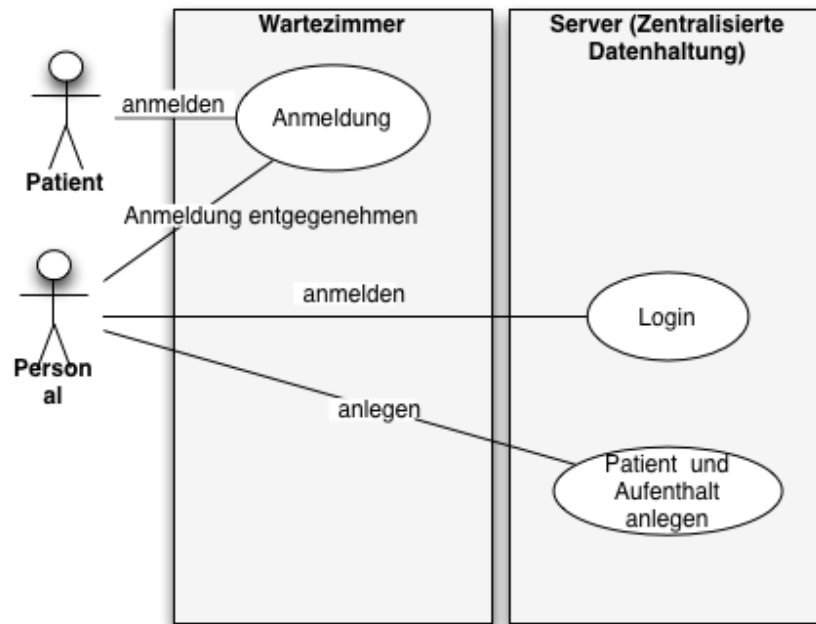
15. ArztAuswertung
16. Auswertung der Messergebnisse pro Patient und Messgerättyp (z.B. Temperaturmessung, Blutdruckmessung) über einen bestimmten Zeitraum
17. Hinzufügen von Informationen
18. Hinzufügen von Notizen



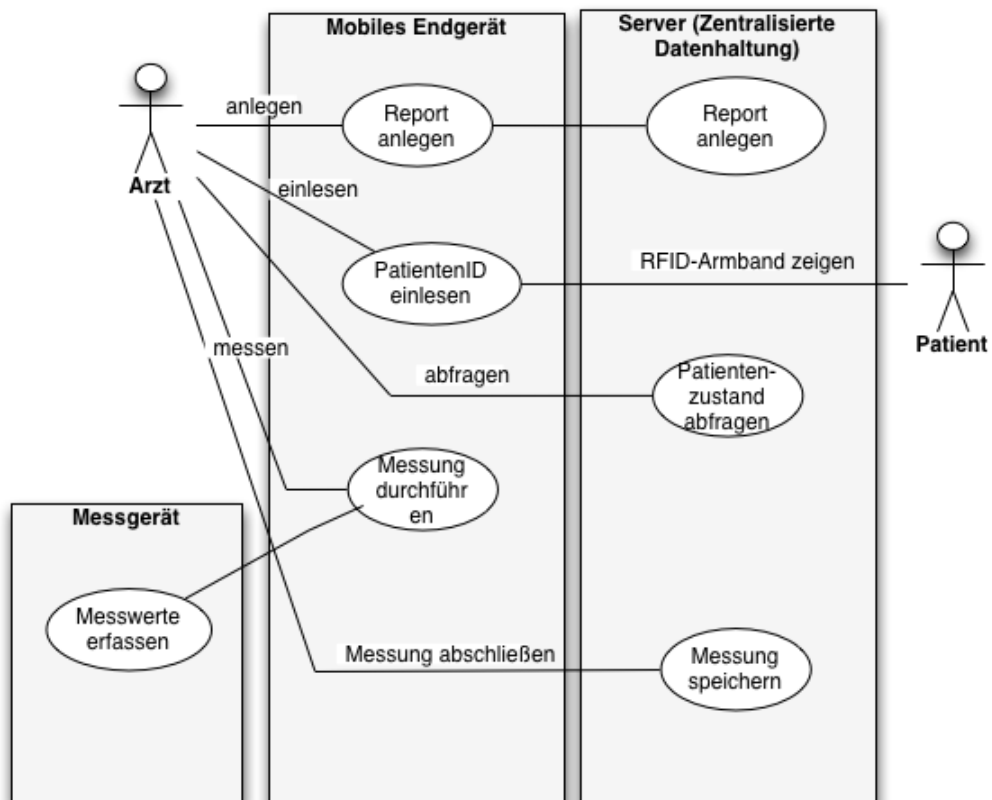
19. Patient verlässt das Krankenhaus
20. Armband wird abgenommen und von Patientendatensatz entfernt
21. Aufenthaltszeitraum wird abgeschlossen

### 3.4 User-Stories

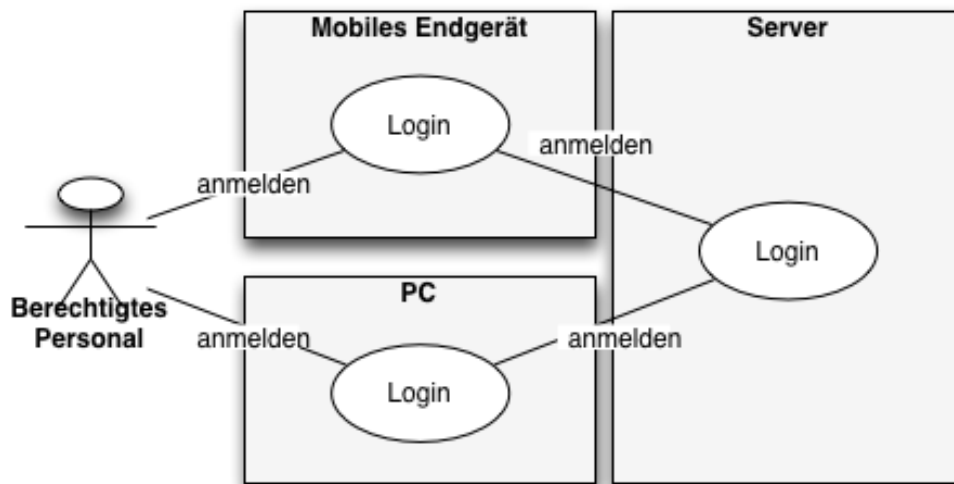
#### 1. Patientenaufnahme im Krankenhaus



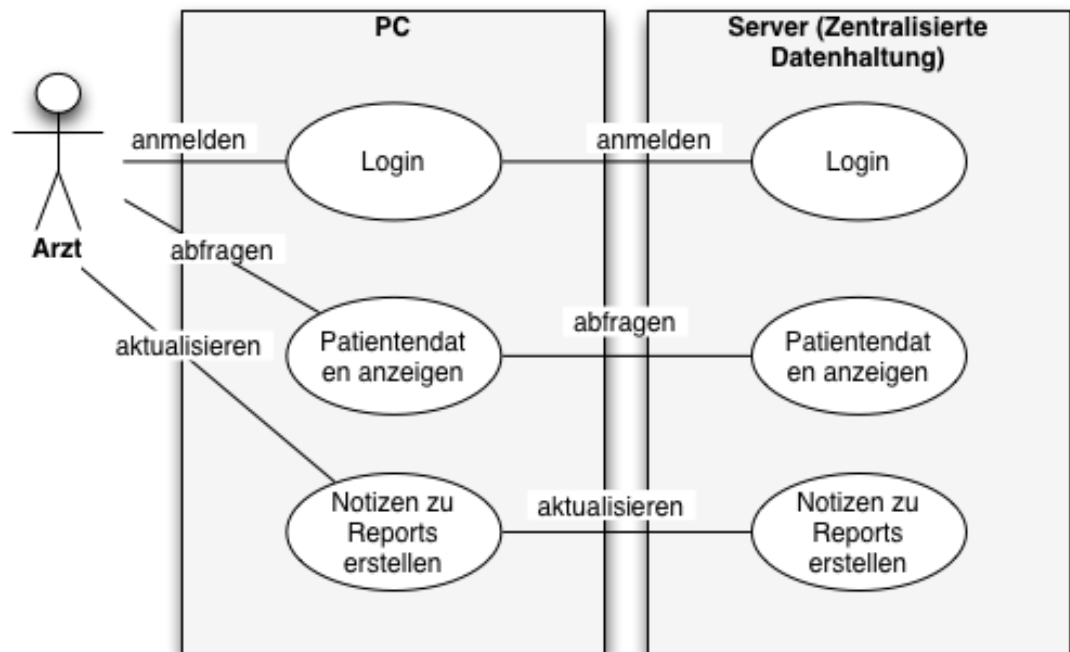
#### 2. Durchführung einer Messung



## 3. Anmeldung am System



## 4. Kontrolle der Messwerte



Basierend auf dem oben beschriebenen Anwendungsszenario wurden zusätzliche Anforderungen die einzelnen Schritte gelegt:

1. Ich als Patient wünsche mir einen reibungslosen Check-In im Krankenhaus, um schnellstmöglich behandelt zu werden.
2. Ich als Patient wünsche mir, meine persönlichen Daten nur einmal im Krankenhaus anzugeben, um nicht bei jedem Krankenhausaufenthalt erneut Formulare auszufüllen.
3. Ich als Patient wünsche mir eine eindeutige Zuordnung aller Messungen während meines Aufenthalts zu meinem Account, um Verwechslungen und daraus resultierende Fehldiagnosen auszuschließen.



4. Ich als Mitarbeiter an der Annahme wünsche mir einen einfachen Weg, neue Patienten in unser Krankenhaus aufzunehmen, um das Check-In schnellstmöglich abzuwickeln.
5. Ich als Mitarbeiter an der Annahme wünsche mir einen einfachen Weg Patienten auszuchecken, um Patienten nicht unnötig lang warten zu lassen.
6. Ich als Arzt wünsche mir einen schnellen und unkomplizierten Ablauf aller notwendigen Schritte während der Visite, um mehr Zeit im persönlichen Gespräch mit dem Patienten zu verbringen.
7. Ich als Arzt wünsche mir die letzten Messungen des derzeit behandelten Patienten direkt auf meinem mobilen Gerät, und Änderungen in den Messwerten schnell nachvollziehen zu können.
8. Ich als Arzt wünsche mir eine grafische Darstellung der Messergebnisse, um Messergebnisse im Vergleich besser interpretieren zu können.
9. Ich als Arzt wünsche mir Patientendaten auch am PC abrufen zu können, um die Nachbereitung abzuwickeln.
10. Ich als Arzt möchte nachträglich Notizen zu Report hinzuzufügen, um besondere Bedingungen oder Änderungen im Gesundheitszustand des Patienten schriftlich hinterlegen zu können.
11. Ich als Praktikant möchte unter Anleitung eines Arztes Messungen am Patienten durchführen, um die Abläufe zu erlernen und den Arzt zu unterstützen
12. Ich als Mitarbeiter in der Administration wünsche mir einen einfachen Weg neue Benutzer im System anzulegen und Rollen zu verändern, um neue Mitarbeiter schnell in unsere Arbeitsläufe zu integrieren.

### 3.5 Risikobetrachtung

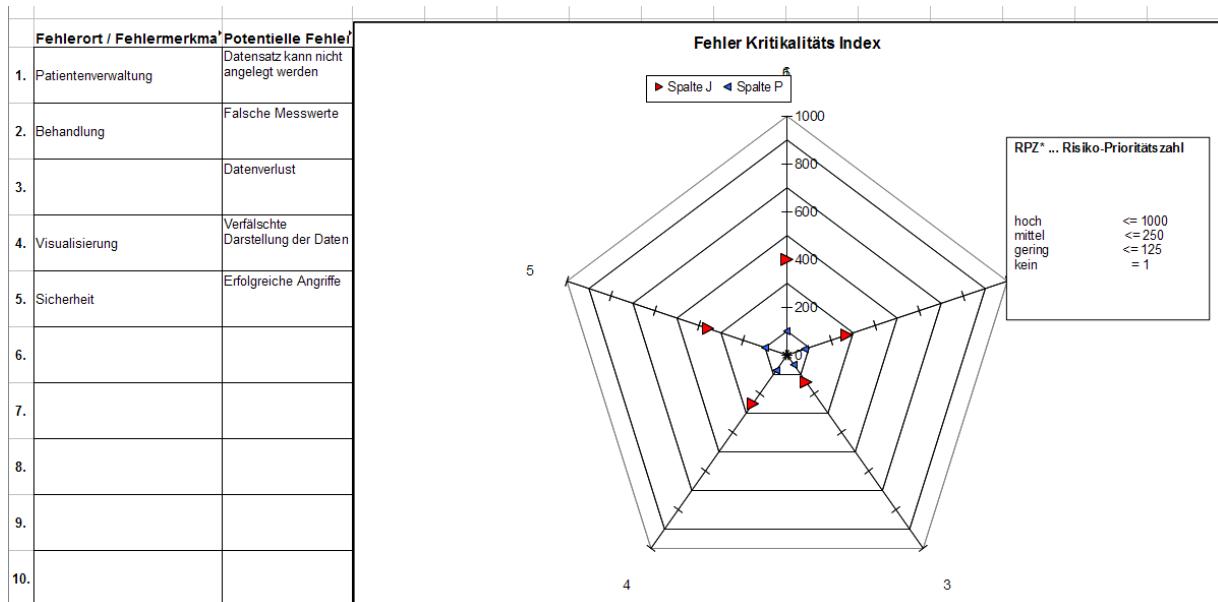
Für die Realisierung der Risikobetrachtung wurde eine Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) durchgeführt. Durch diese Zuverlässigkeitstechnik, wurden die potentiellen Fehler erkannt, bewertet sowie die mögliche Fehlerursache bzw. potenzielle Schwachstellen identifiziert.

Fehlerort / Fehlermerkmale	Potentielle Fehler	Fehlerfolge	Fehlerursache	Derzeitiger Zustand				Empfohlene Maßnahmen	Verbesserter Zustand			
				A*	B*	E*	RPZ*		A*	B*	E*	RPZ*
1. Patientenverwaltung	Datensatz kann nicht angelegt werden	Totalausfall	Hohe Serverauslastung, Serverausfall	4	10	10	400	Vereinbarung von strengen SLAs, Bessere Schulung der Mitarbeiter	1	10	10	100
2. Behandlung	Falsche Messwerte	unexakte Funktionserfüllung	Defekt eines Sensors	3	9	10	270	Regelmäßige Kontrollen der Messgeräte	1	8	10	80
	Datenverlust	Fehl diagnose	Serverausfall, Störsender	2	7	10	140	Regelmäßige Wartung der Server, Kontrolle der Schnittstellen	1	5	10	50
4. Visualisierung	Verfälschte Darstellung der Daten	Fehl diagnose	Funktionalität entspricht nicht den	4	9	7	252	Vergleich der Visualisierten Daten mit den Datenbankeinträgen	1	8	10	80
5. Sicherheit	Erfolgreiche Angriffe	Datenmanipulation	Kryptoanalyse	4	9	10	360	Sicherheitsmaßnahmen durch Kryptographische Verfahren	2	5	10	100

<b>A* ... Auftreten</b> Wahrscheinlichkeit des Auftretens (Fehler kann vorkommen) unwahrscheinlich = 1 sehr gering = 2 - 3 gering = 4 - 6 mäßig = 7 - 8 hoch = 9 - 10	<b>B* ... Bedeutung</b> Auswirkungen auf den Kunden kaum wahrnehmbar = 1 unbedeutender Fehler = 2 - 3 mäßig schwerer Fehler = 4 - 6 schwerer Fehler = 7 - 8 äußerst schwerer Fehler = 9 - 10	<b>RPZ* ... Risiko-Prioritätszahl</b> hoch <= 1000 mittel <= 250 gering <= 125 kein = 1
---	--	---

Durch die rechtzeitige Definition und Anwendung von Gegenmaßnahmen, konnte das Risiko der identifizierten Schwachstellen des Systems reduziert werden. Mittel einer Risikoprioritätszahl wurde eine einheitliche Bewertung der Risiken verschafft, so dass die Minimierung mittel folgender Abbildung dargestellt werden konnte.

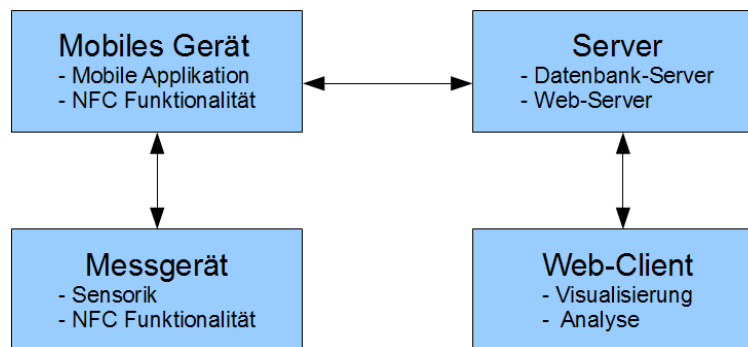


## 4 Realisierung des Systems

Dieses Kapitel verschafft einen Systemüberblick und behandelt auch die Spezifikation des User-Interface. Durch die Konzeption und Entwicklung der mobilen Applikation sowie der Web-Applikation wird es bestrebt eine professionelle Behandlung sowie eine hochqualitative Betreuung für alle Patienten zu ermöglichen und dadurch die Kundenzufriedenheit zu erhöhen. Die Evaluation des Systems schließt dieses Kapitel ab.

### 4.1 Systemüberblick

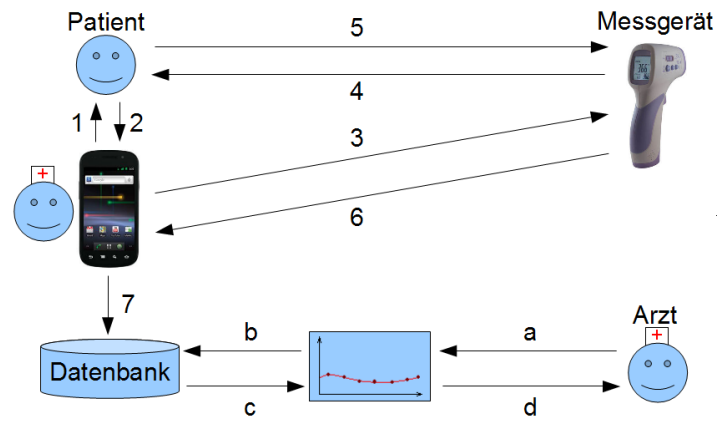
Für die Realisierung eines Projekts dieser Größe, ist es erforderlich die einzelnen Systemkomponente zu kennzeichnen sowie den Informationsfluss darzustellen. Wie in folgender Abbildung dargestellt übernimmt das mobile Gerät die Funktionalität einer Kommunikationsschnittstelle zwischen dem NFC fähigen medizinischen Gerät und dem Server. Die clienseitige Anwendung ermöglicht die Visualisierung sowie die anschließende Analyse der erfassten Daten und ermöglicht einen Fernzugriff auf die erforderlichen Informationen.



Folgende technische Komponenten wurden für die Entwicklung ausgewählt:

- Messgerät:
  - Arduino UNO Board (LED's, Button, etc. )
  - Bluetooth-Shield + NFC-Shield
  - Temperatursensor
- Mobiles Endgerät - Samsung Nexus S mit NFC Schnittstelle
- Web-Server - titania.f4.htw-berlin.de

Unten dargestellte Abbildung beschreibt den Datenfluss sowie die Vorgehensweise bei der Nutzung des Systems:



## 4.2 Entwurf User-Interface

12:38

12:38

## willkommen

imed  
verwalten sie  
ihr krankenhauseinfach + schnell

bitte geben sie ihren benutzernamen ein  
dr.stephan

bitte geben sie ihr passwort ein  
\*\*\*\*\*

→

## aktion wählen

Stein klick und los  
wählen sie eine option

patient einlesen  
patient wählen und daten erfassen →

benutzer wechseln  
als andere person im system anmelden →

impressum  
legal information anzeigen →

angemeldet als  
dr. martin stephan

12:38

12:38

zurück zur menüauswahl ↶

dringend in zimmer 439 kommen ↶

## auswertung



## neue messung

patientin  
hannah mustermann

45°C

messung typ  
körpertemperatur ▼

messung wert  
36.4 °C

bemerkungen  
This document is provided for informational purposes only.

25°C

messung speichern  
messung bei patient ablegen →

messung erneut starten  
messung nochmal durchführen →

angemeldet als  
dr. martin stephan







Patientendaten:

Name: Hannah Mustermann  
Blutgruppe: A Rh-  
Körpergröße: 167cm  
Gewicht: 65kg

Allgemeine Informationen

Geschlecht  
weiblich

Vorname  
Hannah

Nachname  
Mustermann

Geburtsdag  
1988-12-12

aktion wählen

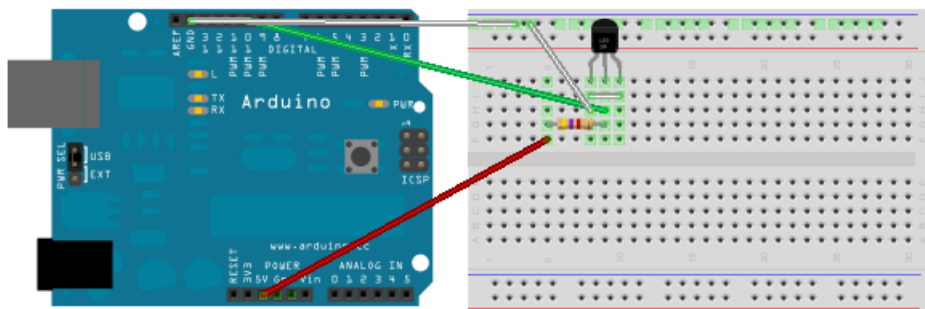
- 
- 
- 
- 
- 
- 

## 4.3 Implementierung

Christian Bunk

### 4.3.1 Messgerät

Der Arzt soll über ein Messgerät Messungen am Patienten vornehmen können. Wir haben uns entschieden als Hardware Grundlage Arduino zu verwenden. Arduino ist eine Open-Source Hardware Plattform. Wir verwenden ein Arduino Uno. Darauf haben wir ein Temperatursensor eine Bluetooth-Schnittstelle sowie zwei LEDs und einem Button installiert. Das Messgerät kann sich mit einem mobilen Client verbinden.



### 4.3.2 Mobile Applikation

Für die Mobile Applikation haben wir uns für Android als Plattform entschieden. Die Anwendung wurde auf einem Samsung Nexus S mit Android 2.3.6 entwickelt. Die Mobile Anwendung soll dem Arzt oder der Krankenschwester dazu dienen Informationen über den Patienten zu bekommen, Messungen am Patienten vorzunehmen und diese mit einer Diagnose zu speichern. Die Patienten sind dazu mit einem NFC Chip Mifare Classic 1K ausgestattet, welches die Patienten als ein Armband mit sich tragen. Der Arzt hält das mobile Gerät an den Patienten. Über NFC wird die ID des NFC Chips ausgelesen. Automatisch wird von dem Client eine Anfrage an den Server gestellt und die Daten des Patienten abgerufen. Nun kann der Arzt frühere Messungen einsehen oder neue Messungen wie z.B. der Körpertemperatur vornehmen. Dazu muss er sich mit dem Messgerät via Bluetooth verbinden. Um den Verbindungsaufbau so einfach wie möglich zu machen braucht der Arzt nur das mobile Gerät an den NFC Chip des Messgeräts halten. Automatisch wird eine Verbindung zum Messgerät hergestellt. Nun kann der Arzt die Temperaturmessung entweder über das mobile Gerät oder über das Messgerät selbst starten. Ist die Messung beendet wird das Ergebnis an das mobile Gerät übertragen. Das Ergebnis wird dem Arzt dargestellt. Er kann nun einen Text zu der Messung schreiben und diese an den Server senden.

### 4.3.3 Web-Applikation

Für die Kommunikation zwischen dem mobile Gerät und dem Server wird ein RESTful Webservice verwendet. Die Schnittstellen Definition wird im Weiteren Verlauf verschieben:

#### Restful webservices:

**Beschreibung:** Schnittstellen Definition des RESTful Webservice für die Kommunikation zwischen Web-Server und Android.



**Einsatzzweck:** Verwaltung von Patientendaten.

**Kodierung:** Alle Rückgabewerte sind UTF-8 kodiert.

**Notation der Rückgabewerte:** Alle Rückgabewerte werden als JSON zurückgegeben. (v0.91)

**Anmerkung:** Zu Testzwecken gibt jede Methode zusätzlich noch den Parameter "response" mit zurück, dieser wird nach Abschluss der Entwicklung entfernt, um den Overhead zu minimieren.

### Login eines Benutzers

**Beschreibung:** Mit dieser Methode können Benutzer am Server identifiziert und angemeldet werden.

**Eigenschaften:**

Methode	POST
URL	<a href="http://titania.f4.htw-berlin.de/login/">http://titania.f4.htw-berlin.de/login/</a>

**Request:**

Parameter	Typ	Beschreibung
username	String	Der Benutzername des Benutzers, der am System angemeldet werden soll.
hash	String	Das mit Sha1 gehashte Passwort des Benutzers, der am System angemeldet werden soll

**Response:**

Parameter	Typ	Beschreibung
statuscode	Integer	Der Code, welcher den Erfolg oder den aufgetretenen Fehler eindeutig identifiziert.
statusmessage	String	Eine Beschreibung des zurückgegebenen

		Statuscodes.
response	Array	Enthält die userId des Benutzers

**Beispiel:**

Request		
Body	username	christian
	hash	Sha1(qwertz)
Response		
Body	statusCode	200
	statusmessage	Login successful.
	response:	<pre>{   "userId": "42" }</pre>

**Error codes:**

404	User not found.
403	User or password incorrect.

**Patientendaten abfragen**

Mit dieser Methode können die persönlichen Daten eines bestimmten Patienten ausgelesen werden. Der Patient muss zuvor über ein RFID Tag identifiziert werden.

**Eigenschaften:**

Methode	GET
URL	http://titania.f4.htw-berlin.de/patients/

**Request:**

Parameter	Typ	Beschreibung
rfid	String	Die RFID eines bestimmten Patienten.

**Response:**

Parameter	Typ	Beschreibung
statuscode	Integer	Der Code, welcher den Erfolg oder den aufgetretenen Fehler eindeutig identifiziert.
statusmessage	String	Eine Beschreibung des zurückgegebenen Statuscodes.
response	Array	Enthält die userId des Benutzers
userId	Integer	Die userId des Benutzers im System
firstname	String	Der Vorname des Patienten.
lastname	String	Der Nachname des Patienten.

**Beispiel:**

Request		
Body	rfid	rfid@1234

Response		
Body	statuscode	200
	statusmessage	Benutzer mit angegebener RFID wurde gefunden.
	response:	<pre>{   "userId": "42",   "firstname": "Christian",   "lastname": "Bunk" }</pre>

**Error codes:**

404	No patient with this RFID found.
-----	----------------------------------

**Messungen zu Patient auslesen**

Mit dieser Methode können alle Messungen einer bestimmten Messungsart über einen definierten Zeitraum zu einem Patienten ausgelesen werden.

**Eigenschaften:**

Methode	GET
URL	<a href="http://titania.f4.htw-berlin.de/measurements">http://titania.f4.htw-berlin.de/measurements</a>

**Request:**

Parameter	Typ	Beschreibung
limit	(optional) Integer	Die Anzahl der letzten Messungen die zurückgegeben werden soll.

type	String	Der eindeutige Identifier des Messungstyps. Valide Typen: temperature
patientId	Integer	Die Id des Patienten in der Datenbank.

**Response:**

Parameter	Typ	Beschreibung
statusCode	Integer	Der Code, welcher den Erfolg oder den aufgetretenen Fehler eindeutig identifiziert.
statusmessage	String	Eine Beschreibung des zurückgegebenen Statuscodes.
response	Array	Enthält die userId des Benutzers
userId	Integer	Die userId des Benutzers im System
firstname	String	Der Vorname des Patienten.
lastname	String	Der Nachname des Patienten.

**Beispiel:**

Request		
Body	limit	10
	type	temperature
	patientId	42
Response		

Body	statuscode	200
	statusmessage	Benutzer mit angegebener RFID wurde gefunden.
	response:	<pre>[{ "id":3,   "value":"36",   "date":{     "date":"2011-12-16 13:22:07",     "timezone_type":3,     "timezone":"Europe\//Berlin"   },   "unit":"\u00b0C",   "doctor":{     "id":1,     "name":"Benjamin Oertel"   },   "memo":"hello world"}]</pre>

**Error codes:**

404	Das Limit muss größer als 0 sein.
427	Invalid measurement type.
404	Patient not found.

**Neue Messung anlegen**

Mit dieser Methode kann eine neue Messung zu einem Patienten abgespeichert werden.

**Eigenschaften:**

Methode	POST
URL	http://titania.f4.htw-berlin.de/measurements

**Request:**

Parameter	Typ	Beschreibung
type	String	Der eindeutige Identifier des Messungstyps. Valide Typen: - temperature
value	Double	Der Wert der Messung.
note	String	Eine Notiz zur Messung
patientId	Integer	Die Id des Patienten in der Datenbank.
userId	Integer	Die Id des aktuellen Benutzers des mobilen Endgerätes.

**Response:**

Parameter	Typ	Beschreibung
statuscode	Integer	Der Code, welcher den Erfolg oder den aufgetretenen Fehler eindeutig identifiziert.
statusmessage	String	Eine Beschreibung des zurückgegebenen Statuscodes.
response	Array	Enthält die userId des Benutzers
measurementId	Integer	Die Id der neu angelegten Messung in der Datenbank.

**Beispiel:**

Request		
Body	type	temperature
	value	5
	note	Normale Körpertemperatur
	patientId	42
	userId	5
Response		
Body	statusCode	200
	statusmessage	Measurement was created successfully.
	response:	{ "measurementId": "8", }

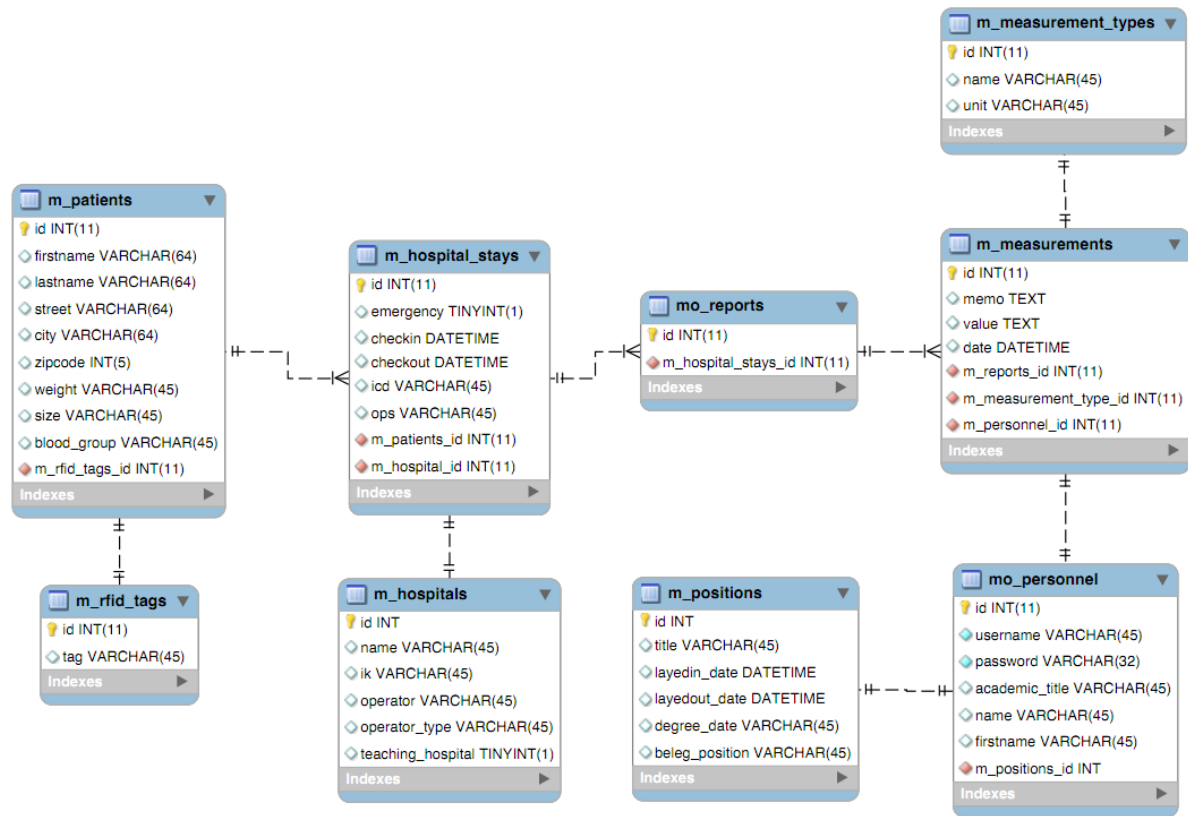
**Error codes:**

427	Invalid measurement type.
404	Patient not found.
428	Value is required.
429	User not found.



### 4.3.4 Datenmanagement

Für die Speicherung der Daten wurde folgendes Entity-Relationship-Modell konzipiert:



- Jeder Patient muss eine Versicherungskartennummer haben, wenn er ankommt wird ein neuer Aufenthalt angelegt und dem Patient wird ein RFID Tag zugeordnet.
- Jedem Aufenthalt sind das Krankenhaus sowie der Zeitraum des Aufenthalts zugeordnet.
- Bei jedem Aufenthalt können verschiedene Reports erstellt werden (die entsprechen z.B. einer Visite). Während der Visite kann der Arzt mehrere Messungen durchführen, z.B. Blutdruck messen, Körpertemperatur messen.
- Jede Messung ist ein Sensor, der ein RFID-Tag besitzt und einer Gruppe zugeordnet ist. Die Gruppen können z.B. Körpertemperatur oder Blutdruck sein. Das ist notwendig um später in der Auswertung z.B. alle Körpertemperaturmessungen auszugeben. Außerdem ist jeder Messung ein Doktor zugeordnet.

## 5 Evaluation

Christian Sandvoß

## 6 Geschäftsmodell

Umsatzgenerierung:

- Produkt (Software, Hardware) → Systemanbieter
- Dienstleistungen (Projektdienstleistungen)

- Training

In erster Linie wird durch den Verkauf der Software bzw. derer Lizenzen Umsatz generiert. Die App, welche benötigt wird um mit dem Server zu kommunizieren, wird über den jeweiligen Store der Mobilen Plattform vertrieben (App Store, Android Market, ...). Diese App soll kostenlos zur Verfügung gestellt werden.

Zum Betrieb der Software, ist neben der App für das Smartphone auch ein (Web-)Server nötig. Diese Webanwendung wird den Kunden kostenpflichtig angeboten. Der Preis der Webanwendung richtet sich dabei nach der Anzahl der Nutzer welche die Software nutzen sollen. Dabei wären zwei Lizenzmodelle möglich. Zum einen das Concurrent-User Lizenzmodell, sowie das Named-User-Lizenzmodell.

- Concurrent-User: Anzahl der Nutzer die gleichzeitig am Server angemeldet sind, werden gezählt
- Named-User: Gesamtzahl von registrierten Nutzern die Server benutzen wollen wird gezählt

#### Zielmarkt:

Der Zielmarkt dieser Anwendung ist das Gesundheitswesen, im Speziellen die Krankenhäusern. Der Workflow der Anwendung ist für die Nutzung in einem Krankenhaus angepasst (Aufnahme des Patienten -> Visite des Arztes -> Anschließende Auswertung von Messergebnissen). Eine Erweiterung auf die internationale Ebene ist nach der erfolgreichen Einführung in Deutschland vorgesehen.

#### Wettbewerber:

Ein Wettbewerber ist die Firma Lohmann & Birkner Health Care Consulting GmbH die das Produkt „Checkpad Med“ anbietet. Mit dieser Software können auf einem Mobilen Endgerät Patientendaten eingesehen werden. Die Daten werden auf einem Server bereitgestellt.

#### Alleinstellungsmerkmal:

- Identifizieren des Patienten via RFID, wodurch den Patient nicht erst vom Arzt in einer Patientendatenbank manuell gesucht werden muss
- Initialisieren von Messungen direkt über das Mobile Endgerät
- Einsehen der Messergebnisse (Mobil oder lokal am Rechner)

#### Partner:

Mögliche Partner wären Hardwarehersteller, die zur Software kompatible Geräte bereitstellen (Messgeräte). Dadurch könnte der Kunde sich, losgelöst von der Software, die Geräte kaufen die er benötigt. Darüber hinaus gehören die Dienstleistungsunternehmen zur Bereitstellung und Wartung von Server zu den wichtigsten Kooperationspartnern.

## 7. Ergebnisse und Ausblick

**Team**