

# **Regelbasierte mobile Unterstützung für integrierte Versorgung in Entwicklungsländern**

Pavel Alexandru-Tiberiu

4. Juni 2012



# Zusammenfassung Deutsch

Ein wesentliches Problem der medizinischen Versorgung in Entwicklungsländern ist die fehlende Verfügbarkeit bzw. die schlechte Ausbildung von medizinischem Fachpersonal, insbesondere in ländlichen Regionen. Hierdurch werden viele - oft einfache - Untersuchungen nicht durchgeführt, was zu einer signifikanten Verschlechterung der Versorgungsqualität führt.

Der Zugang zu einer besseren Ausbildung des Fachpersonals kann mit Hilfe von e-Health Lösungen unterstützt werden. e-Health Lösungen bieten einen verbesserten Zugang zu Gesundheitsinformationen, Forschungsarbeiten, Literatur und Schulungsunterlagen. Sie ermöglichen einen Austausch des Wissens zwischen dem Fachpersonal und bieten Antworten auf Krankheitsereignisse.

Ein Ansatz zur Unterstützung der Patientenversorgung ist mobile Health (mHealth). Der Unterschied zu e-Health ist, dass mHealth die schnurlose Übertragung der Daten unterstützt. Die entwickelte Lösung sollte auch in abgelegenen Gebieten, in denen keine oder wenig IT-Infrastruktur vorhanden ist, funktionieren. Eine Internet-PC-basierte Anwendung für das Personal vor Ort zu entwickeln war unmöglich umzusetzen ohne dass ein Computer vor Ort vorhanden ist. Weil die Mehrheit der Bevölkerung in Entwicklungsländern einfache Mobiltelefone besitzen (keine Smartphones) ist die Idee entstanden eine mHealth Lösung zu entwickeln. Mit mobile Health (mHealth) Anwendungen werden typischerweise die Versorgung eines Patienten durch die Kombination einer Applikation auf einem dezentralen (mobilen) Endgerät und einer zentralen Anwendung (ggf. unterstützt durch ein Service-Center mit medizinischem Fachpersonal) unterstützt.

In dieser Diplomarbeit wurde eine Anwendung entwickelt, um die oben genannte Patientenversorgung zu unterstützen. Die Anwendung unterstützt das unerfahrene (medizinische) Personal bei der Entscheidungsfindung. Der Gesundheitsarbeiter schickt per SMS zu einer oder mehrerer Untersuchungen die festgestellten Diagnosen bzw. Beschwerden und die Anwendung antwortet zurück was die Folgeschritte zur Diagnose bzw. Beschwerde sind, zurück. Durch SMS Mitteilungen kann die strukturierte Behandlung von spezifischen Fragestellungen die Patientenversorgung in Real-Time unterstützen. Die Anwendung besteht aus dem Regeleditor und dem Hauptprogramm.

Der Regeleditor wurde für Fachärzte entwickelt, damit medizinische Regeln leicht erstellt werden können. Fachärzte können Untersuchungen und Folgeaktionen für jede Untersuchung definieren. Die Folgeaktionen werden, abhängig vom Wert, der geschickt wurde, ausgelöst. Der Regeleditor hat die Möglichkeit Regeln zu laden. Dies ist vorteilhaft, wenn Regeln zwischen Fachärzten ausgetauscht werden. Jeder Facharzt kann Regeln und Folgeaktionen hinzufügen, löschen oder ändern, um die Regeln Gebietsspezifisch anzupassen. Die Regeln werden im XML Format gespeichert.

Das Hauptprogramm liest die XML Datei und speichert die Untersuchungen und Fol-

geaktionen in Hashtabellen. Das Speichern in Hashtabellen ist besonders vorteilhaft, weil der Zugang zu den Untersuchungen und Folgeaktionen sehr schnell geschieht. Nach diesem Schritt untersucht das Hauptprogramm in definierten Zeitabständen, ob eine neue SMS empfangen wurde. Eine neu empfangene SMS wird, mit Hilfe der SMSLib Bibliothek, in einer Datenbank gespeichert. Nachdem sie eingelesen wurde, wird sie vom Hauptprogramm verarbeitet. Für jede Untersuchung wird der Untersuchungswert mit den Regeln verglichen. Falls Schreibfehler vorhanden sind, werden diese mit Hilfe des Levenshtein Algorithmus verbessert. Wenn ein gesendeter Wert die Bedingung einer Regel erfüllt wird die Untersuchung, der Wert und die Folgeaktion dem Antwortstring hinzugefügt. Nachdem alle gesendeten Werte mit den Regeln verglichen wurden, wird der Antwortstring dem Sender zurückgeschickt. Im nächsten Schritt werden die Daten in der Datenbank gespeichert.

Alle Patienten, Antworten des Systems, Eingangsnachrichten, Sendezeiten und Telefonnummern sind im Hauptprogramm sichtbar. Der Facharzt kann nach Patientendaten wie Name und Geburtsdatum sowie in einem ausgewählten Zeitintervall filtern. Die Antworten des Systems werden in Tabellen dargestellt, wobei jedem Tupel, abhängig von der Schwierigkeitsklassifizierung, eine Farbe zugewiesen ist. Das ist für den Facharzt vorteilhaft, weil er dadurch zwischen gefährlichen und harmlosen Werten leicht unterscheiden kann. Falls der Facharzt unzufrieden mit der Antwort des Systems ist, kann er leicht im Programm eine SMS verfassen und dem Sender zusätzliche Informationen senden.

# Abstract English

A crucial problem in developing countries, especially in rural areas, is the lack of available medical supplies or the poor education of professional medical staff. Therefore, medical investigations which are normally easy to take, are not performed. This leads to a degradation of the quality of supply.

The access to a better education for medical professionals can be encouraged through e-Health solutions. e-Health solutions offer improved access to health information, research, literature and training materials. They offer better exchange of knowledge among medical professionals and responses to disease outbreaks.

One approach to support patient care is mobile Health (mHealth). Compared to e-Health, mHealth supports the wireless transmission of data. The developed solution should also work in remote areas where no or little IT infrastructure is available. An internet-pc-based application was unthinkable because few medical offices were equipped with computers. Because the majority of the population possesses mobile phones, the idea to develop an mHealth solution was brought up. Mobile Health (mHealth) applications support patient care through the combination of a decentralized (mobile) terminal and a centralized application (possibly supported through a Service-Center with medical professionals).

In this diploma thesis an application was developed to support the above mentioned patient care. The application supports the inexperienced (medical) staff in decision making. The staff sends the symptoms and diagnoses for one or more investigations via SMS and the application sends back what the follow-up steps (defined by medical professionals) are for the sent symptoms and diagnoses. The structured treatment of specific issues of patient care can be supported through SMS messages in Real-Time. The application consists of two parts: A rule editor and the main program.

The rule editor was developed for medical professionals to ease the creating of medical rules. Medical professionals can define examinations and state the action to be taken when a value is sent. The editor also has the option to load rules. This is advantageous when exchanging rules between medical professionals. Every medical professional can add, remove and change examinations and actions. This makes the rules suitable for a specific region. The rules are saved in the XML format.

The main program reads the XML file and saves the examinations and their actions in hashtables. Saving in hashtables is particularly advantageous because the access to the examination and its actions is very quick. After this step, the main program checks (in a defined period) if a new SMS has arrived. Newly entered SMS messages are saved in a database with the help of the SMSLib library. After a new SMS has arrived it is processed by the main program. The program checks the values for each examination and compares them with the values defined in the rule editor. If the sent message contains

## *Abstract English*

typos, algorithms like the Leveshtein algorithm correct the misspelled words. If a rule is applicable for the sent value, the action is added to the response. After all sent values are checked against the rules, the response string is send back. The next step saves the response and the input in the database.

All the patients, the responses, the input messages, send times and phone numbers are visible in the main program. The medical professional can filter by patient name, date of birth or time intervals (when the message was sent). The responses are illustrated in tables where each tuple with a certain action is displayed in a different color. This is advantageous because the medical professional can easily distinguish between dangerous and harmless values. The medical professional has the option to compose a message and send it back to the patient if he thinks additional information must be sent.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung Deutsch</b>	<b>i</b>
<b>Abstract English</b>	<b>iii</b>
<b>1 Einführung / Motivation</b>	<b>1</b>
1.1 Ziel der Arbeit . . . . .	2
1.2 Verwandte Arbeiten . . . . .	4
1.3 Überblick . . . . .	6
<b>2 E-Health / M-Health / Telemedizin in Entwicklungsländern</b>	<b>9</b>
2.1 E-Health / Telemedizin . . . . .	9
2.2 E-Health als Informationsquelle . . . . .	10
2.2.1 Vorteile von E-Health-Systemen . . . . .	14
2.2.2 Nachteile von E-Health-Systemen . . . . .	15
2.3 M-Health . . . . .	15
<b>3 Konzept und Entwurf</b>	<b>19</b>
3.1 Regeln erstellen . . . . .	19
3.2 Hashtabellen erstellen . . . . .	23
3.3 SMS-Mitteilung empfangen und bearbeiten . . . . .	25
3.3.1 SMS-Mitteilung in Tokens unterteilen . . . . .	26
3.3.2 Untersuchungen herausfiltern und SMS Hashtabelle erstellen . . . . .	26
3.3.3 Auf Schreibfehler untersuchen . . . . .	27
3.3.4 Patientendaten herausfiltern . . . . .	30
3.3.5 SMS-Mitteilung mit den Grenzwerten der Regeln verglichen . . . . .	31
3.3.6 Antwort erstellen und versenden . . . . .	34
3.4 SMS-Mitteilung visualisieren . . . . .	36
<b>4 Eingesetzte Technologien und Schnittstellen</b>	<b>37</b>
4.1 XML und JDOM . . . . .	37
4.2 MySQL und JDBC . . . . .	39
4.3 SMS und SMSLib . . . . .	40
<b>5 Benutzeroberfläche des Regeleditors und des Hauptprogramms</b>	<b>47</b>
5.1 Der Regeleditor . . . . .	47
5.2 Das Hauptprogramm . . . . .	51
5.2.1 SMS-Visualisierungs Panel . . . . .	51

## *Inhaltsverzeichnis*

5.2.2	Patients Panel . . . . .	54
5.2.3	SMS senden . . . . .	55
5.2.4	View SMS InputOutput Panel . . . . .	55
5.2.5	Error Log Panel . . . . .	56
<b>6</b>	<b>Ausblick und Zusammenfassung</b>	<b>59</b>
6.1	Ausblick . . . . .	59
6.2	Zusammenfassung . . . . .	60

# Tabellenverzeichnis

1.1	Verbesserungsmöglichkeiten für die oben erwähnten Probleme . . . . .	2
1.2	Verwandte Mobile-Health via SMS Projekte . . . . .	4
2.1	E-Health Bereiche (Beispiele)[Dze09] . . . . .	11
3.1	hashDim1 - definiert anhand der Regeln im Anhang . . . . .	23
3.2	hashDim2 - definiert anhand der Regeln im Anhang (Ein kleiner Teil) . . .	23
3.3	testhashDim2 - definiert anhand der Regeln im Anhang (kleiner Teil) . . .	24
3.4	Wie Zeichenketten getrennt werden . . . . .	26
3.5	Wie die MessageInputHash Hashtabelle aufgebaut wird; Skip = Token ist keine Untersuchung . . . . .	27
3.6	Entstandene MessageInputHash Hashtabelle . . . . .	27
3.7	Beispiele mit Tippfehler . . . . .	27
3.8	Beispiele mit Tippfehler und die Levenshtein-Distanz . . . . .	28
3.9	Levenshtein Definition Erklärung [Sch04] . . . . .	28
3.10	Wie die Patientendaten herausgefiltert werden . . . . .	30
3.11	Between-Interpretation . . . . .	32
3.12	ComplexRule-Interpretation . . . . .	32
3.13	Operatoreninterpretation . . . . .	33
3.14	Other-Interpretation . . . . .	33
3.15	SMS-Mitteilungen mit und ohne Untersuchungsangabe . . . . .	34
4.1	Beziehungen der Elemente aus Listing 4.1 . . . . .	39
4.2	Tabellen der SMSServer Datenbank . . . . .	39
4.3	Bibliotheken für SMSLib . . . . .	42
5.1	Operatoren und die Datentypen . . . . .	50
5.2	Tabelle im SMSVisualisierer nachdem ein Tupel ausgewählt wurde . . . . .	53
5.3	Farbkodierungen der Aktionen . . . . .	53



# Abbildungsverzeichnis

1.1	Technologische und Gesundheitliche Statistiken in Entwicklungsländer [Con09]	2
3.1	SMSRules, UML-Sequenzdiagramm	20
3.2	Grundidee hinter SMSRules	21
3.3	Dimension 1 - Wie Untersuchungen definiert werden	21
3.4	Dimension 2 - Wie Subuntersuchungen definiert werden	22
3.5	Dimension 3 - Wie Folgeaktionen definiert werden	22
3.6	Beispiel einer SMSNachricht	25
3.7	MySQL Tabelle SMSServer.in	25
3.8	Levenshtein Matrix fuer die Strings S1=Flektion und S2=Flexion. Die zwei Wege ergeben sich aus den beiden Möglichkeiten (Flexion Flektion) und (Flex-ion Flektion)	29
3.9	Die Werte aus der MessageInput Hashtabelle werden gegen die Werte (Regeln) aus der hashDim2 Hashtabelle verglichen	31
3.10	Antwort des Systems auf die SMS-Nachricht aus Abbildung 3.6	35
3.11	Hauptprogramm	36
4.1	Aufbau von SMSRules	38
4.2	XML Verarbeitung mit JDOM	41
4.3	JDOM im Build Pfad einbinden	41
4.4	Einbindung des JDBC-Treibers für MySQL in Eclipse	42
4.5	Mobiltelefon wird via USB Kabel mit dem Computer/Laptop verbunden	44
4.6	Build Pfad mit alle für SMSLib notwendigen Jar Dateien	45
5.1	Regeleditor, erste Dimension	48
5.2	Regeleditor, zweite Dimension	49
5.3	Regeleditor, dritte Dimension	49
5.4	Research Panel, Filter Möglichkeit	51
5.5	Research Panel, Patienten und Mitteilungs-Tabelle	52
5.6	Research Panel, Mitteilungen und Antworten des System aufteilt in Textflächen und einer Tabelle	52
5.7	Patientenpanel	54
5.8	SMS senden Panel	55
5.9	“View SMS InputOutput” Panel	56
5.10	Error Log Panel	56



# Listings

4.1	XML Beispiel aus der im Anhang definierten Regeln . . . . .	37
4.2	Senden einer Nachricht mit SMSLib . . . . .	43
4.3	Empfangen einer Nachricht mit SMSLib . . . . .	43
4.4	Empfangene Nachrichten in Datenbank speichern . . . . .	45
4.5	Konfiguration der SMSServer.conf Datei zum speichern der Daten in der Datenbank . . . . .	46
5.1	ComplexRule Sprache . . . . .	50
5.2	Beispiel einer Komplexen Regel . . . . .	50
1	Medizinische XML-Regeln für Neugeborene [Bau02] . . . . .	v
2	Datenbanken des SMSRules-Systems . . . . .	xi



# 1 Einführung / Motivation

Ein wesentliches Problem der medizinischen Versorgung in Entwicklungsländern ist oft :

1. die fehlende Basisversorgung
2. unzureichende Gesundheitsversorgung (wenige Kliniken und medizinisches Personal)
3. ungenügende Aufklärungen
4. fehlende Erfassung von Patientendaten, z.B. fehlende Geburtseinträge
5. Transport und Untersuchungen sind für viele Personen zu teuer [Web02] [HJD01] [UNI98]

Die Anzahl der Ärzte in Entwicklungsländern ist um ein vielfaches geringer wie in industrialisierten Länder. Im Sub-Sahara Gebiet arbeiten 956 Ärzte/100000 Einwohner, in Süd-Amerika 1810/10000 und in Europa 18288/100000 [Org08]. Somit gibt es 18 mal mehr Ärzte in Europa, als in einigen Gebieten in Afrika. In Entwicklungsländern kommen auf 1000 Personen 1,3 Betten, während in industrialisierten Ländern 7,2 Betten/1000 Personen existieren [ME06]. In Ländern wie Niger, Senegal, Haiti oder Indien ist der Index unter 1 [Ban10]. Die durchschnittliche Sterbensrate bei Kindern beträgt in Entwicklungsländern 79 pro 1000 Geburten. In der Sub-Sahara Region beträgt sie 160 und in industrialisierten Ländern 6 [Uni08]. Zusätzlich zur mangelhaften Ausstattung kommt, insbesondere in ländlichen Regionen, die schlechte Ausbildung der Ärzte. Hierdurch werden viele - oft einfache - Untersuchungen nicht durchgeführt, was zu einer signifikanten Verschlechterung der Versorgungsqualität führt.

Statistiken über die Entwicklungsländer zeigen (siehe Abbildung 1.1), dass jede zweite Person ein Mobiltelefon besitzt. Nur jede 17-te Person besitzt hingegen einen Computer. Folglich erreicht mobile Kommunikation die Bevölkerung in Entwicklungsländern schneller, als PC-Internet-basierte Anwendungen [Con09]. Ein Ansatz zur Unterstützung der Patientenversorgung ist mobile Health. Mit mobile Health (mHealth) Anwendungen werden typischerweise die Versorgung eines Patienten durch die Kombination einer Applikation auf einem dezentralen (mobilen) Endgerät und einer zentralen Anwendung (ggf. unterstützt durch ein Service-Center mit medizinischem Fachpersonal) unterstützt [CNH11, p. 88-90]. Typische mHealth-Ansätze setzen allerdings proprietäre oder technologisch hochentwickelte Endgeräte voraus und sind entsprechend für einen Einsatz in Entwicklungsländern nur wenig geeignet. Darüber hinaus handelt es sich oft um hochspezialisierte Lösungen, deren Einsatz die motivierten, aber oft schlecht ausgebildete Health Worker vor Ort überfordern dürfte.

## 1 Einführung / Motivation

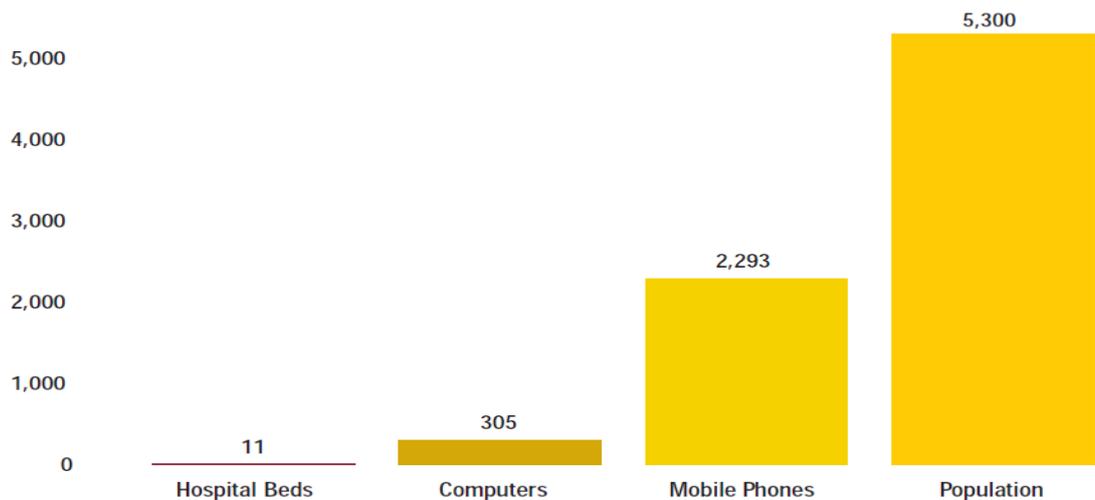


Abbildung 1.1: Technologische und Gesundheitliche Statistiken in Entwicklungsländer [Con09]

In dieser Diplomarbeit habe ich einen Ansatz entwickelt, der keine technologisch hochentwickelten Mobiltelefone voraussetzt, sondern auch mit einfachen Mobiltelefonen umsetzbar ist. Somit spricht es eine viel breitere Zielgruppe in Entwicklungsländer an. Die entwickelte Anwendung unterstützt das Personal vor Ort bei der Entscheidungsfindung. Die strukturierte Behandlung bzw. die Patientenversorgung kann durch spezifische Fragestellungen mittels SMS Mitteilungen in Real-Time unterstützt werden. Im nächsten Unterkapitel wird erklärt, was die Ziele der Arbeit sind und, wie man die oben erwähnten Probleme in Entwicklungsländern durch mobile Technologien verbessern kann. Im Unterkapitel 1.3 werden einige verwandte Projekte vorgestellt und es wird beschrieben, wie diese in Entwicklungsländern eingesetzt werden. Im letzten Unterkapitel wird ein Überblick über die Diplomarbeit gegeben.

### 1.1 Ziel der Arbeit

Im Rahmen der Diplomarbeit wurden verschiedene Ansätze entworfen, um den in der Einführung erwähnten Problemen entgegenzukommen. Diese werden in Tabelle 1.1 dargestellt.

Tabelle 1.1: Verbesserungsmöglichkeiten für die oben erwähnten Probleme

Problem	Verbesserung
---------	--------------

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ungenügende Aufklärung</li> <li>2. fehlende Basisversorgung</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbesserten Zugang zu Gesundheitsinformationen</li> <li>• Bildung</li> </ul>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. fehlende Erfassung von Patientendaten, z.B. fehlende Geburtseinträge</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remote Datenerfassung</li> </ul>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Transport und Untersuchungen sind für viele Personen, teuer</li> <li>2. unzureichende Gesundheitsversorgung (wenige Kliniken und medizinisches Personal)</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remote Monitoring</li> </ul>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Transport und Untersuchungen sind für viele Personen, teuer</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnostik und Behandlungssupport</li> </ul>

Das Ziel der Arbeit ist die Patientenversorgung in Entwicklungsländern durch mobile Technologien zu verbessern. Primäres Ziel ist dem Gesundheitsarbeiter vor Ort bei der Entscheidungsfindung in Real-Time zu unterstützen. Eine kostengünstige Möglichkeit Daten in Entwicklungsländern in Real-Time zu senden und zu empfangen sind SMS Mitteilungen. Der Gesundheitsarbeiter versendet eine SMS mit allen festgestellten Beschwerden oder Untersuchungswerten und empfängt sofort eine Antwort mit weiterführenden Massnahmen. Somit kann die Beantwortung spezifischer Fragestellungen die Patientenversorgung in Real-Time unterstützen. Wird eine SMS mit dem Inhalt: "Herzfrequenz 120" empfangen, so antwortet das SMS-System, ob der Untersuchungswert sich im Normbereich befindet. Zusätzlich werden vom Facharzt definierte Empfehlungen bzw. weiterführende Maßnahmen zu den Daten versendet (**Diagnostik und Behandlungssupport**). Nicht nur Gesundheitsarbeiter, sondern auch normale Verbraucher können SMS Mitteilungen mit Beschwerden, oder Informationen zu bestimmten Themen anfordern. Wird eine SMS-Mitteilung mit folgendem Inhalt versendet "AIDS Infektionswege" oder "AIDS Therapie" erhält der Absender eine Antwort mit den verfügbaren Informationen auf sein Mobiltelefon. Der Absender lernt dabei, wie er sich gegen bestimmte Krankheiten schützen kann oder er wird mit verschiedenen Therapie und Behandlungsmöglichkeiten für AIDS vertraut gemacht. Beim nächsten Arztbesuch ist er besser

informiert und kann im voraus schon seine Fragen vorbereiten. (**Bildung, Verbesserten Zugang zu Gesundheitsinformationen**)

Sekundäres Ziel ist die Erfassung der Daten in einer zentralen Datenbank (**Remote Datenerfassung**). Wenn der Gesundheitsarbeiter in der SMS-Mitteilung auch Name und Geburtsdatum des Patienten versendet, dann können die Daten Patientenorientiert gespeichert werden. Muss der Patient in ein Krankenhaus eingeliefert werden, weil seine Werte sich nicht im normalen Bereich befinden, kann der Arzt im Krankenhaus den gesamten Krankheitsverlauf des Patienten verfolgen und daraus bessere Maßnahmen zur Behandlung wählen.

Befindet sich ein Untersuchungswert nur leicht außerhalb der Norm, wird der Patient daran erinnert den Wert in einem definierten Zeitraum nochmal zu messen. Dadurch kann der Krankenhausaufenthalt möglicherweise verhindert werden. Bei Einhaltung der Prozedur kann man vom Monitoring des Patienten sprechen (**Remote Monitoring**).

## 1.2 Verwandte Arbeiten

Im Bereich Mobile-Health wurden sehr viele Projekte in Entwicklungsländern umgesetzt. Die United Nations Foundation und die Vodafone Foundation haben einen Artikel [Con09] verfasst, der 51 E-Health Projekte vorstellt. Elf Projekte sind mit, in der Diplomarbeit implementierten Anwendung verwandt. Tabelle 1.2 beinhaltet die elf verwandten Projekte, die Bereiche und die Länder, in denen die Projekte eingesetzt werden.

Tabelle 1.2: Verwandte Mobile-Health via SMS Projekte

Projekt	Bereich	Land
Text to Change	Bildung und Bewusstseinsbildung	Uganda
CHITS	Remote Datenerfassung	Philippinen
Cell-PREVEN	Remote Datenerfassung	Peru
The Dokoza Systeme	Remote Datenerfassung	Süd Afrika
IHISM	Remote Datenerfassung	Botswana
Mobile-Based PHMS	Remote Datenerfassung	Indien
The Cell-Life Project	Remote Monitoring	Südafrika
MediNet	Remote Monitoring	Trinidad und Tobago
SIMpill Solution for TB	Remote Monitoring	Südafrika
FrontlineSMS	Tracking von Krankheits- und Epidemieausbrüchen	Weltweit
M-DOK	Diagnostik- und Behandlungs-Support	Philippinen

Text to Change ist ein SMS-basiertes Bildungsprojekt und hat das Ziel die Bevölkerung über HIV/AIDS zu informieren. In Form eines Quizzes wurden Fragen an 15000

Mobiltelefone geschickt und die Empfänger wurden gebeten zu antworten. Wurde die Frage falsch beantwortet, haben die Empfänger eine SMS mit der richtigen Antwort bekommen. Empfänger haben nicht nur Fragen, sondern auch Informationen zu HIV/AIDS und zu Prüfstellen in der Umgebung bekommen. Das Projekt hat bewirkt, dass die Anzahl der Personen, die zu einer Prüfstelle gekommen sind, um 40% gestiegen ist.

CHITS ist ein Open-Source Projekt, das in den Philippinen entwickelt und mit Hilfe des United Nations Development Programme (UNDP) finanziert wurde. Ziel war ein integriertes Überwachungssystem für Erkrankungen zu entwickeln. CHITS ermöglicht die Erfassung und die Übertragung der Daten in ländlichen Gebieten. Der Gesundheitsarbeiter sendet SMS Mitteilungen um Verletzungen/Beschwerden zu melden und empfängt als Antwort eine SMS mit Informationen zur Gesundheitsüberwachung. CHITS bietet drei Schnittstellen - Desktop, Mobile, Web - um Patientendaten einzufügen, ändern, löschen oder visualisieren zu können.

Cell-PREVEN Cell-PREVEN ist ein Real-Time Datenerfassungs- und Antwort-System, das in drei Regionen in Peru getestet wurde. Gesundheitsarbeiter haben Patientendaten mit deren Handy geschickt, welche in einer zentralisierten Datenbank gespeichert wurden. Fachärzte konnten dann auf diese Daten zugreifen. Wurden bestimmte Symptome festgestellt hat das System sofort eine SMS oder E-Mail zurückgeschickt.

The Dakoza System ist auch ein mobiles Datenerfassungs-System. Die erfassten Daten werden an schon vorhandene Gesundheitsinformationssysteme geschickt. Sowohl Patienten als auch Ärzte können Daten an das Gesundheitsinformationssystem senden. Das SMS-basierte System sollte HIV/AIDS- und TB-Patienten besser verfolgen, um auf Probleme schnell reagieren zu können.

Integrated Healthcare Information Service Through Mobile Telephony (IHISM). Die Mobil-basierte Software besitzt eine Schnittstelle, die Gesundheitsarbeitern erlaubt Patientendaten zu manipulieren. Patienten können HIV/AIDS fragen per SMS senden und bekommen eine Antwort zurück.

Mobile-Based Primary Healthcare Management System (Mobile-Based PHMS) ist ähnlich wie andere vorgestellten Remote Datenerfassung Projekte aufgebaut. Es besitzt eine SMS-Schnittstelle für Patienten. Diese können Daten empfangen und senden. Für Gesundheitsarbeiter existiert eine Web-Schnittstelle.

The Cell-Life Project ist ein Projekt, das in Südafrika eingesetzt wurde. Gesundheitsarbeiter haben Patienten besucht und per SMS die Ergebnisse der häuslichen Untersuchung versendet. Fachärzte konnten diese Daten visualisieren und entsprechend Maßnahmen dem Gesundheitsarbeiter zurückschicken.

MediNet Healthcare Management System wurde für Patienten mit Diabetes und Herz-Kreislauf Problemen entwickelt. Patientenüberwachungsgeräte senden gemessene

## 1 Einführung / Motivation

Daten an den Server, wo die Daten interpretiert werden. Werden Probleme vom System entdeckt werden Gesundheitsarbeiter sofort alarmiert. Das System schlägt Arztvisiten oder Anrufe vor. Patienten können via SMS oder vorher aufgezeichnete Voicemails informiert werden.

SIMPill Solution for TB ist eine Erinnerungshilfe für Tuberkulose Patienten. Eine Tablettenflasche wird mit einer SIM und einem Sender ausgestattet. Wird die Flasche geöffnet bekommt der Gesundheitsarbeiter eine Nachricht. Wenn die Flasche in einem bestimmten Zeitraum nicht geöffnet wird bekommt der Patient eine Erinnerung-SMS. Wird die Flasche immer noch nicht geöffnet wird der Patient vom Gesundheitsarbeiter angerufen und von ihm persönlich nochmals daran erinnert. Eine in 2007 durchgeführte Studie zeigte, dass mit SIMpill 90% der Teilnehmer korrekt die Tabletten eingenommen haben. Ohne Simpill haben hinggen nur 60% der Teilnehmer die Tabletten eingenommen.

FrontlineSMS ist eine PC-basierte Software, die es erlaubt Gruppen-SMS zu empfangen und zu senden. Verbindet man ein Handy mit dem PC können alle SMS-Mitteilungen visualisiert und an einer bestimmten Gruppe gesendet werden. Es gibt mehrere Bereiche, in denen FrontlineSMS eingesetzt werden kann. Zum Beispiel Bildung und Bewusstseinsbildung, Remote Datenerfassung oder Tracking von Krankheits- und Epidemieausbrüchen. FrontlineSMS wurde bei vielen Gesundheits-Kampagnen Weltweit erfolgreich eingesetzt.

M-DOK : Mobile Telehealth and Information Resource System for Community Health Workers. Ziel des Projektes ist es eine Zusammenarbeit zwischen ländlichen Ärzte und Ärzten in der Stadt zu ermöglichen. Dabei schickt der Landarzt Patientendaten, wie festgestellte Diagnosen und Behandlungsinformationen, via SMS an Fachärzte aus der Städte und diese Antworten zurück.

### 1.3 Überblick

Das zweite Kapitel beschäftigt sich mit den Begriffen E-Health und M-Health. Zuerst wird der Begriff E-Health erklärt. Hier wird definiert, was E-Health Systeme sind und wie solche Systeme weiterhelfen können. Des Weiteren wird berichtet, wie E-Health einige Bereiche positiv beeinflussen kann. Zusätzlich werden Vorteile und Nachteile von E-Health Systeme aufgelistet. Als nächstes wird definiert was M-Health Systeme sind. Hier werden neben der Definition auch die Kategorien beschrieben, in denen M-Health Systeme erfolgreich eingesetzt werden.

Im dritten Kapitel wird der Entwurf des Systems beschrieben. Hier wird detailliert beschrieben, wie eine vom Verbraucher gesendete Nachricht bearbeitet wird. Zuerst wird beschrieben, wie die medizinischen Regeln mit Hilfe eines Regeleditors erstellt werden. Als nächstes wird erklärt, wie die Regeln im System eingelesen werden. Danach wird anhand eines Beispiels gezeigt, wie eine SMS Nachricht im System empfangen und eingelesen wird. Diese Nachricht wird mit den oben genannten Regeln verglichen und untersucht welche Regel zutrifft. Nachdem die komplette Nachricht analysiert wurde, wird

der Output des Systems gespeichert und dem Sender wird eine Antwort zurückgeschickt. Die nächsten Schritte beschreiben, wie die Daten gespeichert werden. Hier unterscheidet man zwischen patientenorientierte Speicherung und standard Speicherung. Im letzten Teil, werden die Visualisierungsmöglichkeiten vorgestellt.

Im vierten Kapitel werden die eingesetzten Bibliotheken, Schnittstellen, Datenbanken und Technologien erklärt. Hier wird beschrieben, wo und, wie diese im System eingesetzt werden. Zuerst wird XML und JDOM beschrieben. Die im Regeleditor definierten Regeln werden im XML Format gespeichert. JDOM wird verwendet, um die in XML gespeicherten Regeln auszulesen. Als nächstes wird MySQL und JDBC erklärt. MySQL wurde zur Erstellung von Datenbanktabellen verwendet und JDBC wird verwendet, um auf die mit MySQL erstellten Datenbanktabellen zugreifen zu können. Als letztes wird der Begriff SMS und SMSLib beschrieben. Hier wird erklärt, wie SMS, empfangen und versendet werden können mit Hilfe der SMSLib Bibliothek.

Im fünften Kapitel werden die Benutzeroberflächen des Systems beschrieben. Zuerst wird der Regeleditor beschrieben. Hier werden die drei Dimensionen zur Eingabe der Untersuchungen vorgestellt. Auch die Unterschiede zwischen normalen und komplexen Regeln werden verdeutlicht. Als nächstes wird das Hauptprogramm beschrieben. Hier werden die fünf Panels des Hauptprogramms erklärt. Das erste Panel ist eine Benutzeroberfläche, die speziell für Fachärzte entwickelt wurde, damit diese alle einkommenden Mitteilungen, sowie die Antworten des Systems visualisieren und analysieren können. Das zweite Panel enthält alle Patienten, die im System eingetragen sind, sowie die Handynummer unter welcher der Patient erreichbar ist. Drittes Panel bietet dem Facharzt die Möglichkeit SMS-Mitteilungen zu versenden. Die letzten zwei Panels sind primär als Debugging Panels gedacht. Das vierte Panel enthält, Mitteilungsdatum, -eingang, -ausgang. Das letzte Panel enthält alle Fehler die während der Bearbeitung aufgetreten sind.

Im letzten Kapitel werden einige Ansätze zur Erweiterung und Verbesserung des Systems vorgestellt. Desweiteren werden die Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst.



## 2 E-Health / M-Health / Telemedizin in Entwicklungsländern

Hinter diesen Begriffen verbirgt sich die gleiche Idee : “der integrierten Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) zur Gestaltung, Unterstützung und Vernetzung aller Prozesse und Teilnehmer im Gesundheitswesen“ [Fic10, p. 2]. Das Ziel ist es ein breiteres Publikum zu erreichen und deren tägliches Leben mit E-Health Lösungen zu verbessern. Dadurch versucht man vielen schweren Problem entgegenzukommen. E-Health kann dazu beitragen einige der Millennium-Entwicklungsziele der Vereinten Nationen zu erreichen. [Con09] Diese sind :

1. Sterbensrate von Kindern reduzieren (Ziel 3)
2. Verbesserung der Gesundheitsversorgung von Müttern (Ziel 4)
3. Bekämpfung von HIV/AIDS, Malaria und anderen übertragbaren Krankheiten (Ziel 5).

Millennium-Entwicklungsziel Nummer 8 [BP03] besagt : ”In Zusammenarbeit mit dem privaten Sektor dafür sorgen, dass die Vorteile neuer Technologien, insbesondere von Informations- und Kommunikationstechnologien, von Entwicklungsländern genutzt werden können.“ Viele Bereiche der Gesundheitsversorgung in Entwicklungsländern können mit Hilfe von E-Health Lösungen verbessert werden. Es gibt viele Unternehmen, die Anwendungen speziell für Entwicklungsländer entwickelt haben [DS04]. Einige dieser Anwendungen wurden im Kapitel “Verwandte Arbeiten” vorgestellt. Die nächsten Unterkapitel beschäftigen sich mit den Begriffen E-Health und M-Health. In den ersten drei Unterkapiteln wird der Begriff E-Health beschrieben. Es wird erläutert, was E-Health ist, wie E-Health-Systeme aufgebaut sind und wie diese funktionieren. Zusätzlich wird aufgelistet, welche Bereiche durch E-Health positiv beeinflusst werden. In Unterkapitel 2.2 und 2.3 werden Vorteile und Nachteile von E-Health Systemen erläutert. Das letzte Unterkapitel M-Health definiert den Begriff M-Health und beschreibt, welche Bereiche M-Health positiv beeinflussen kann.

### 2.1 E-Health / Telemedizin

Electronic-Health oder kürzer E-Health, manchmal auch als Telemedizin beschrieben, ist ein Begriff, der in den neunziger Jahren erschienen ist [Hei07, p. 5]. Es existiert keine einheitliche Definition, da die Umgebung des E-Health sich dynamisch verändert [PH09, p. 203]. Eine Definition die den Begriff E-Health sehr gut zusammenfasst ist : “Unter

E-Health verstehen wir den integrierten Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) zur Gestaltung, Unterstützung und Vernetzung aller Prozesse und Teilnehmer im Gesundheitswesen“ [Fic10, p. 2]. Das nächste Unterkapitel beschreibt, wie E-Health Systeme aufgebaut sind und wie diese wertvolle Informationen für den Endbenutzer erzeugen können.

## 2.2 E-Health als Informationsquelle

Mit Informationsquelle ist gemeint, dass zu einem bestimmten Input ein Output erzeugt wird. Inputs können von Menschen oder Maschinen geschickt werden. Menschliche Inputs können in drei Kategorien unterteilt werden:

1. Textuelle Inputs, z.B. Queries, dienen meistens als Anfragen zu einer Beschwerde, Krankheit, Behandlung oder Untersuchung.
2. Sprachliche Inputs, z.B. Telefon oder Videokonferenzen, wobei die Anfragen direkt einer Person oder Gruppe von Personen gestellt wird.
3. Bildliche Inputs, z.B. Videokonferenzen oder Bilder, die mit Spezialisten geführt werden oder an Spezialisten geschickt werden.

Die Übertragung der Daten kann entweder synchron oder asynchron geschehen. Beispiele für die synchrone Datenübertragung sind : Telefon-/Video-/Chatkonferenzen oder asynchrone Datenübertragung : E-Mail oder SMS.

Inputs von Maschinen sind vorwiegend textueller und bildlicher Natur. Diese werden von medizinischen Geräten an Spezialisten geschickt. Die Daten werden entweder via Internet oder via Telefon (z.B. SMS, MMS) geschickt. Diese medizinischen Geräte können einfache Daten wie Herzfrequenz, Pulswert, Atemfrequenz, Gewicht oder komplexere Daten wie die Bilder von einer Magnet-Resonanz-Tomographie oder Positronen-Emissions-Tomographie senden.

Der Output sollte versuchen die Inputfrage so gut wie möglich zu beantworten. Outputs geben verschiedene Antworten zurück und können wie folgt unterteilt werden.

1. Falls ein Untersuchungswert als Input geschickt wird sollte das E-Health System melden, ob ein Wert sich im normalen Bereich befindet. Wenn er sich nicht im normalen Bereich befindet, sollte der Output Informationen über weiterführende Maßnahmen enthalten, welche Behandlungsmöglichkeiten es gibt und welche Spezialisten sich in der Umgebung befinden. Gegebenenfalls, wenn der Wert von einem am Menschen live-gemessenen Wert lebensgefährlich ist, sollte ein Krankenwagen bestellt werden. (Teil von Home E-Health-Systemen)
2. Falls eine Krankheit, Behandlung, Untersuchung oder Beschwerde als Input geschickt wird sollten alle verfügbaren Informationen aufgelistet werden.
3. Bei bildlichen Inputs sollten die anormalen Stellen markiert werden und zurückgeschickt werden.

E-Health-Systeme versuchen also jedem, der eine medizinische Frage hat, diese so gut wie möglich zu beantworten und ihm schnell eine Antwort zu liefern. Für Patienten kann E-Health zudem eine “zweite Meinung” zu einer Frage sein. Stimmt die Antwort des Arztes mit den Ergebnissen des E-Health Systems überein, hat der Patient mehr Vertrauen in die Antwort. Wenn nicht, kann der Patient den Arzt über die Antwort des System befragen. Dies gibt dem Patient mehr Zuversicht alles für ihn wissenswerte erfragt zu haben. Für Ärzte bieten E-Health-Systeme vor allem Schnelligkeit. Werte, die außerhalb der Norm liegen, sowie anormale Stellen auf einem Bild werden deutlich angezeigt. Ärzte müssen nicht mehr lange suchen, sondern können sofort weiterführende Maßnahmen beschließen [May04]. Tabelle 2.1 beschreibt, wie E-Health einige Gebiete positiv beeinflussen kann :

Tabelle 2.1: E-Health Bereiche (Beispiele)[Dze09]

Bereich	Beispiele
Zugang zur Information und Wissen	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verbesserten Zugang zu Gesundheitsinformationen, Forschungsarbeiten, Literatur und Schulungsunterlagen, wie z.B. der Zugang zu biomedizinischen und sozialwissenschaftlichen Forschungsarbeiten. Dies unterstützt die Gesundheitsforschung und ermöglicht ein umfassendes, evidenzbasiertes management von akuten und chronischen Konditionen</li> <li>2. Verbesserten Zugang zu Ressourcen zur Vorbeugung, Bewusstsein und Bildung, sowohl für die Öffentlichkeit als auch für Fachleute im Gesundheitswesen, für Gesundheitsforscher und Entscheidungsträger</li> </ol>

<p>Networking und Zusammenarbeit</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zusammenarbeit für das Management und Koordination der Versorgung über mehrere Gesundheitsdienstleister, gemeinschaftliche Gesundheitsdienste und Gesundheitsinstitutionen</li> <li>2. Besseren Austausch des Wissens zwischen Gesundheitsdienstleister, Fachmänner und der Interessenvertretung</li> <li>3. Schnelle und koordinierte Antwort auf Disaster- und Krankheitsereignisse</li> </ol>
<p>Informationen für Regeln und Aktionen : Messung des Fortschritts, Tracking-Qualität und Trendanalyse</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. IKT für die Sammlung, das Organisieren und die Verbreitung von öffentlichen Gesundheitsevidenzen und Informationen für die Vertretung, Anwendung und das Regelwerk.</li> <li>2. Verbesserte Fähigkeiten zur Beschreibung, Modellierung, Analyse und Überwachung von Trends des Gesundheitsstatus, -einkommens, -beschäftigung und -Service-Abdeckung und die Disaggregation auf Geschlecht</li> <li>3. Support für die Forschung über Regel-Effektivität</li> </ol>

<p>Gesundheitsbildung und -training</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Direkter Support zur Bildung und Training für Fachmänner und Facharbeiter, einschließlich der Pre-Service Bildung und In-Service Training</li> <li>2. Verbesserte Effizienz und Effektivität der Bildungslieferung durch strategische Anwendungen von IKT und IKT-freigebene Kompetenzentwicklung</li> <li>3. Verbesserte Verfügbarkeit der qualitativen Bildungsressourcen durch IKT</li> <li>4. Erreichen der speziellen Bevölkerung (Mädchen und Frauen) durch geeignete Technologien</li> <li>5. Verbesserte Lieferung von Grund- und in-Servicebildung</li> </ol>
<p>Rechenschaftspflicht gegenüber der Öffentlichkeit durch stärkeren Informationsfluss</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Größere Transparenz, Verantwortlichkeit, Erreichbarkeit in die Lieferung der öffentlichen Dienste</li> <li>2. Verbesserte Durchsetzung der Vorschriften und performante Überwachung der öffentlichen Dienste</li> </ol>

<p>Erbringung von Gesundheitsdienstleistungen</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vermeidung von Krankheiten, Gesundheitsbildung und -promotion, und Support für Diagnose und Behandlung</li> <li>2. Einrichtung von Gesundheitsregistern und Gesundheitsinformationssysteme</li> <li>3. Erweiterung der Pflege zu ländlichen und abgelegenen Gebieten durch telemedizinische Anwendungen. Verbesserung des Zugangs des ländlichen Gesundheitspersonals durch fachliche Unterstützung und Beratung</li> </ol>
---	---

### 2.2.1 Vorteile von E-Health-Systemen

E-Health Systeme bieten viele Vorteile [MUDDKPP05, p. 5] [Pot06] [May04], die den Verbraucher unterstützen die gewünschte Information zu bekommen. Diese sind unter anderen:

1. **Geschwindigkeit**  
Innerhalb von wenigen Sekunden liefert das System alle Informationen, die zu dem Input vorhanden sind.
2. **Anonymität**  
Viele Verbraucher wollen zu bestimmten Themen Fragen stellen und dabei Anonym bleiben. Viele Systeme bieten die Möglichkeit einen Benutzernamen auszuwählen und seinen echten Namen nicht zu verraten. Dem Verbraucher fällt es dann leichter seine Fragen zu stellen.
3. **Ortsunabhängigkeit**  
E-Health-Systeme können Antworten an jedem Ort, an dem ein Internetzugang oder ein Mobilfunknetz vorhanden ist, liefern. Die Arztpraxis oder das Krankenhaus muss sich nicht in der Nähe des Patienten befinden.
4. **Zeitunabhängigkeit**  
Ärzte kann man nur in ihren Sprechzeiten und zu vereinbarten Terminen erreichen. E-Health-Systeme bieten die Möglichkeit die gewünschte Information zu jeder Uhrzeit abzurufen.
5. **Wahl der Ausführlichkeit**  
Jeder Verbraucher kann die Informationsdichte und Informationsmenge, die er erhalten möchte, selber auswählen.

### 6. Transparenz für Patienten

Patienten bekommen mehr Informationen zu deren Fragen und können diese leichter mit ihrem Arzt besprechen.

### 2.2.2 Nachteile von E-Health-Systemen

Auch wenn E-Health-Systeme viele Vorteile bieten, sollte man die Nachteile / Risiken [Rod08] [May04] solcher Systeme besprechen. Dazu gehören:

#### 1. Datenschutz

Elektronische Systeme weisen häufig Sicherheitslücken auf. Dadurch könnte die Anonymität gefährdet werden.

#### 2. Informationsüberschuss

Manche Seiten enthalten so viele Informationen zu bestimmten Themen, dass man in die Gefahr kommt den Leser zu verlieren.

#### 3. Veraltete Information

Behandlungen, Behandlungsmöglichkeiten, Normbereiche, etc. ändern sich mit der Zeit. Wenn sich die Informationen im System nicht mitändern, erhalten Verbraucher veraltete Informationen.

#### 4. Fehlerhafte Information

Ruft man E-Health-Systeme auf, in denen Antworten nicht von Spezialisten verfasst wurden, wie z.B. öffentliche Foren, kann die Information fehlerhaft sein.

#### 5. Verführung

Die falsche Interpretation der Informationen kann oft zu Missverständnissen führen. Der Patient kann in Versuchung geraten Autodiagnose und Autotherapie anhand der selber recherchierten Informationen zu erstellen, ohne vorher mit dem Arzt über seine Probleme zu sprechen. Dies kann zu Komplikationen führen und der Patient muss mit einer zusätzlicher Behandlung rechnen.

#### 6. Anspruchsvoll

Für Nutzer mit wenig IT Erfahrung kann die Bedienung eines solchen Systems schwierig sein.

#### 7. Vertrauen

Ein Risiko ist, dass Ärzte dem System so stark vertrauen, dass die Möglichkeit der falschen Antwort eines solchen Systems nicht wahrgenommen wird.

## 2.3 M-Health

Mobile-Health [Con09] ist ein Teilgebiet von E-Health. Im Unterschied zu E-Health benutzt M-Health überwiegend die schnurlose Übertragung der Daten via Bluetooth, GSM/GPRS/4G, Infrarot, WiFi, etc. mit Hilfe von mobilen Endgeräten wie Handys,

Smartphones, PDAs, TabletPCs oder Laptops. M-Health ist eine Brücke zwischen Arzt und Patient, die zeitliche und räumliche Distanzen überwindet.

M-Health Lösungen erreichen ein viel breiteres Publikum in Entwicklungsländern, da mehr Personen ein Handy anstatt einem Computer besitzen. Gesundheitsarbeiter oder sogar der Endverbraucher können z.B. SMS Mitteilungen mit Beschwerden oder Informationen zu bestimmten Untersuchungen/Diagnosen schicken und bekommen eine Antwort zurück. Dies ermöglicht mehr Transparenz für Patienten in das Gesundheitswesen und hilft ihnen die nächsten Schritte besser und schneller vorzubereiten. M-Health Lösungen helfen nicht nur Informationen auf verlangen zu bekommen, sondern können auch als Erinnerungshilfe für z.B. Medikamenteneinnahme benutzt werden. In Südafrika werden Patienten mit Tuberkulose oder HIV/AIDS täglich daran erinnert ihre Medikamente einzunehmen. Zusätzlich können die Patientendaten in einer zentralen Datenbank gespeichert werden, was einem ermöglicht später erneut darauf zuzugreifen. Kommt der Patient ins Krankenhaus muss er nicht seine komplette Krankengeschichte erzählen, weil der Arzt auf seine Beschwerden, die per SMS geschickt wurden, zugreifen kann. M-Health Applikationen in Entwicklungsländern können unter anderem in folgende Kategorien unterteilt werden :

1. Bildung und Bewusstseinsbildung

In Entwicklungsländern gelangt man in vielen ländlichen Regionen schwer an medizinische Informationen. Der Grund dafür ist, dass Krankenhäuser sehr weit entfernt sind, der Transport für viele zu teuer ist, die Anzahl der Ärzte zu gering ist und viele keinen Internetanschluss haben. Einige Projekte haben versucht die Gesellschaft durch SMS Quizze in Themen wie Tuberkulose oder HIV/AIDS auszubilden. Dabei mussten die Teilnehmer Fragen zu TB, HIV/AIDS beantworten oder angeben welche Testzentren am nächsten zu deren Standort liegen. Auf eine falsche Antwort wurde die richtige Antwort, oder Informationen wie und wo kostenlos ein Test durchgeführt werden kann geschickt.

2. Remote Datenerfassung

Weil viele Personen wegen der oben besprochenen Gründe nicht immer einen Arzt aufsuchen können, müssen Patienten immer, wenn sie einen neuen Arzt aufsuchen deren Krankengeschichte erzählen. Dies führt zu Zeitverlust und oft werden Informationen, die für eine Diagnose wichtig sind, nicht erzählt oder vergessen. M-Health Lösungen bieten meistens eine zentrale Datenbank. Alle Informationen die per SMS geschickt werden, werden gespeichert und können immer angesehen werden. Dies führt zu einem besseren Verständnis für den Arzt und bessere Maßnahmen können eingeleitet werden.

3. Remote Monitoring

Weil viele Personen wegen der oben besprochenen Gründe nicht immer einen Arzt aufsuchen können, müssen Möglichkeiten gefunden werden um chronisch kranke Patienten zu überwachen. Mobile-Health ist ein Ansatz, der diesem Problem entgegenwirkt. Patienten können gemessene Werte wie Gewicht oder Blutdruck per SMS schicken. Die Antwort besagt, ob die Werte sich im normalen Bereich befinden.

den und wenn nicht werden weiterführende Maßnahmen geschickt. In Südafrika haben Tuberkulose Patienten Handys bekommen, damit ein Gesundheitsarbeiter sie täglich an die Einnahme der Medikamente erinnert. Dies führte dazu, dass 90% der Teilnehmer die Medikamente einnahmen.

#### 4. Kommunikation und Ausbildung des Gesundheitspersonals

Entwicklungsländer leiden an fehlendem Gesundheitspersonal, weil viele Ärzte und Schwestern wegen besserer Löhne in industrialisierten Ländern arbeiten gehen. Ärzte in ländlichen Regionen sind schlecht ausgebildet und die Kommunikation zwischen Ärzten in ländlichen Regionen und in Städten leidet. Ärzte in ländlichen Regionen kommen schwerer an neue Informationen heran. M-Health kann eine Lösung bieten um die Kommunikation zwischen Ärzten zu unterstützen und Ärzte können mit deren Handy oder PDA auf die gewünschte Information zugreifen.

#### 5. Tracking von Krankheits- und Epidemieausbruch

Werden Nachrichten mit einer bestimmten Krankheit von einer bestimmten Region ausgeschickt können einige M-Health Lösungen dies erkennen und das Gesundheitshaus in der jeweiligen Region alarmieren. Projekte, die dieses Prinzip verfolgen wurden in Ländern wie Peru, Ruanda und Indien eingesetzt. In der Andhra Pradesh Region in Indien wurde Enzephalitis mit Hilfe von Mobiltelefonen und Web-basierten Technologien ausfindig gemacht.

#### 6. Diagnostik und Behandlungs- Support

Ärzte oder sogar der Patient können Beschwerden per SMS senden und empfangen eine Diagnostik oder einen Behandlungsvorschlag. Andere Anwendungen verlangen, dass Beschwerden Schritt für Schritt eingegeben werden und daraus wird ein Diagnostik erstellt. Für Personen, die ein Krankenhaus wegen ferne oder zu hoher Kosten nicht erreichen können, ist es durch M-Health Lösungen möglich eine erste Versorgung zu bekommen, bis sie ins Krankenhaus gelangen können. Eine M-Health Lösung, die als nächsten Schritt für diesen Bereich implementiert werden kann, ist das E-Rezept.



## 3 Konzept und Entwurf

Das primäre Ziel beim Entwurf der Arbeit war eine Lösung zu entwickeln, die das unerfahrene (medizinische) Personal bei der Entscheidungsfindung im Real-Time unterstützt. Das sekundäre Ziel war die Daten patientenorientiert in einer zentralen Datenbank speichern zu können.

Die Herausforderung der Arbeit war eine Lösung zu entwickeln, die auch in abgelegenen Gebieten, in denen keine oder wenig IT-Infrastruktur vorhanden ist funktioniert. Die Umsetzung einer Internet-PC basierten Anwendung für das Personal vor Ort scheiterte an die fehlende Computer Ausstattung in solche Gebiete. Weil die Mehrheit der Bevölkerung in Entwicklungsländern einfache Mobiltelefone besitzen ist die Idee entstanden eine M-Health Lösung zu entwickeln.

Die Technologie sollte den Nachrichtenaustausch durch einfache Mobiltelefone (keine Smartphones) erlauben. Durch SMS Mitteilungen kann die strukturierte Behandlung von spezifischen Fragestellungen die Patientenversorgung in Real-Time unterstützen. Der Gesundheitsarbeiter vor Ort sollte die Möglichkeit haben die Patientendaten per SMS zu versenden und eine Antwort mit weiterführenden Maßnahmen zurückbekommen.

Die entstandene Lösung hat den Namen SMSRules bekommen. Der Name beschreibt die Nachrichtübermittlungsmöglichkeit und wie die medizinischen Flows bearbeitet/-gespeichert werden. SMSRules wurde in Java, mit Hilfe der Entwicklungsumgebung Eclipse implementiert. Das Programm verwendet Open-Source Bibliotheken wie SMS-Lib, JDOM und JDBC. Die eingesetzten Technologien werden im nächsten Kapitel detailliert beschrieben. Das in Abbildung 3.1 dargestellte UML-Sequenzdiagramm enthält alle Schritte des SMSRules System, von der Erstellung der Regeln bis zur Visualisierung der erzeugten Daten. Die nächsten Abschnitte beschreiben Konzept und Entwurf der Arbeit. Der Gesundheitsarbeiter sollte die Möglichkeit haben per SMS (siehe Abbildung 3.2) medizinische Daten an das Programm zu versenden und eine SMS mit einer Antwort zu bekommen. SMS Nachrichten werden vor e-Mail Nachrichten bevorzugt, da in Entwicklungsländern jeder zweite ein Mobiltelefon, jedoch nur jeder 17. einen Computer besitzt.

### 3.1 Regeln erstellen

Die Idee hinter dem Programm ist sehr einfach. Ein Facharzt definiert mit Hilfe eines Regeleditors, medizinische Regeln, die in einer Datei gespeichert werden. Für die Lösung war wichtig, dass die Regeln generisch sind. Das bedeutet, dass sie System-/Lösungsunabhängig sind. Wenn eine Untersuchung oder ein Normwert sich geändert hat, kann die erzeugte Datei geladen werden und die Daten können geändert werden, ohne, dass man Änderungen im Quellcode durchführen muss. Die Regeln werden im

### 3 Konzept und Entwurf

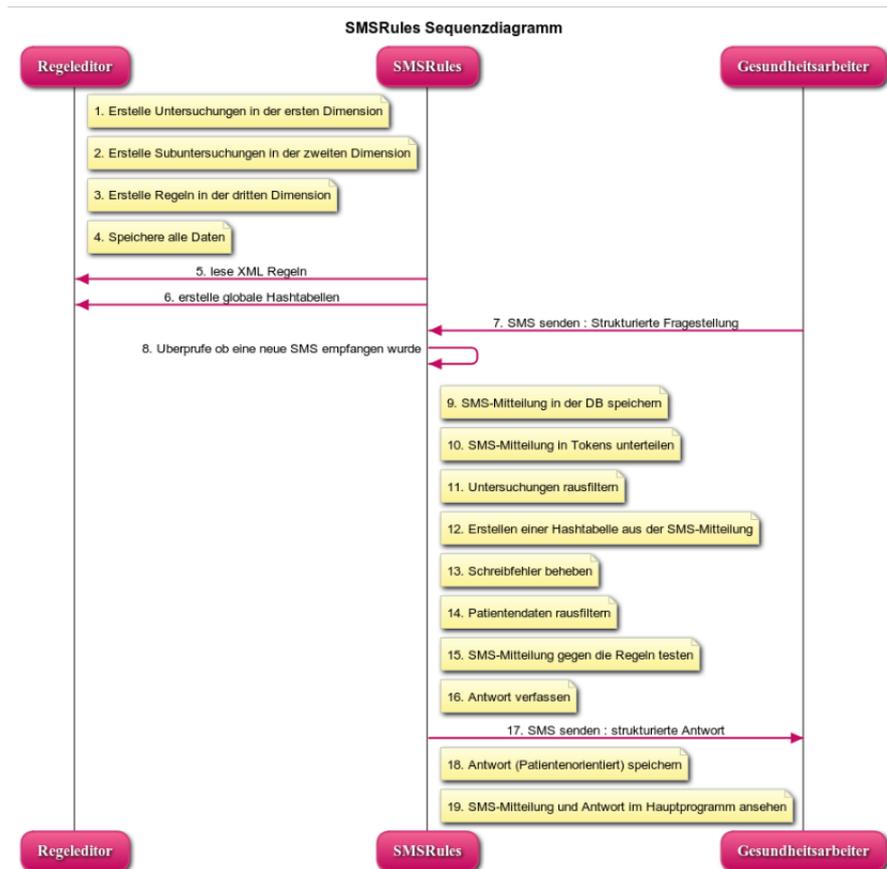


Abbildung 3.1: SMSRules, UML-Sequenzdiagramm

XML Format gespeichert, weil XML leicht geparkt werden kann und viele XML-Parser existieren. Zum Parsen der XML Datei wurde die Open-Source Bibliothek JDOM verwendet. Der Regeleditor besitzt drei Dimensionen.

In der ersten Dimension (Abbildung 3.1, Schritt 1) werden die Untersuchungen gespeichert. Als Beispiel bei Neugeborenen wären das die Untersuchungen U1-U9. Abbildung 3.3 zeigt, ein Beispiel mit den definierten Untersuchungen bei Neugeborenen.

Die zweite Dimension (Abbildung 3.1, Schritt 2) enthält die Subuntersuchungen der jeweiligen Untersuchung definiert in der ersten Dimension. U1 enthält Subuntersuchungen wie Apgar, Temperatur, Herzfrequenz, Hautkolorit, etc. Abbildung 3.4 zeigt wie Subuntersuchungen im Programm definiert werden.

In der dritten Dimension (Abbildung 3.1, Schritt 3) werden die Regeln gespeichert. Hier kann ein Facharzt definieren, was die Folgeschritte sind, wenn eine bestimmte Beschwerde geschickt wird oder sich ein Wert (nicht) im normalen Bereich befindet. Abbildung 3.5 zeigt, wie die Temperatur Regeln in der dritten Dimension definiert werden. Der Facharzt hat hier die Möglichkeit anzugeben, was zurückgeschickt werden soll, wenn ein bestimmter Untersuchungswert oder eine bestimmte Beschwerde geschickt wird. Für

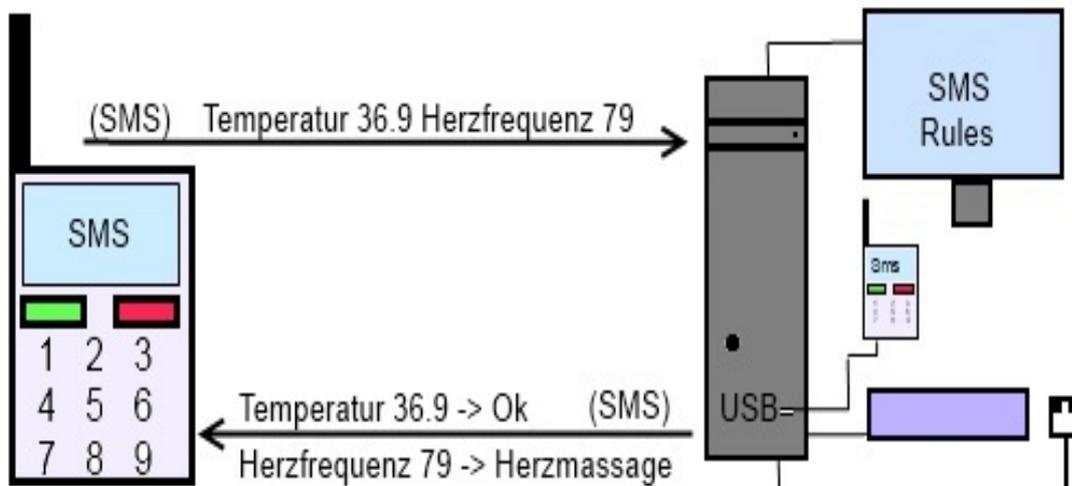


Abbildung 3.2: Grundidee hinter SMSRules

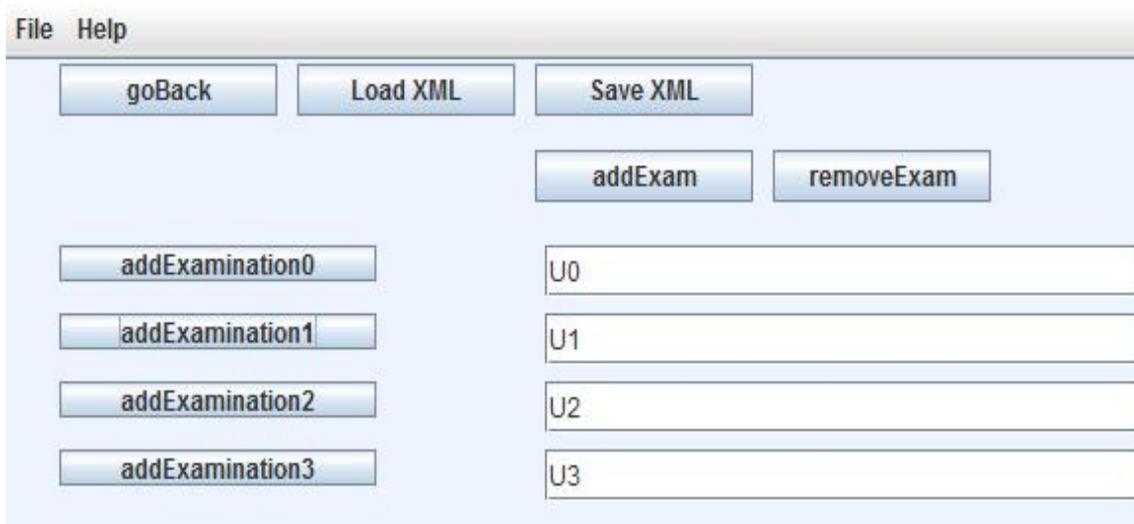


Abbildung 3.3: Dimension 1 - Wie Untersuchungen definiert werden

jede Regel kann der Arzt definieren, ob der definierte Wert schlecht oder gut ist oder nochmal gemessen werden sollte. Dafür hat er drei Möglichkeiten :

1. Ok
2. Bad
3. Recheck + Recheck-Time

Der Sender der Nachricht gewinnt dadurch wertvolle Informationen, die ihm helfen seine

### 3 Konzept und Entwurf

The interface shows a set of controls for defining sub-examinations. On the left, there is a vertical stack of buttons labeled 'addExamination10' through 'addExamination16'. At the top, there are three buttons: 'goBack', 'addExam1', and 'removeExam'. To the right of the 'addExamination' buttons are seven input fields containing the following text: 'Apgar', 'Temperatur', 'Temperatur1', 'Atmung', 'Herzfrequenz', 'Tonus', and 'Hautkolorit'.

Abbildung 3.4: Dimension 2 - Wie Subuntersuchungen definiert werden

The interface displays two rule configurations for temperature monitoring. The first rule has the condition 'If Temperatur Between 36 37' and the action 'Normal temperature' with an 'Ok' button. The second rule has the condition 'If Temperatur Between 37.01 37.5' and the action 'Low-grade temperature. This is not regarded as a fever, but may be caused by your baby being overheated, overdressed, having too many (or heavy) bedclothes on, being over-wrapped, or being in a hot car, particularly in warm weather.' with a 'Recheck' button and an 'After' interval of '1 Hour'.

Abbildung 3.5: Dimension 3 - Wie Folgeaktionen definiert werden

Folgeaktionen besser zu planen. Ist z.B. der Wert als schlecht klassifiziert sollte der Sender bzw. Patient, Kontakt mit einem Arzt aufnehmen. Nachdem die Regeln einmal definiert wurden, werden diese in einer XML Datei gespeichert (Abbildung 3.1, Schritt 4).

## 3.2 Hashtabellen erstellen

Das Hauptprogramm liest die erzeugte XML Datei (Abbildung 3.1 Schritt 5) und speichert die Daten in drei globale Hashtabellen (Abbildung 3.1, Schritt 6). Dies ermöglicht einen sehr schnellen Zugriff auf die gewünschten Daten. Insgesamt existieren drei globale Hashtabellen :

### 1. hashDim1

Die Schlüssel sind die Untersuchungen in der ersten Dimension und die Werte sind die dazugehörigen Subuntersuchungen, welche in der zweiten Dimension definiert wurden. Da zu einer Untersuchung mehrere Subuntersuchungen definiert werden können werden die Werte als ArrayList gespeichert. Tabelle 3.1 zeigt, wie die hashDim1 anhand der im Anhang definierten Regeln erstellt wird.

Tabelle 3.1: hashDim1 - definiert anhand der Regeln im Anhang

Schlüssel	Wert
U0	Erstversorgung, Herzmassage, Hausgeburt
U1	Apgar, Temperatur, Atmung, Herzfrequenz, Tonus, Hautkolorit
U2	Tonus, Reflexe, SomatischerStatus, Nase, Auge, Sehscharfe, Atemfrequenz, Atempause, Herzfrequenz, Schadel
U3	Auge, Nase, Ohr, Haut, Herzkreislauf, Abdomen, Bewegungsapparat, Genitale

### 2. hashDim2

Die Schlüssel sind in der zweiten Dimension definierten Subuntersuchungen und ein Rekord/Klasse mit allen Daten, die in der dritten Dimension angegeben wurden. Der Schlüssel besteht aus der Subuntersuchung, dem Zeichen # und der Untersuchung. Der Grund dafür ist, dass Subuntersuchungen mit den gleichen Namen existieren. Deswegen muss spezifiziert werden, welche Subuntersuchung genau gemeint ist. Die Werte sind die Daten in der dritten Dimension und enthalten Indikationen des Facharztes zu einer bestimmten Beschwerde/Untersuchung/Diagnose. Tabelle 3.2 gibt ein Ausschnitt der hashDim2 (Aufgebaut aus den im Anhang definierten Regeln) wieder.

Tabelle 3.2: hashDim2 - definiert anhand der Regeln im Anhang (Ein kleiner Teil)

Schlüssel	Wert
-----------	------

### 3 Konzept und Entwurf

Apgar#U1	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) operator= EqualGreaterThan value= 9 action= Ok time= "" period= "" todo= Ok</li> <li>b) operator= Between value= 5;8 action= Recheck time=Hour period= 1 todo = Benotigt vielleicht Sauerstoff</li> <li>c) operator= LessThan value= 5 action= Bad time= "" period= "" todo = Lebensgefährlich - Arzt informieren - Sauerstoff - Wärmelampe</li> </ul>
Haut#U3	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) operator= Equal value= Neugeborenenexanthem action=Bad time= "" period= "" todo= Bahandlung expektativ</li> <li>b) operator=Equal value= Milchschorf action= Bad time= "" period= „“ todo = Behandlung mit Salicylvaseline</li> </ul>

#### 3. testhashDim2

Enthält als Schlüssel alle Subuntersuchungen, die in der zweiten Dimension definiert wurden und als Wert, die Untersuchungen die als Subuntersuchung die jeweilige Subuntersuchung enthalten. Die testhashDim2 wurde erstellt, um den Fall, dass die Untersuchung nicht in der Mitteilung angegeben wird, abzudecken. Der Wert besteht aus den Untersuchungen die die jeweilige Subuntersuchung enthalten. So ist z.B. die Subuntersuchung Tonus sowohl in der U1 als auch in der U2 Untersuchung definiert. Die testhashDim2 Hashtabelle wird auch benutzt, um festzustellen, ob ein Token innerhalb einer Mitteilung eine Subuntersuchung ist. Tabelle 3.3 enthält einen Ausschnitt von der testhashDim2 (Aufgebaut aus den im Anhang definierten Regeln) wieder.

Tabelle 3.3: testhashDim2 - definiert anhand der Regeln im Anhang (kleiner Teil)

Schluessel	Wert
Erstversorgung	U0
Herzmassage	U0
Apgar	U1
Tonus	U1, U2
Atemfrequenz	U2
Auge	U2, U3
Ohr	U3
...	etc

### 3.3 SMS-Mitteilung empfangen und bearbeiten

Wird eine SMS (siehe Abbildung 3.6) an das am Hauptprogramm angeschlossene Mobiltelefon versendet (Abbildung 3.1 Schritt 7) wird die Nachricht zunächst in einer MyS-

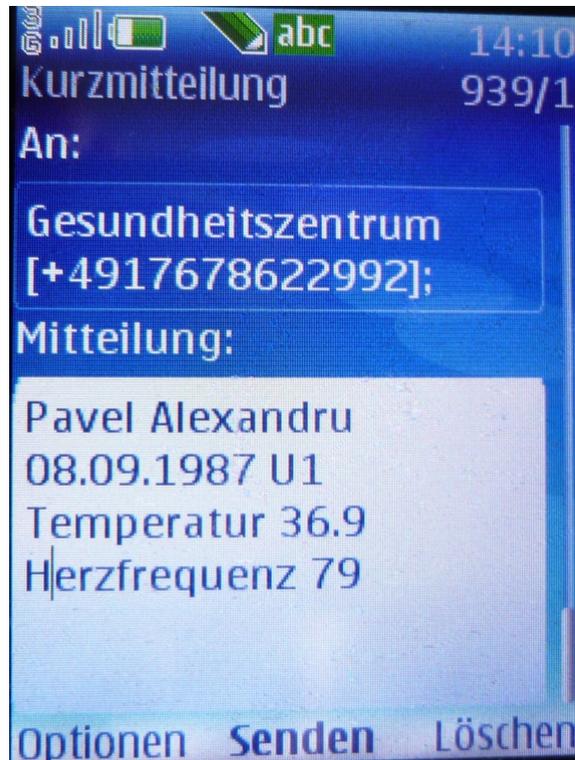


Abbildung 3.6: Beispiel einer SMSNachricht

QL Tabelle (siehe Abbildung 3.7) gespeichert (Abbildung 3.1 Schritt 9). Zum Empfan-

```
mysql> select originator,text from smsserver_in;
+-----+-----+
| originator | text |
+-----+-----+
| +4917678622992 | Pavel Alexandru 1987.09.08 U1 Temperatur 36.9 Herzfrequenz 79 |
+-----+-----+
1 row in set (0.00 sec)
```

Abbildung 3.7: MySQL Tabelle SMSServer\_in

gen und Versenden vom SMS Nachrichten wird die Bibliothek SMSLib verwendet. Das Hauptprogramm prüft regelmäßig (z.B. im 3 Minuten Intervall - Abbildung 3.1 Schritt

8), ob die Datenbank ein neues Tupel enthält. Wenn ja, wird das Tupel zur Bearbeitung geschickt.

### 3.3.1 SMS-Mitteilung in Tokens unterteilen

Zunächst wird die SMS-Nachricht in Tokens unterteilt (Abbildung 3.1, Schritt 10). Dafür wird eine modifizierte Version des StringTokenizer benutzt. Folgt ein Sonderzeichen auf eine Folge von Buchstaben oder Nummern oder umgekehrt folgt eine Folge von Buchstaben oder Nummern auf ein Sonderzeichen wird die Zeichenkette getrennt. Tabelle 3.4 zeigt, wie die Zeichenkette (SMS-Mitteilung) in Tokens zerlegt wird. Das erste Tupel in der Tabelle enthält die Input-Zeichenkette (SMS-Nachricht) und die nächsten Tupel stellen die tokenisierte Version des ersten Tupels dar.

Tabelle 3.4: Wie Zeichenketten getrennt werden

Pavel Alexandru 1987.09.08 U1 Temperatur 36.9 Herzfrequenz 79
Pavel
Alexandru
1987
.
09
.
08
U1
Temperatur
36
.
9
Herzfrequenz
79

### 3.3.2 Untersuchungen herausfiltern und SMS Hashtabelle erstellen

Als nächstes wird in der tokenisierten Nachricht geprüft, welche Untersuchungen vorkommen (Abbildung 3.1, Schritt 11). Diese werden in eine ArrayList gespeichert. Die SMS-Mitteilung in der Abbildung 3.6 enthält nur die Untersuchung U1. Deswegen enthält die ArrayList nur den Wert U1.

Um auf die Nachricht Untersuchungsgezielt zugreifen zu können werden diese auch in Hashtabellen gespeichert (Abbildung 3.1, Schritt 12). Wird eine Untersuchung gefunden wird sie als Schlüssel gespeichert. Die nächsten Tokens werden als Wert gespeichert, bis ein Token wieder eine Untersuchung ist. Tabelle 3.5 zeigt, wie die Hashtabelle „MessageInputHash“ aufgebaut wird und Tabelle 3.6 die entstandene Hashtabelle.

### 3.3 SMS-Mitteilung empfangen und bearbeiten

Tabelle 3.5: Wie die MessageInputHash Hashtabelle aufgebaut wird; Skip = Token ist keine Untersuchung

Token	Operation
Pavel	Skip
Alexandru	Skip
1987	Skip
.	Skip
09	Skip
.	Skip
08	Skip
U1	Skip
Temperatur	Key
36	Value
.	Value
9	Value
Herzfrequenz	Key
79	Value

Tabelle 3.6: Entstandene MessageInputHash Hashtabelle

Key	Value
Temperatur	36.9
Herzfrequenz	79

#### 3.3.3 Auf Schreibfehler untersuchen

Alle Tokens werden untersucht, ob sie eine Untersuchung repräsentieren. Wenn nicht, wird geprüft, ob der Sender einen Schreibfehler gemacht haben könnte (Abbildung 3.1, Schritt 13). Es existieren zwei Mechanismen, die Schreibfehler erkennen.

##### 1. Datenbanktabelle

Eine Datenbanktabelle, die häufig gemachte Schreibfehler enthält. Die Datenbank besteht aus zwei Spalten. Eine Spalte enthält die Schreibfehler, diese Spalte ist auch der Primary Key der Tabelle und die andere Spalte enthält die korrekte Schreibweise. Tabelle 3.7 zeigt, wie die Tabelle aussieht und enthält ein paar Tupel zur Verdeutlichung

Tabelle 3.7: Beispiele mit Tippfehler

Tippfehler	Korrekte Schreibweise
gebähren	gebären
grosser	großer

### 3 Konzept und Entwurf

Flektion	Flexion
Fuss	Fuß
Babies	Babys

#### 2. Levenshtein Algorithmus

Der Levenshtein Algorithmus vergleicht zwei Strings miteinander und gibt einen numerischen Wert zurück, der die Anzahl der notwendigen Einfüge-, Lösch- und Ersetzungs-Operationen beschreibt, um den ersten String in den zweiten String umzuwandeln. Der berechnete Wert wird Levenshtein-Distanz genannt [FN10]. Tab. 3.8 ist Tabelle 3.7 erweitert um die Levenshtein-Distanz und die notwendigen Operationen. In den Operationen wird angegeben, welche Aktionen notwendig sind, um den String umzuwandeln.

Tabelle 3.8: Beispiele mit Tippfehler und die Levenshtein-Distanz

Tippfehler	Korrekte Schreibweise	Levenshtein-Distanz	Operationen
gebähren	gebären	1	h Einfügen
grosser	großer	2	s durch ß ersetzen, s löschen
Flektion	Flexion	2	k durch x ersetzen, t löschen
Fuss	Fuß	2	s durch ß ersetzen, s löschen
Babies	Babys	2	i durch y ersetzen, e löschen

**Definition** Gegeben seien die Strings  $S1 := s_1s_2..s_n$  und  $S2 := s_2s_2..s_2m$  der Länge n und m.

Sei  $M_{i,j} := D(s_1s_2..s_i, s_2s_2..s_2j)$ , (die Distanz fuer die Präfixe  $S1[1..i], S2[1..j]$ )

und sei  $M_{0,0} := 0$

$M_{i,0} := i$ , fuer  $1 \leq j \leq n$

$M_{0,j} := j$ , fuer  $1 \leq j \leq m$

$$d(s_1i, s_2j) = \begin{cases} 1, & \text{falls } s_1i \neq s_2j \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

Dann ist  $M_{ij} = \min(M_{i-1,j} + 1, M_{i-1,j-1} + d(s_1i, s_2j), M_{i,j-1} + 1)$

$M_{n,m}$  entspricht der Levenshtein-Distanz der Strings S1 und S2 [FN10].

Tabelle 3.9: Levenhstein Definition Erklarung [Sch04]

### 3.3 SMS-Mitteilung empfangen und bearbeiten

Formel	Operation
$M_{i-1,j} + 1$	Loeschen
$M_{i-1,j-1} + d(a_i, b_j)$	Ersetzen
$M_{i,j-1} + 1$	Einfuegen

Die obige Definition gibt einen Algorithmus zur Berechnung der Levenshtein-Distanz zwischen zwei Strings an. Der Algorithmus baut zuerst eine Matrix auf und berechnet rekursiv die Distanz zwischen den Strings. Zur Verdeutlichung zeigt Abbildung 3.8 anhand eines Beispiels, wie die Matrix rekursiv gefüllt wird.

		-1	0	1	2	3	4	5	6	7
			F	l	e	k	t	i	o	n
-1		0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	F	1	0	1	2	3	4	5	6	7
1	l	2	1	0	1	2	3	4	5	6
2	e	3	2	1	0	1	2	3	4	5
3	x	4	3	2	1	1	2	3	4	5
4	i	5	4	3	2	2	2	2	3	4
5	o	6	5	4	3	3	3	3	3	3
6	n	7	6	5	4	4	4	4	3	2

Abbildung 3.8: Levenshtein Matrix fuer die Strings S1=Flektion und S2=Flexion. Die zwei Wege ergeben sich aus den beiden Möglichkeiten (Fle-xion Flektion) und (Flex-ion Flektion)

Zuerst wird die Datenbanktabelle nach Schreibfehlern durchsucht. Falls ein Schreibfehler gefunden wurde wird geschaut, ob es sich bei der korrekten Schreibweise um eine

### 3 Konzept und Entwurf

Untersuchung handelt. Der Token wird mit allen Untersuchungen überprüft, indem über die Hashtabelle testhashDim2 iteriert wird. Ist die Levenshtein-Distanz zwischen dem Token und der Untersuchung aus der Hashtabelle gleich 1, ist es sehr wahrscheinlich, dass der Sender einen Schreibfehler gemacht hat und der Token wird durch den Untersuchungsnamen ersetzt.

#### 3.3.4 Patientendaten herausfiltern

Damit man später die Daten patientenorientiert speichern kann wird die Nachricht nochmal analysiert. Die Daten können patientenorientiert gespeichert werden, (Abbildung 3.1, Schritt 14) wenn sie folgenden Muster besitzen : “ Nachname, Vorname, Geburtsdatum”. Die Reihenfolge muss eingehalten werden, um die Daten patientenorientiert speichern zu können. Der implementierte Algorithmus geht die Nachricht durch, bis die erste Untersuchung gefunden wird. Alle Tokens bis zur Untersuchung werden als Patientendaten gespeichert. Danach werden die gespeicherten Tokens weiter bearbeitet. Das erstes Token ist der Nachname, alle weiteren Tokens die nicht numerisch sind werden als Vorname gespeichert. Beginnt der Token mit einer Zahl wird angenommen es handelt sich um das Geburtsdatum und wird dementsprechend auch gespeichert. Tabelle 3.10 zeigt, wie die Patientendaten herausgefiltert werden.

Tabelle 3.10: Wie die Patientendaten herausgefiltert werden

Token	Operation
Pavel	Konkatenerie + Space
Alexandru	Konkatenerie + Space
1987	Konkatenerie + Space
.	Konkatenerie ohne Space
09	Konkatenerie ohne Space
.	Konkatenerie ohne Space
08	Konkatenerie ohne Space
U1	Stop
Temperatur	
36	
.	
9	
Herzfrequenz	
79	

Der nächste Schritt unterscheidet zwischen zwei Fällen.

1. Untersuchung wurde in der SMS-Mitteilung geschickt
2. Untersuchung wurde nicht in der SMS-Mitteilung geschickt

### 3.3 SMS-Mitteilung empfangen und bearbeiten

Der Unterschied zwischen den beiden Fällen ist, dass, wenn die Untersuchung nicht mitgeschickt wird und zwei Subuntersuchungen mit dem gleichen Namen in zwei unterschiedlich Untersuchungskategorien existieren, die letzte gewählt wird. Dem Sender wird aber mitgeteilt, welche Untersuchungskategorien existieren und welche ausgewählt wurde. Die Bearbeitungsschritte sind jedoch in beiden Fällen gleich. Später im Kapitel wird anhand eines Beispiels nochmal der Unterschied erklärt.

#### 3.3.5 SMS-Mitteilung mit den Grenzwerten der Regeln verglichen

Im nächsten Schritt wird überprüft, ob die per per SMS geschickten Werte zu einer Regel passen (Abbildung 3.1, Schritt 15). Dies wird erreicht, indem die Werte der MessageInput Hashtabelle mit den Werten der hashDim2 verglichen werden. Dabei wird der Wert aus der MessageInput Hashtabelle mit alle zur Untersuchung definierten Regeln verglichen. Abbildung 3.9 zeigt ein Beispiel, wie die Werte mit den Regeln verglichen werden. Bei

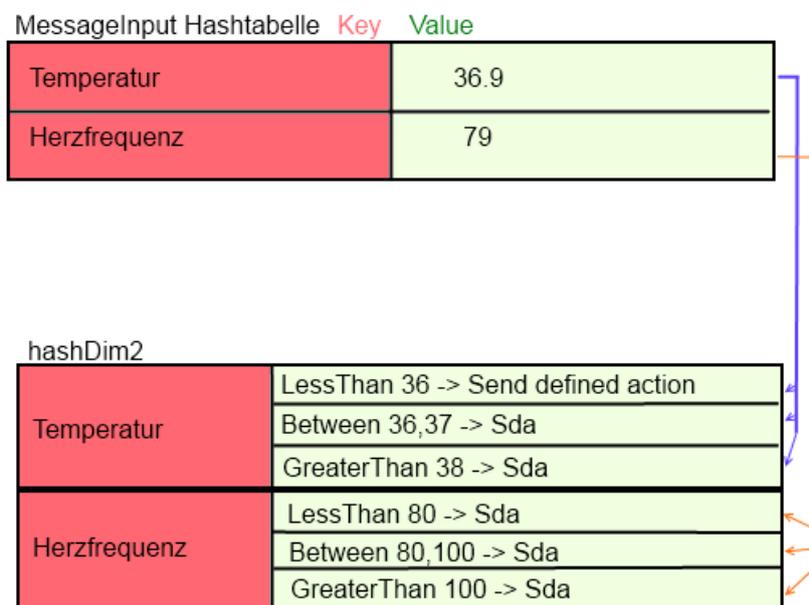


Abbildung 3.9: Die Werte aus der MessageInput Hashtabelle werden gegen die Werte (Regeln) aus der hashDim2 Hashtabelle verglichen

der Interpretation der Regeln wird zwischen drei Regel-Typen unterschieden:

#### 1. Between

Regeln von Typ Between werden folgendermaßen interpretiert :

$((\text{Nachricht\_Wert} \geq \text{Rule\_left\_value}) \ \&\& \ (\text{Nachricht\_Wert} \leq \text{Rule\_right\_value}))$

Existiert eine Regel der Form :

*If Temperatur Between 37;37.5*

und wird vom Verbraucher die folgende Nachricht geschickt :

### 3 Konzept und Entwurf

#### Temperatur 37.3

Dann interpretiert es das Programm als :

**((37.3>=37) && (37.3<=37.5)) -> true**

Tabelle 3.11 enthält ein Beispiel zur Interpretation der Between Regeln. Die Spalte “SMSInput” enthält die Mitteilung, die geschickt wurde. Die zweite Spalte “Regel” enthält die Regeln, die in der XML Datei gespeichert sind. Die Spalte “Interpretation” beschreibt, wie das Programm die Mitteilung und die Regel bearbeitet und die Spalte “Wert” enthält das Ergebnis der Auswertung.

Tabelle 3.11: Between-Interpretation

SMSInput	Regel	Interpretation	Wert
Temperatur 37.3	If Temperatur Between 37;37.5	((37.3>=37) && (37.3<=37.5))	true
	If Temperatur Between 36;36.9	((37.3>=36) && (37.3<=36.9))	false
	If Temperatur Between 37.6;38.5	((37.3>=37.6) && (37.3<=38.5))	false

#### 2. ComplexRule

Komplexe Regeln bestehen aus zusammengesetzte “Between”- und “Andere”-Regeln. Verknüpft werden sie durch die Operatoren AND und OR. Tabelle 3.12 enthält einige Beispiele, wie Komplexe Regeln interpretiert werden.

Tabelle 3.12: ComplexRule-Interpretation

SMSInput	Regel	Interpretation	Wert
Atmung fehlend Herzfrequenz 86	IF ( ( ( Atmung Equal fehlend) OR ( Atmung Equal ungenue- gend) ) AND (Herzfrequenz LessThan 80.45) )	( (fehlend = feh- lend) OR fehlend = ungenuegend ) AND 86 < 80.45 )	false
	IF ( ( ( Atmung Equal fehlend) OR ( Atmung Equal ungenue- gend) ) AND (Herzfrequenz GreaterThan 100) )	( (fehlend = feh- lend) OR fehlend = ungenuegend ) AND 86 > 100 ) )	false

### 3.3 SMS-Mitteilung empfangen und bearbeiten

IF ( ( (Atmung Equal fehlend) OR (Atmung Equal ungenue- gend) ) AND (Herzfrequenz Between 80;100) )	( (fehlend = feh- lend) OR fehlend = ungenuegend ) AND 86 > =80 AND 86 <= 100 ) )	true
--	--	------

#### 3. Andere (Other)

Regeln die nicht von Typ Between oder ComplexRule sind verwenden ausschließlich die Operatoren aus Tabelle 3.13.

Tabelle 3.13: Operatoreninterpretation

SMSRules Operator	Java Operator
EqualLessThan	<=
LessThan	<
Equal	=
EqualGreaterThan	>=
GreaterThan	>

Diese Regeln werden folgendermaßen interpretiert :

**Nachricht\_Wert + Rule\_getOperator + Rule\_Value**

Existiert eine Regel der Form :

*If Temperatur < 36*

und wird vom Verbraucher folgende Nachricht geschickt :

*Temperatur 37.3*

Dann interpretiert es das Programm als :

**37.3<36 -> false**

Tabelle 3.14 verdeutlicht, wie „Andere“ (Other) Regeln interpretiert werden. Spalte „SMSInput“ enthält die Mitteilung, die geschickt wurde. Die zweite Spalte „Regel“ enthält die Regeln, die in der XML Datei gespeichert sind. Spalte „Interpretation“ beschreibt, wie das Programm die Mitteilung und die Regel bearbeitet und die Spalte „Wert“ enthält das Ergebnis der Auswertung.

Tabelle 3.14: Other-Interpretation

SMSInput	Regel	Interpretation	Wert
Temperatur 37.3	If Temperatur LessThan(<) 36	37.3 < 36	false
	If Temperatur (>=) 38.6	37.3 >= 38.6	false

### 3 Konzept und Entwurf

Ergibt die Auswertung einer Regel den Wert true wird die Todo Ausgabe der Regel zusammen mit dem Namen und dem Wert der geschickten Untersuchung konkateniert. Als Beispiel enthält Tupel 1 aus Tabelle 3.11 den Wert true. Die Ausgabe für das Tupel ist : "Temperatur 37.3 (Recheck 1 Hour) -> Low-grade temperature. This is not regarded as a fever, but may be caused by your baby being overheated, overdressed, having too many (or heavy) bedclothes on, being over-wrapped, or being in a hot car, particularly in warm weather." Falls die Regel ein erneutes überprüfen (recheck) verlangt wird in der Datenbanktabelle "Recheck" ein Tupel gespeichert, das folgende Daten enthält.

1. Telefonnummer
2. Patienten Informationen (falls angegeben) + Antwort
3. Aktuelle Zeit + RecheckTime

#### 3.3.6 Antwort erstellen und versenden

Nachdem alle Untersuchungswerte analysiert worden sind wird die Konkatenation der Strings in einen einzigen String mit dem Namen MessageOutput gespeichert (Abbildung 3.1, Schritt 16). Der fertige String wird dem Sender geschickt. Abbildung 3.10 zeigt eine Antwort des SMSSystems.

Tabelle 3.15: SMS-Mitteilungen mit und ohne Untersuchungsangabe

Beschreibung	Antwort des Systems
Anfrage mit Untersuchung U1	pavel alexandru 08.09.1987 [temperatur 36.9(ok) -> normal temperature];[herzfrequenz 79(bad) -> herzmassage];
Anfrage ohne Untersuchung U1	pavel alexandru 08.09.1987 [ u1.temperatur 36.9(ok) -> normal temperature];[ {u1,u2}u2_herzfrequenz 79(bad) -> bradyhardie];

Wird in der SMS-Mitteilung die Untersuchung nicht angegeben dann wird die Antwort folgendermaßen aufgebaut. Subuntersuchungen werden immer mit einem Unterstrich an der vom System gewählten Untersuchung angegeben. In der Tabelle 3.15 erscheint die Subuntersuchung Temperatur gebunden an die Untersuchung U1. Das bedeutet, dass die Subuntersuchung Temperatur nur in der Untersuchung U1 spezifiziert wurde. Falls Untersuchungen in geschwungenen Klammern angegeben werden bedeutet das, dass die Subuntersuchung unter mehreren Untersuchungen definiert wurde. Ein Beispiel ist die Herzfrequenz, die sowohl in der U1 als auch in der U2 spezifiziert ist. Der Empfänger der Nachricht hat dadurch die Möglichkeit seine Mitteilung so anzupassen, dass sie mit seiner gewünschten Untersuchung übereinstimmt. Die vom System ausgewählte Untersuchung ist immer die Untersuchung die mit Unterstrich ( \_ ) an die Subuntersuchung gebunden ist. Das System wählt immer die Untersuchung, die als letztes in der XML Datei gespeichert wurde. In dem Beispiel aus Tabelle 3.15 wurde U2 als Untersuchung für die Herzfrequenz ausgewählt. Falls der Benutzer die U1 Untersuchung gemeint hat und nicht die U2

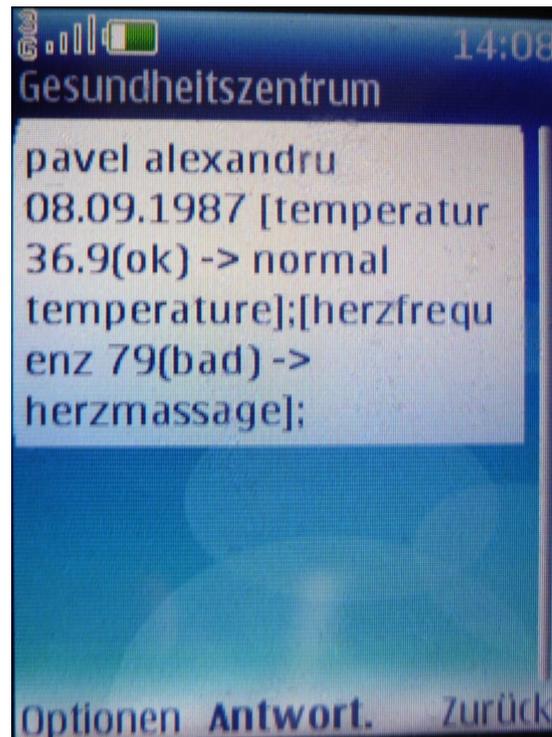


Abbildung 3.10: Antwort des Systems auf die SMS-Nachricht aus Abbildung 3.6

Untersuchung kann er erneut eine SMS senden, worin er die Untersuchung U1 für die Subuntersuchung Herzfrequenz angibt.

Nachdem die Antwort des System erstellt wurde wird ein Gateway zu dem am Programm angeschlossenen Handy aufgebaut und die Nachricht wird dem Sender geschickt (Abbildung 3.1, Schritt 17).

Die nächsten Schritte sind dafür zuständig den Input und den Output zu speichern (Abbildung 3.1, Schritt 18). Dies geschieht auf zwei Arten:

1. Normal

Der Output wird wie vom Programm erzeugt gespeichert.

2. Patientenorientiert

Der Output wird in Patientendaten und Input / Output Daten aufgeteilt. Das Programm sucht in der Datenbank nach Patienten mit dem in der Mitteilung angegebenen Nachnamen, Vornamen und Geburtsdatum. Falls ein Patienten-Eintrag mit den geschickten Daten existiert, werden zu dessen PatientenID die Daten gespeichert. Falls die Daten nicht übereinstimmen wird ein neuer Eintrag für den Patienten erstellt und eine neue PatientenID zugewiesen.

### 3.4 SMS-Mitteilung visualisieren

Die Mitteilung und die Antwort des Systems kann jetzt auch vom Facharzt im Hauptprogramm angeschaut werden (Abbildung 3.1, Schritt 19). Er hat die Möglichkeit nach dem Patientennamen, -vorname, -geburtsdatum sowie nach dem Mitteilungsdatum zu filtern. Bei der Auswahl einer Mitteilung erscheint für den Facharzt die Mitteilung und die Antwort als Tabelle dargestellt. Die Antwort wird in Subuntersuchungen eingeteilt und die Tupel werden farblich dargestellt. Rote Tupel sind Subuntersuchungen, die als „Bad“ klassifiziert wurden. Gelbe Tupel sind die Subuntersuchungen die als Recheck klassifiziert wurden und die grüne Tupeln sind die die als „Ok“ klassifiziert wurden. Der Facharzt bekommt dadurch einen besseren Überblick über die Daten. Abbildung 3.11 zeigt das Hauptprogramm und wie der Facharzt die Mitteilung und die Antwort des Systems aus Abbildung 3.6 bzw. 3.10 analysieren kann. Falls der Arzt mit dem Sender kontakt auf-

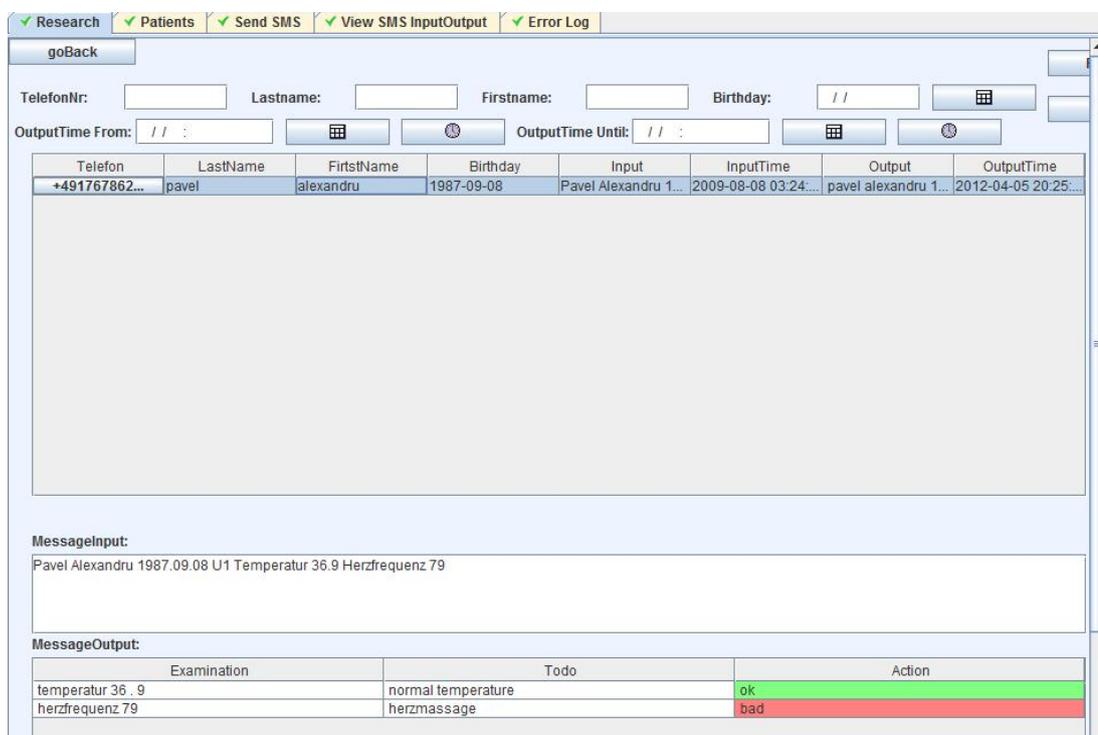


Abbildung 3.11: Hauptprogramm

nehmen möchte kann er einfach auf die Telefonnummer klicken wodurch er die Möglichkeit erhält dem Sender aus dem Programm heraus eine SMS zu senden. Zusätzlich gibt es ein Menü mit allen Patienten. Hier kann der Facharzt nach Patienten suchen und mit ihnen Kontakt aufnehmen. Das Hauptprogramm mitsamt seinen Menüs wird in Kapitel fünf detaillierter beschrieben.

## 4 Eingesetzte Technologien und Schnittstellen

In diesem Kapitel werden eingesetzte Bibliotheken, Schnittstellen, Datenbanken und Technologien beschrieben. Da das Programm für Entwicklungsländer entwickelt wurde und die Kosten minimiert werden sollten, war wichtig, dass die eingesetzten Technologien Open-Source sind. Abbildung 4.1 zeigt, wie die einzelnen Komponenten und Technologien zusammenarbeiten. Das nächste Unterkapitel beschreibt die Auszeichnungssprache XML, sowie die Open-Source Java-basierte Schnittstelle JDOM zum parsen, erzeugen und manipulieren von XML Dokumenten. Als nächstes wird MySQL und JDBC beschrieben. MySQL wird verwendet um u.a. die Mitteilungen und Patienteninformationen zu speichern. JDBC dient als Schnittstelle zwischen dem Hauptprogramm und der MySQL Datenbank. Das letzte Unterkapitel beschäftigt sich mit SMS und SMSLib. Wie im Kapitel zwei erwähnt, besitzen Menschen in Entwicklungsländer mehr Mobiltelefone wie Computer. Deswegen wird der Austausch von Nachrichten via SMS bevorzugt. SMSLib ist eine Open-Source Schnittstelle zum versenden und empfangen von SMS Nachrichten mit Hilfe von GSM Mobiltelefonen oder GSM Modems.

### 4.1 XML und JDOM

XML steht für **e**xtensible **M**arkup **L**anguage. Die Metasprache bietet den Vorteil, textbasiert und strukturiert zu sein [Sta10]. XML teilt die Daten in Elemente und Attribute auf. Elemente bestehen aus einem Start Tag, einem End Tag und einem Inhalt. Ein Beispiel ist : `<Element> Inhalt <Element/>`. Im Element Tag können Attribute beliebig oft vorkommen. Sie bestehen aus einem Attributnamen und einem Attributwert. Wobei der Attributwert immer in Anführungszeichen gesetzt wird. Beispiel: `<Element Attribut1="Wert1" Attribut2="Wert2"> Inhalt <Element/>` [Bec09]. Die Daten sind hierarchisch gespeichert [Sta10]. Das bedeutet, dass jedes Element über sein Väterelement leicht identifiziert werden kann. Vorteilhaft ist, dass man dadurch auf jede Dimension in der Hierarchie leicht zugreifen kann. Es existieren viele XML Parser, die Funktionen bereitstellen, um auf die Elemente und Attribute leicht greifen zu können [Zas05]. Ein XML Parser, welcher auch in der Diplomarbeit benutzt wird, ist JDOM. Der JDOM Parser wird in den nächsten Unterkapitel beschrieben. Listing 4.1 zeigt einen Ausschnitt aus der im Anhang definierten XML Datei.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<Examinations>
  <U1>
```

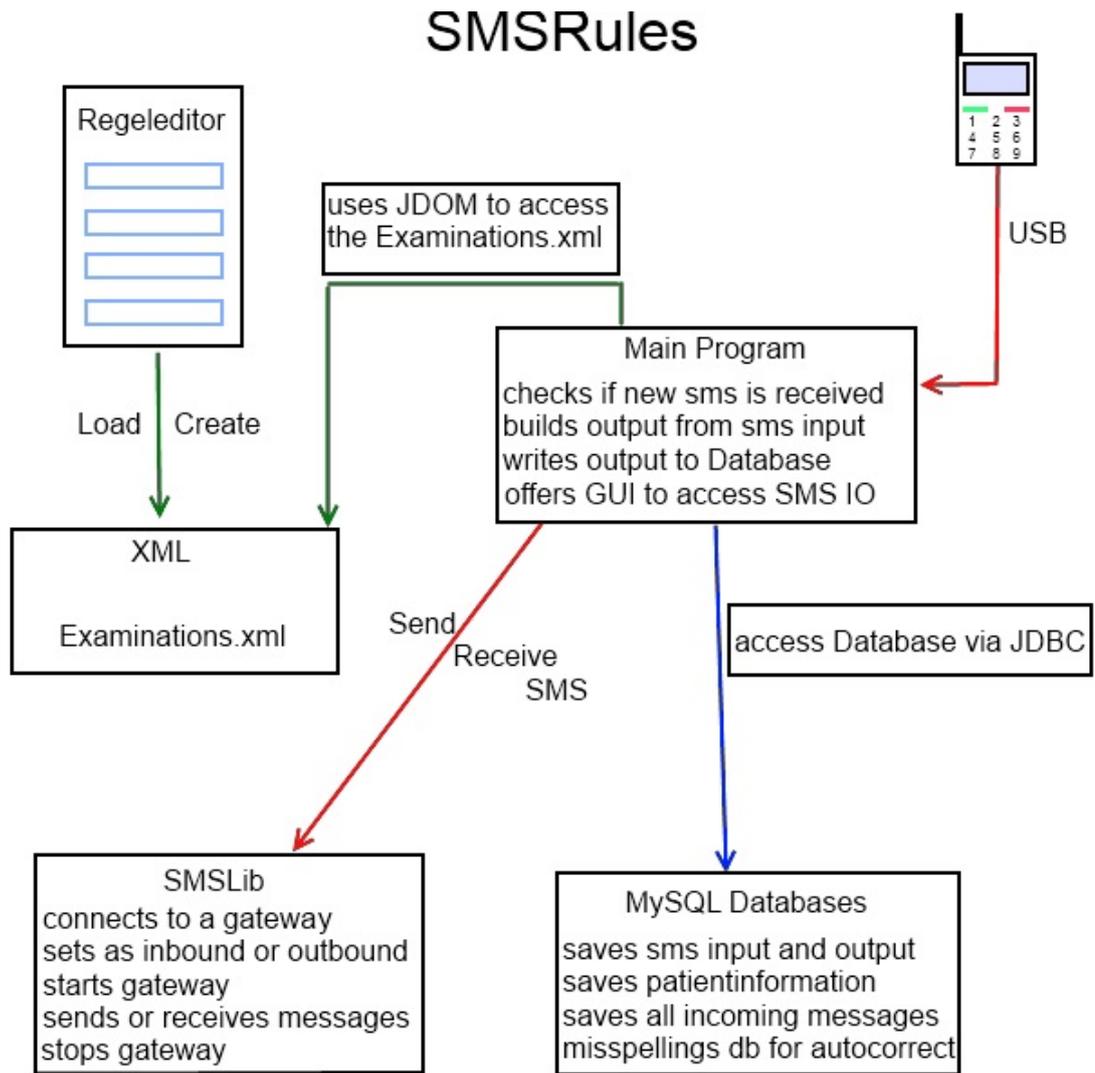


Abbildung 4.1: Aufbau von SMSRules

```

<Apgar>
  <EqualGreaterThan value='9' action='Ok' time='' period=''>Ok</
    EqualGreaterThan>
  <Between value='5;8' action='Recheck' time='Hour' period='1'>Benotigt
    v1 Sauerstoff</Between>
  <LessThan value='5' action='Bad' time='' period=''>Lebengefährlich -
    Arzt informieren - Sauerstoff - Warmelampe</LessThan>
</Apgar>
</U1>
</Examinations>
    
```

Listing 4.1: XML Beispiel aus der im Anhang definierten Regeln

Aus dem obigen Listing 4.1 können folgende Beziehungen identifiziert werden.

Tabelle 4.1: Beziehungen der Elemente aus Listing 4.1

Kindelement	Vaterelement
EqualGreaterThan + Attribute + Inhalt	Apgar
Between + Attribute + Inhalt	Apgar
LessThan + Attribute + Inhalt	Apgar
Apgar	U1
U1	Examinations

JDOM ist eine Open-Source Schnittstelle, die Klassen bereitstellt, um XML Daten parsen, erstellen, manipulieren und serialisieren zu können. Zum einlesen des XML Dokuments greift JDOM auf bekannte Schnittstellen wie SAX (Simple API for XML) und DOM (Document Object Model) zurück [Beu02][Har03]. Der Unterschied zwischen DOM und SAX ist, das DOM eine Baumstruktur des Dokuments im Hauptspeicher aufbaut. SAX liest das Dokument und bei bestimmten Ereignissen wie z.B. Start Element oder End Element löst es Behandlungsroutinen auf [Dar05]. SMSRules benutzt JDOM, um auf die definierten Regeln (examinations.xml) zugreifen zu können. Die JDOM Bibliothek muss in den Build Pfad eingebunden werden, um die Funktionen benutzen zu können. Abbildung 4.2 zeigt wie man auf die Daten aus Listing 4.1 mit JDOM zugreifen kann. Um JDOM verwenden zu können muss die jdom.jar im Build Pfad (siehe Abbildung 4.3) enthalten sein.

## 4.2 MySQL und JDBC

MySQL ist ein relationales Datenbankmanagementsystem (RDBMS). Für nicht kommerzielle Zwecke kann MySQL kostenfrei benutzt werden. Mit Hilfe von MySQL können Daten einfach gespeichert und manipuliert werden. MySQL hat den Vorteil, dies sehr schnell und zuverlässig zu machen. Auf die Daten kann man mit Hilfe von Anfragen zugreifen [Tea07]. Für SMSRules wurde eine Datenbank mit dem Namen SMSServer erschaffen. Die SMSServer Datenbank verwendet sechs Tabellen (Struktur der einzelnen Tabellen kann im Anhang betrachtet werden) :

Tabelle 4.2: Tabellen der SMSServer Datenbank

Tabelle	Beschreibung
inputoutput	enthält alle Mitteilungen und Mitteilungsantworten, nicht Patientenorientiert

patient	speichert alle Patienten mit Name und Geburtsdatum
patientdata	enthält alle Mitteilungen und Mitteilungsantworten, Patientenorientiert
recheck	enthält die Untersuchungen die nochmal gemessen werden müssen, den Patienten und die Recheckzeit
smsserver_in	enthält alle eingehende Mitteilungen die im Speicher des GSM Handys sich befinden
spellings	enthält häufig gemachte Rechtschreibfehler und die korrekte Schreibweise

JDBC (Java Database Connectivity) ist eine für Java entwickelte Schnittstelle. Sie stellt eine Verbindung zwischen einer Datenbank - hier der MySQL Datenbank - und einer Java Anwendung her. JDBC wird verwendet um auf die in MySQL definierten Datenbanken zugreifen zu können [GK09]. Die Voraussetzung um JDBC nutzen zu können, ist den JDBC Treiber im Build Pfad einzubinden. Abbildung 4.4 zeigt wie der MySQL Treiber in der Eclipse Umgebung eingebunden werden kann. JDBC wird mehrmals durch das Programm verwendet :

1. Die SMS aus der Datenbanktabelle „SMSServer\_in“ wird mit Hilfe von JDBC gelesen
2. Zum durchsuchen der „Recheck“ Datenbanktabelle
3. Zum speichern der Eigangs- und Ausgangsnachricht in der „Patientdata“ Tabelle
4. Zum lesen und schreiben in der „Patient“ Tabelle
5. Zum lesen und schreiben in der „Patientdata“ Tabelle
6. Zum lesen der „Spellings“ Tabelle
7. Zum speichern der Eigangs- und Ausgangsnachricht in der „InputOutput“ Tabelle

### 4.3 SMS und SMSLib

SMS steht für “Short Message Service” und wird benutzt, um Nachrichtentexte mit Hilfe von GSM Mobiltelefone oder heutzutage sogar über das Internet zu senden. Abbildung

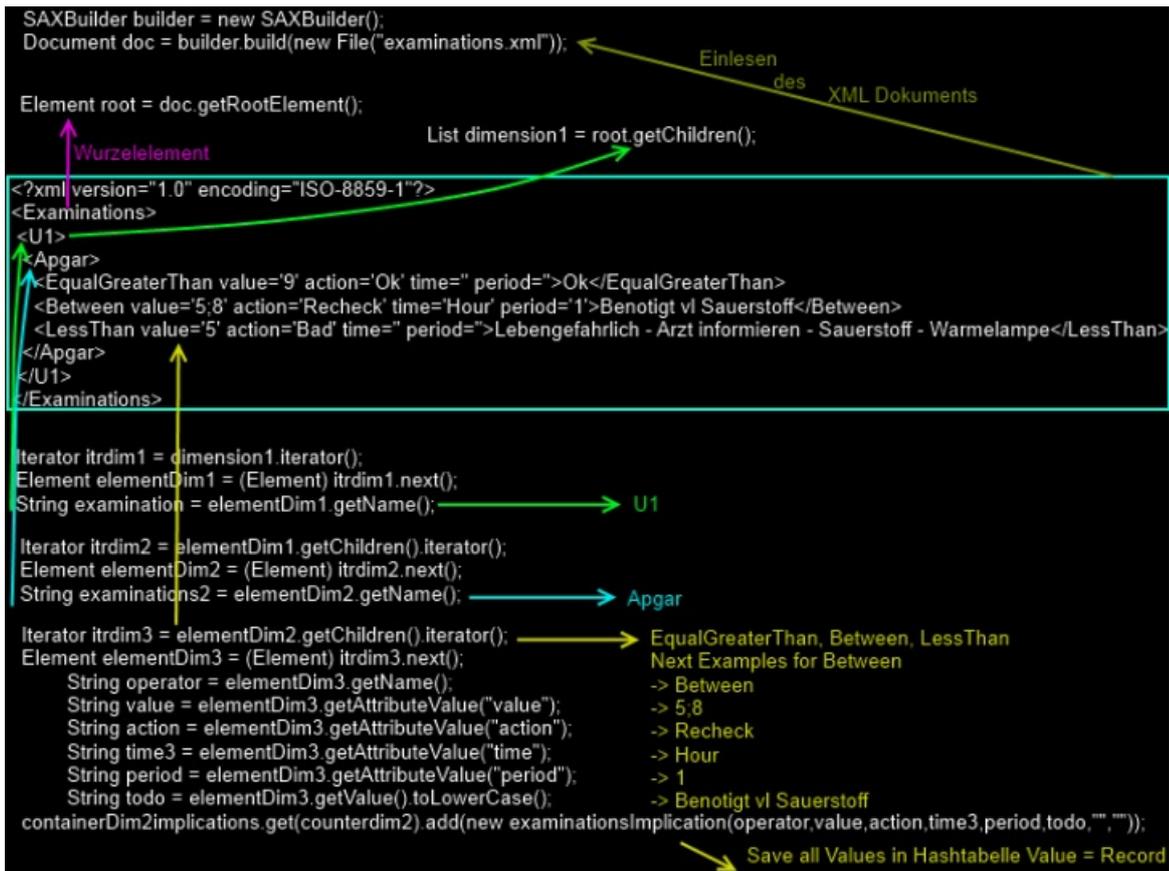


Abbildung 4.2: XML Verarbeitung mit JDOM



Abbildung 4.3: JDOM im Build Pfad einbinden

3.5 zeigt ein Beispiel einer SMS. Eine SMS besteht aus Zahlen, Buchstaben, Sonderzeichen und Leerzeichen. Die Nachrichtenlänge von SMS Mitteilungen darf nicht länger als 160 Zeichen sein. Will der Sender eine längere Nachricht senden muss er zwei oder mehrere SMS verfassen oder er verwendet die automatische Aufteilung der Nachricht in mehrere SMS, angeboten vom Dienstleister (meistens Mobilfunkbetreiber). Die vom Sender verfasste Nachricht wird an einen Dienstleister gesendet und dieser leitet die Nachricht zum Empfänger weiter [Kus06].

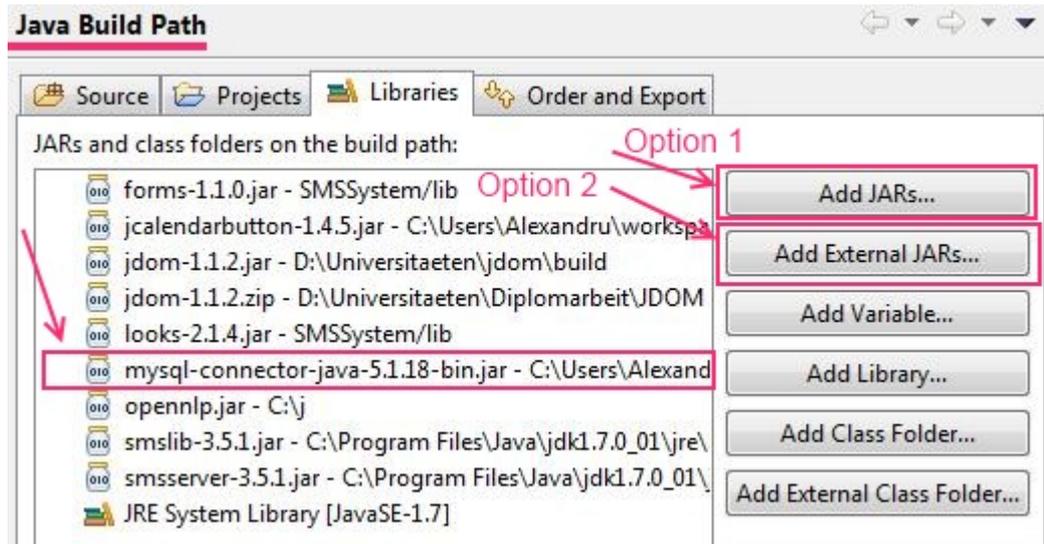


Abbildung 4.4: Einbindung des JDBC-Treibers für MySQL in Eclipse

SMSLib ist eine Open-Source Schnittstelle, die für das Versenden und Empfangen von SMS zuständig ist [WW10]. SMSLib bietet eine Schnittstelle für Java und .Net Anwendungen. Alternativ könnte man SMS direkt mit AT Kommandos senden und empfangen. Voraussetzung für AT Kommandos als auch für SMSLib ist, dass der Computer mit einem GSM Mobiltelefon/Modem durch ein Serial Port verbunden ist [CGH07]. “Das AT steht übrigens für << *Attention* >> und hat die Funktion, in einem Fluss von Bytes ein Kommando zu markieren” [Mon09]. SMSLib verwendet auch die AT Kommandos, bietet aber den Vorteil, leichter die Nachrichten senden und empfangen zu können [CGH07]. SMSLib kann mit GSM Handys und GSM Modems arbeiten, jedoch wird nicht jedes GSM Mobiltelefon/Modem unterstützt. Handys die keine AT Kommandos beherrschen, können nicht verwendet werden. Eine Liste mit compatible Mobiltelefone/Modems befindet sich auf der Webseite von SMSLib. SMSLib bietet noch den Vorteil mit mehreren Gateways arbeiten zu können. Das bedeutet, dass mehrere Mobiltelefone angeschlossen werden können [Tea]. In der Diplomarbeit wurde ein Nokia 6230i Handy mit Hilfe eines USB Kabels an einer USB 2.0 Schnittstelle verbunden (siehe Abbildung 4.5). Um SMSLib verwenden zu können, müssen mehrere Bibliotheken im Build Pfad enthalten sein. Tabelle 4.3 enthält alle Bibliotheken und Abbildung 4.6 zeigt welche „.jar Dateien“ hinzugefügt werden müssen.

Tabelle 4.3: Bibliotheken für SMSLib

Jar Datei	Beschreibung
RxTx	Bibliothek für die serielle und parallele Kommunikation

Apache log4j	ist das Logging Framework (zusätzlich muss die log4j.properties Datei im Projektpfad eingefügt werden)
Apache Jakarta Commons - NET	Implementierung der Client Seite für viele standard Internet Protokole
JSMPP Library	SMPP Protokol zur Kommunikation mit dem Message Center und Bewältigung des versendens von tausende nachrichten per Sekunde
SMSServer und SMSLib	Implementierung zum versenden und empfangen von SMS-Nachrichten

Das versenden und empfangen von Nachrichten mit SMSLib ist sehr einfach. Listing 4.2 beschreibt wie Nachrichten versendet werden können. Listing 4.3 zeigt wie Nachrichten empfangen werden können. Listing 4.4 zeigt wie SMS Nachrichten in einer Datenbank gespeichert werden können. Listing 4.5 zeigt wie die SMSServer Konfigurationsdatei aussehen muss, um Nachrichten in einer Datenbank speichern zu können.

```
// Create the Gateway representing the serial GSM modem.
SerialModemGateway gateway = new SerialModemGateway("Nokia 6230i USB
    Modem", "COM9", 9600, "Nokia", "6230i");
// we want the Gateway to be used for Outbound messages
gateway.setOutbound(true);
// Set the SMSCenter Number
gateway.setSmscNumber("+491760000443");
// Add the Gateway to the Service object.
Service.getInstance().addGateway(gateway);
// Start! (i.e. connect to all defined Gateways)
Service.getInstance().startService();
// Send Message (Receiver TelNr, Message)
OutboundMessage msg = new OutboundMessage("+491234567890", "Pavel
    Alexandru U1 Temperatur 36.9 Herzfrequenz 79");
Service.getInstance().sendMessage(msg);
Service.getInstance().stopService();
Service.getInstance().removeGateway(gateway);
```

Listing 4.2: Senden einer Nachricht mit SMSLib

```
// Create the Gateway representing the serial GSM modem.
SerialModemGateway gateway = new SerialModemGateway("Nokia 6230i USB
    Modem", "COM9", 9600, "Nokia", "6230i");
// Set the modem protocol to PDU (alternative is TEXT). PDU is the
    default, anyway
gateway.setProtocol(Protocols.PDU);
```



Abbildung 4.5: Mobiltelefon wird via USB Kabel mit dem Computer/Laptop verbunden

```
//We want the Gateway to be used for Inbound messages?  
gateway.setInbound(true);  
// Add the Gateway to the Service object.  
Service.getInstance().addGateway(gateway);  
// Start! (i.e. connect to all defined Gateways)  
Service.getInstance().startService();  
// Read the Message Gateway  
Service.getInstance().readMessages(msgList, MessageClasses.ALL,gateway);  
// Output  
for (InboundMessage msg : msgList)  
System.out.println(msg);  
* Save to Database - see Listing 4.4  
Service.getInstance().stopService();  
Service.getInstance().removeGateway(gateway);
```

Listing 4.3: Empfangen einer Nachricht mit SMSLib

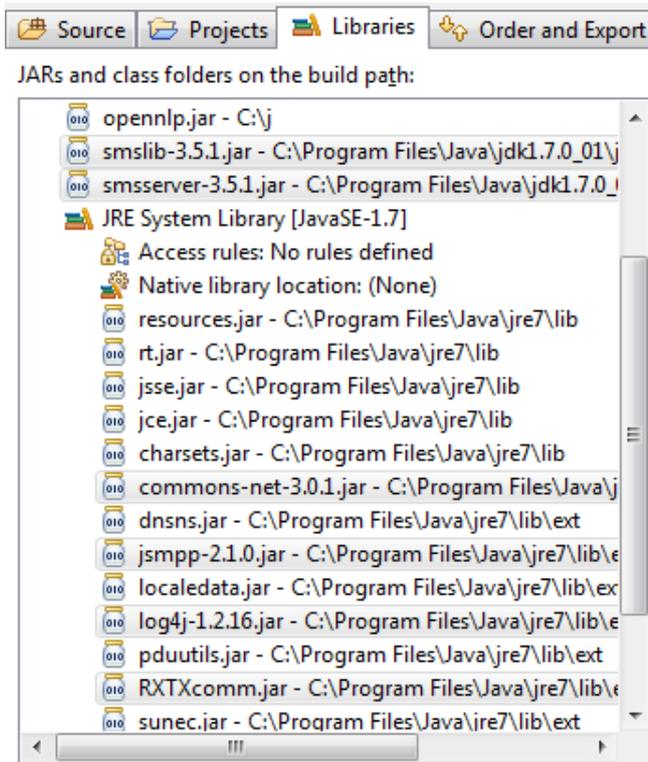


Abbildung 4.6: Build Pfad mit alle für SMSLib notwendigen Jar Dateien

```

SMSServer smssrv = new SMSServer();
// Read the SMSServer Configuration File - see Listing 4.5
Properties props;
FileInputStream f;
props = new Properties();
if (System.getProperty("smsserver.configdir") != null) f = new
    FileInputStream(System.getProperty("smsserver.configdir") + "
        SMSServer.conf");
else if (System.getProperty("smsserver.configfile") != null) f = new
    FileInputStream(System.getProperty("smsserver.configfile"));
else f = new FileInputStream("SMSServer.conf");
System.getProperties().load(f);
f.close();
// Start Writing to Database
Database db = new Database("db1",System.getProperties(),smssrv,
    InterfaceTypes.INOUTBOUND);
db.start();
db.messagesReceived(msgList);

```

```
db.stop();
```

Listing 4.4: Empfangene Nachrichten in Datenbank speichern

```
gateway.0=Nokia 6230i USB Modem
modem1.port=COM9
modem1.baudrate=9600
modem1.manufacturer=Nokia
modem1.model=6310i
modem1.protocol=PDU
modem1.pin=0000
modem1.inbound=yes
modem1.outbound=no
modem1.smsc_number=
modem1.init_string=ATZ\rATZ\rATZ\r

#Here is an example of a MySQL database interface.
db1.interface.0=db1, Database
db1.type=mysql
db1.url=jdbc:mysql://localhost:3306/SMSServer
db1.driver=com.mysql.jdbc.Driver
db1.username=root
db1.password=password
db1.tables.sms_in=smsserver_in
db1.tables.sms_out=smsserver_out
db1.tables.calls=smsserver_calls
db1.batch_size=50
db1.retries=2
db1.update_outbound_on_statusreport=yes
```

Listing 4.5: Konfiguration der SMSServer.conf Datei zum speichern der Daten in der Datenbank

## 5 Benutzeroberfläche des Regeleditors und des Hauptprogramms

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Benutzeroberfläche des Regeleditors und des Hauptprogramms. Im ersten Unterkapitel wird der Regeleditor beschrieben. Hier werden drei Dimensionen vorgestellt, in denen die Untersuchungen eingegeben werden können. Auch die Unterschiede zwischen einfachen und komplexen Regeln werden erklärt. Das nächste Unterkapitel beschreibt das Hauptprogramm. Hier werden die fünf Panels, die zur Verfügung stehen, ausführlich erklärt. Das erste Panel ist eine Benutzeroberfläche, die speziell für Fachärzte entwickelt wurde, damit diese alle einkommenden Mitteilungen sowie die Antworten des Systems deutlich erkennen können. Das zweite Panel enthält alle Patienten, die im System eingetragen sind, sowie die Mobiltelefonnummern, unter denen Mitteilungen mit dem Namen des Patienten empfangen worden sind. Das dritte Panel bietet eine Textfläche, um eine SMS verfassen und versenden zu können. Die letzten beiden Panels sind eher als Debugging Panels gedacht. Das vierte Panel enthält alle einkommenden und ausgehenden Mitteilungen. Das letzte Panel enthält alle Fehler, die während der Bearbeitung aufgetreten sind.

### 5.1 Der Regeleditor

Der Regeleditor wurde speziell für Fachärzte entwickelt. Mit dem Regeleditor werden medizinische Regeln aufgestellt, die in einer XML Datei gespeichert werden. Diese Datei wird später vom Hauptprogramm benutzt, um die SMS Mitteilungen zu bearbeiten.

In der ersten Dimension (siehe Abbildung 5.1) werden die Untersuchungen angegeben. Eine neue Untersuchung kann über den „AddExam“ Button hinzugefügt werden. Dieser erzeugt einen Button mit dem Namen „addExamination\_nr“ und ein Textfeld. Die nr des Buttons zählt die Untersuchungen aufsteigend und dient als Hilfe für die zweite Dimension. Der Button „addExamination\_nr“ öffnet das Panel zur zweiten Dimension. Im Textfeld wird der Name der Untersuchung eingetragen. Einige Zeichen sind nicht erlaubt, damit es keine Konflikte mit der XML Syntax und der Verarbeitung der Mitteilung im Hauptprogramm gibt. Diese Zeichen sind :

1. **Space** (in der Textfläche der dritten Dimension erlaubt)
2. > grösser
3. < kleiner
4. \ (Backslash)

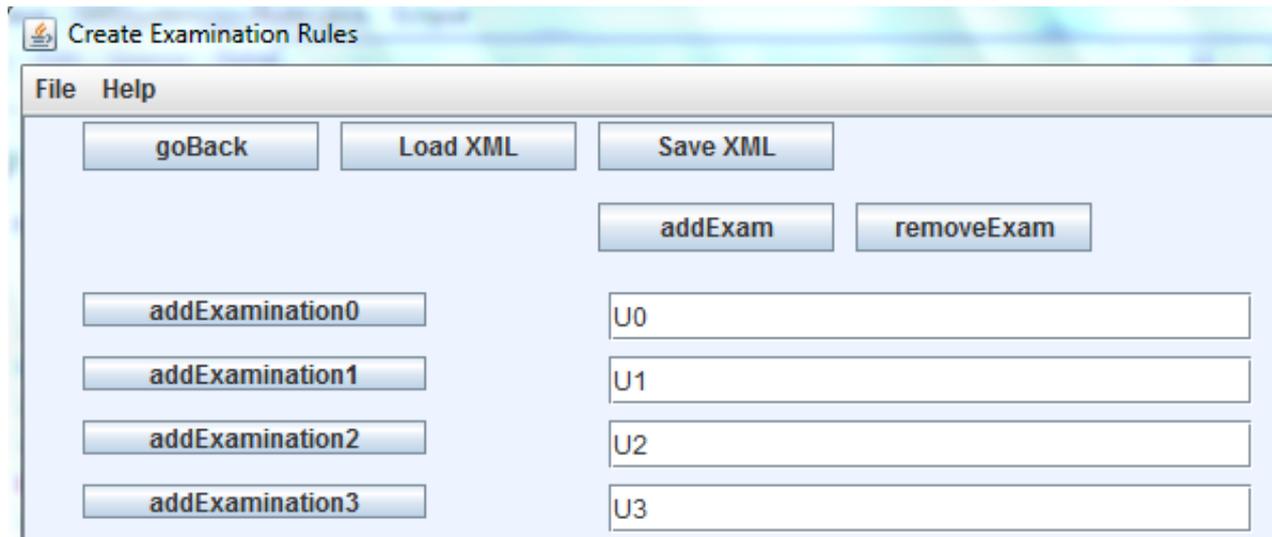


Abbildung 5.1: Regeleditor, erste Dimension

5. & (And)
6. ( (geöffnete Klammer auf)
7. “ (Anführungszeichen)
8. ) (geöffnete Klammer zu)
9. [ (eckige Klammer auf)
10. ] (eckige Klammer zu)

Wird die Regel verletzt erscheint in der rechten oberen Ecke ein rotes Label, dass die nicht erlaubten Zeichen auflistet.

In der ersten Dimension hat der Benutzer auch die Möglichkeit eine schon gespeicherte XML Datei zu laden. Dies ist hilfreich, wenn man später Untersuchungsregeln ändern, hinzufügen oder löschen möchte. Das Laden einer XML Datei geschieht, wenn man den „Load XML“ Button benutzt. Eine weitere Möglichkeit besteht über das Menü: „File->Load XML“. Hat man alle Untersuchungen definiert, kann man die Untersuchungen speichern. Dies geschieht mit Hilfe des „Save XML“ Buttons oder über das Menü File->„Save XML“. Eine neue Untersuchung kann über den „AddExam“ Button hinzugefügt werden. Untersuchungen können mit Hilfe des „RemoveExam“ Buttons gelöscht werden. Beispiele für Untersuchungen in der ersten Dimension sind z.B. die Neugeborenen Untersuchungen U1-U9. Hilfe zur Bedienung erhält man über den „Help“ Button.

In der zweiten Dimension (siehe Abbildung 5.2) werden Subuntersuchungen eingegeben. Hier stehen dem Benutzer zwei Aktionen zur Verfügung. Er kann eine Subuntersuchung hinzufügen über „AddExam“ hinzufügen und eine Subuntersuchung über „RemoveExam“ löschen. Wenn eine neue Subuntersuchung hinzugefügt wird, erscheint



Abbildung 5.2: Regeleditor, zweite Dimension

ein Button mit dem Namen „AddExamination\_nr\_nr und ein Textfeld. Die erste nr steht für die Untersuchung in der ersten Dimension und die zweite nr ist ein Zähler der Subuntersuchungen. Der Button öffnet das Panel zur dritten Dimension. Im Textfeld gibt man den Namen der Subuntersuchung an. Es gelten die gleichen Zeichenregeln wie für die Eingabe der ersten Dimension. Als Beispiel für die Untersuchung U1 können folgende Subuntersuchungen definiert werden : Apgar, Temperatur, Herzfrequenz, Atemfrequenz, Tonus, etc.

Die dritte Dimensionen (siehe Abbildung 5.3) bietet für den Benutzer die meisten

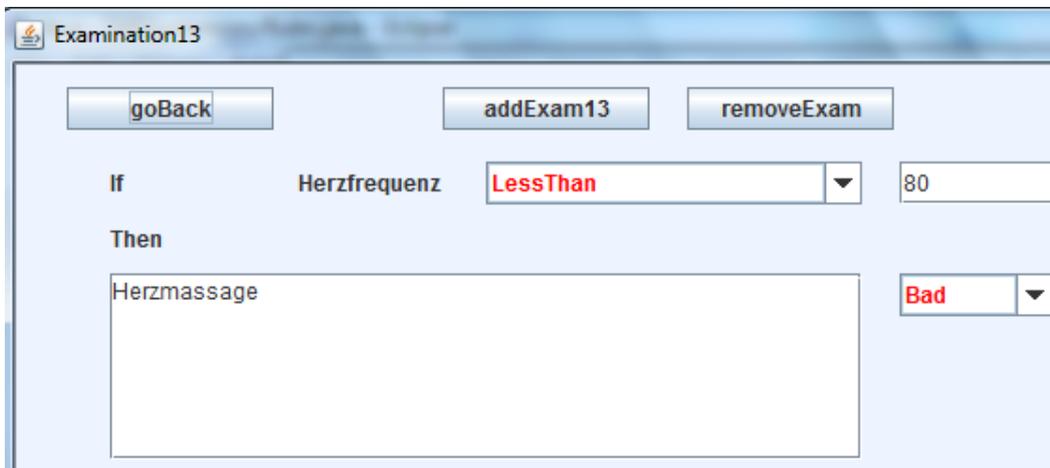


Abbildung 5.3: Regeleditor, dritte Dimension

Eingabemöglichkeiten. Hier werden alle Regeln definiert. Die erste ComboBox enthält die möglichen Operatoren. Der Benutzer hat die Möglichkeit zwischen folgenden Operatoren

(Tabelle 5.1) zu wählen :

Tabelle 5.1: Operatoren und die Datentypen

Operator	Datentyp
Less Than	Numeric
Equal Less Than	Numeric
Equal	Numeric, String
Greater Than	Numeric
Equal Greater Than	Numeric
Between	Numeric
ComplexRule	String

Falls der Between Operator gewählt wird, erscheint ein zusätzliches Textfeld, das die obere Grenze enthalten sollte. Das schon vorhandene Textfeld beschreibt die untere Grenze. Alle anderen Operatoren benutzen die Werte im Textfeld rechts neben der Operatoren-ComboBox (Abbildung 5.3: Textfeld mit Wert 80). Wird als Operator ComplexRule gewählt wird die Breite des Textfeldes verlängert. Der Grund dafür ist, das ComplexRule Werte lang sein können, weil sie mehrere Subuntersuchungen enthalten können. ComplexRule Werte können mit Hilfe von regulären Ausdrücke beschrieben werden. Listing 5.1 beschreibt, wie komplexe Regeln aufgebaut werden und Listing 5.2 zeigt ein Beispiel.

```
ComplexRule Language={ [ (~m (Subuntersuchung Operator Wert) [
  Verknüpfung (Subuntersuchung Operator Wert) ) ]^m]^n | n>=1; m={0,1};
  Operator =LessThan, EqualLessThan, Equal, GreaterThan,
  EqualGreaterThan, Between; Verknüpfung=AND, OR; () offene Klammern
  sind Teil des Alphabets; eckige Klammern sind nicht Teil des
  Alphabets}
```

Listing 5.1: ComplexRule Sprache

```
IF ( ( (Atmung Equal spontanatmung ) ) AND (Herzfrequenz GreaterThan
  100) AND ( (Hautkolorit Equal Rosig) OR (Hautkolorit Equal Periphere
  zyanose) ) ) )
```

Listing 5.2: Beispiel einer Komplexen Regel

Nachdem die ComboBox und das Textfeld ausgefüllt wurden, muss in der Textfläche eingetragen werden, was die Empfehlungen bzw. Folgeschritte sind, wenn die definierte Regel erfüllt ist. Die Textfläche ist mit einer Scrollbar versehen, falls die Zeichenkette zu lang sein sollte. Der letzte Schritt beschreibt, ob beim Eintreffen der Regel der Wert gut oder schlecht ist oder, ob er wieder gemessen werden muss. Gut bedeutet, dass der Wert medizinisch in Ordnung ist. Diese Werte erscheinen im Hauptprogramm grün. Schlecht bedeutet, dass der Wert medizinisch problematisch ist, und im Hauptprogramm rot angezeigt wird. Ist ein Wert medizinisch unwahrscheinlich, liegt vielleicht ein Meß- oder

Eingabefehler vor, und das System fordert den Absender der SMS auf, den Wert erneut zu messen. Eine weitere Möglichkeit wäre, dass der gemessene Wert eine weitere Untersuchung oder Überwachung erfordert. In diesem Fall soll zu einem späteren Zeitpunkt nochmal gemessen werden.

Diese Zustände werden in der ComboBox rechts neben der Textfläche ausgewählt. Wird „Recheck“ ausgewählt erscheinen nochmal zwei ComboBoxen. Hier kann man auswählen, wann die Untersuchung nochmal gemessen werden sollte. Die erste ComboBox speichert die Anzahl der Zeiteinheiten und die zweite ComboBox die Zeiteinheit. Hier kann man auswählen zwischen:

1. Minute (Minute)
2. Stunde (Hour)
3. Tag (Day)
4. Monat (Month)
5. Jahr (Year)

## 5.2 Das Hauptprogramm

Das Hauptprogramm ist eine für den Facharzt entwickelte Benutzeroberfläche. Hier kann der Arzt alle Mitteilungen und Antworten des Systems betrachten. Er kann nach Patientennamen, -geburtsdatum und Mitteilungsdatum filtern. Das Programm bietet dem Arzt farbliche Tabellen. Wie oben beschrieben steht grün dabei für gut, rot für schlecht, und gelb für nochmal nachmessen (recheck). Da die Telefonnummern mitgespeichert werden, kann der Arzt durch einen einfachen Mausklick mit dem Patienten via SMS Kontakt aufnehmen. Dies ist notwendig, falls der Arzt dem Sender zusätzliche Informationen mitteilen möchte. Im Hauptprogramm sind noch Debugging Panels vorhanden. Alle Mitteilungen, auch solche, die nicht patientenorientiert gesendet werden, sind im „View SMS InputOutput“ Panel sichtbar. Tritt ein Fehler während der Bearbeitung auf, ist er im letzten Panel sichtbar.

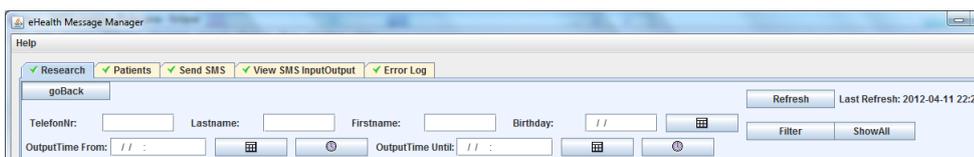


Abbildung 5.4: Research Panel, Filter Möglichkeit

### 5.2.1 SMS-Visualisierungs Panel

Das SMSVisualisierungs Panel ist das wichtigste Panel im Hauptprogramm. Hier stehen alle Mitteilungseingänge und -ausgänge patientenorientiert aufgelistet. Das Panel

## 5 Benutzeroberfläche des Regeleditors und des Hauptprogramms

Telefon	LastName	FirtstName	Birthday	Input	InputTime	Output	OutputTime
2345	pavel	alexandru	1987-09-08	Pavel Alexan...	2009-08-08 ...	pavel alexan...	2012-04-11 ...
2345	sirb	andreea	1987-09-08	Sirb Andreea...	2009-08-08 ...	sirb andree...	2012-04-11 ...
2345	halmagean	emil	1987-09-08	Halmagean ...	2009-08-08 ...	halmagean ...	2012-04-11 ...
2345	blaj	alexandru	1987-09-08	Blaj Alexandr...	2009-08-08 ...	blaj alexand...	2012-04-11 ...
2345	kausch	jonathan	1987-09-08	Kausch Jona...	2009-08-08 ...	kausch jona...	2012-04-11 ...
2345	seybold	martin	1987-09-08	Seybold Mart...	2009-08-08 ...	seybold mar...	2012-04-11 ...
2345	bohm	army	1987-09-08	Bohm Army ...	2009-08-08 ...	bohm army ...	2012-04-11 ...
2345	crisan	iosif	1987-08-09	Crisan Iosif ...	2009-08-08 ...	crisan iosif ...	2012-04-11 ...
2345	miclaus	doru	1987-09-08	Miclaus Doru...	2009-08-08 ...	miclaus dor...	2012-04-11 ...
2345	parnica	bogdan	1987-09-08	Parnica Bog...	2009-08-08 ...	parnica bog...	2012-04-11 ...
2345	pavel	alexandru	1987-09-08	Pavel Alexan...	2009-08-08 ...	pavel alexan...	2012-04-11 ...
2345	sirb	andreea	1987-09-08	Sirb Andreea...	2009-08-08 ...	sirb andree...	2012-04-11 ...
2345	halmagean	emil	1987-09-08	Halmagean ...	2009-08-08 ...	halmagean ...	2012-04-11 ...
2345	blaj	alexandru	1987-09-08	Blaj Alexandr...	2009-08-08 ...	blaj alexand...	2012-04-11 ...
2345	kausch	jonathan	1987-09-08	Kausch Jona...	2009-08-08 ...	kausch jona...	2012-04-11 ...
2345	seybold	martin	1987-09-08	Seybold Mart...	2009-08-08 ...	seybold mar...	2012-04-11 ...
2345	bohm	army	1987-09-08	Bohm Army ...	2009-08-08 ...	bohm army ...	2012-04-11 ...

Abbildung 5.5: Research Panel, Patienten und Mitteilungs-Tabelle

MessageInput:		
Pavel Alexandru 1987.09.08 U1 Apga 1.1 Temperatur 37,41 Atmung fehlend Herzfrequenz 80.44 Hautkolorit rosig U2 Atemfrequenz 35		
MessageOutput:		
Examination	Todo	Action
apgar 1 . 1	lebensgefährlich arzt informieren sauer...	bad
temperatur 37 . 41	low grade temperature . this is not rega...	recheck = 1 hour
atmung fehlend	maskenbeatmung intubation herzmas...	bad recheck = 1 hour
herzfrequenz 80 . 44	maskenbeatmung	recheck = 1 hour
hautkolorit rosig	ok	ok
atemfrequenz 35	ok	ok
ToDo:		
maskenbeatmung intubation herzmassage medikamante   ; atmung fehlend ( maskenbeatmung reevaluation		

Abbildung 5.6: Research Panel, Mitteilungen und Antworten des System aufgeteilt in Textflächen und einer Tabelle

besteht aus drei Teilen. Der erste Teil ist dafür zuständig Mitteilungen nach Nachname, Vorname, Geburtsdatum sowie Mitteilungszeiträumen zu filtern (siehe Abbildung 5.4). Die gefilterten Daten erscheinen in der unteren Tabelle. Neben dem „Filter“ Button

ist der „Refresh“ Button zuständig dafür, die Datenbank auf neu eingegangene Daten zu überprüfen. Rechts neben dem „Filter“ Button erscheint auch das Datum und die Uhrzeit des letzten Refresh. Der „ShowAll“ Button zeigt alle Daten, die sich beim letzten Programmstart in der Datenbank befanden. Der zweite Teil ist eine Tabelle (siehe Abbildung 5.5), die folgende Spalten enthält:

1. Telefon
2. Nachname
3. Vorname
4. Geburtstag
5. Mitteilungseingang
6. Mitteilungseingangszeit
7. Mitteilungsausgang
8. Mitteilungsausgangszeit

Nachdem ein Eintrag aus der Tabelle ausgewählt wird, aktiviert sich auch der dritte Teil des Panels. Es erscheint eine Textfläche mit der Mitteilungseingang und eine Tabelle mit der Antwort des System zum Mitteilungseingang (siehe Abbildung 5.6). Der Output ist in drei Spalten aufgeteilt und wird in Tabelle 5.2 erklärt.

Tabelle 5.2: Tabelle im SMSVisualisierer nachdem ein Tupel ausgewählt wurde

Untersuchung	Hier erscheinen die Untersuchungen, die in der Mitteilung gesendet wurden, sowie der Wert der Untersuchung
Todo	Hier erscheinen die Indikationen des Facharztes zu der gesendeten Untersuchung und Untersuchungswerte
Aktion	Die Aktion besagt ob der Wert Ok oder schlecht ist oder, ob nochmal gemessen werden sollte. Die Werte Ok, Bad und Recheck erscheinen in der Spalte.

Die Untersuchungen werden farblich dargestellt, damit der Arzt auf einen Blick sieht, welche Untersuchungen als schlecht, gut oder recheck klassifiziert wurden. Tabelle 5.3 enthält die Farbkodierungen der Aktionen.

Tabelle 5.3: Farbkodierungen der Aktionen

Aktion	Farbe
Ok	Grün
Bad	Rot

Recheck | **Gelb**

Wird in der Tabelle ein Eintrag ausgewählt, so erscheint eine Textfläche mit Scrollbar die den Todo-Eintrag aus Spalte zwei enthält. Dies ist nützlich, wenn der Todo-Eintrag zu lang ist, um in einer Zeile dargestellt zu werden.

### 5.2.2 Patients Panel

Das "Patients" Panel (siehe Abbildung 5.7) enthält alle im System gespeicherten Pa-

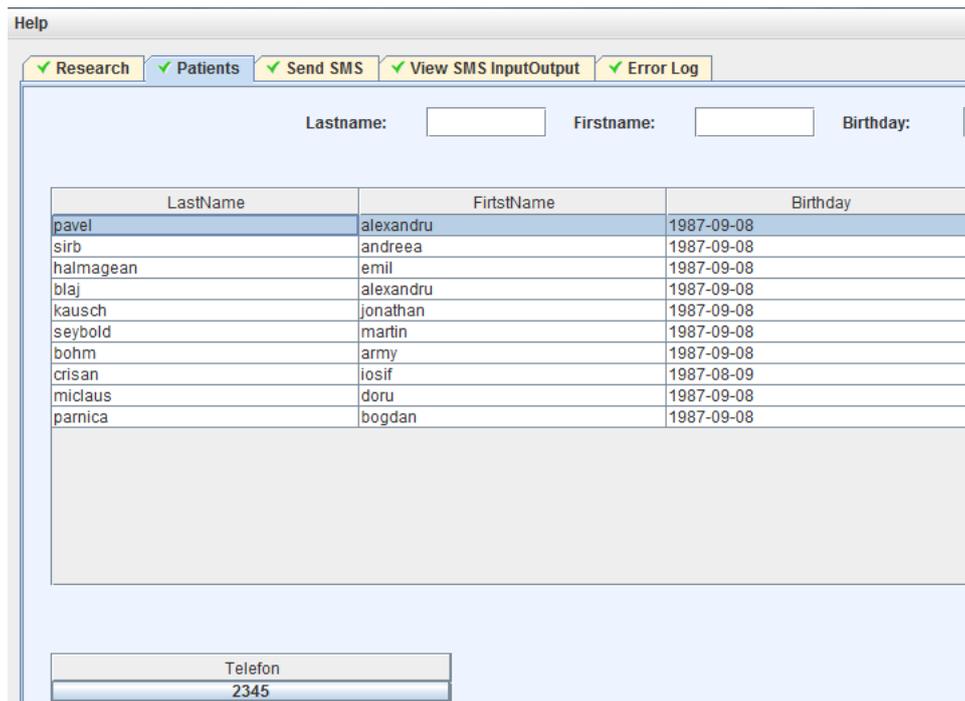


Abbildung 5.7: Patientenpanel

tienten. Das Panel besteht aus drei Teilen. Der erste Teil enthält die drei Textfelder Nachname, Vorname und Geburtsdatum sowie den „Filter“ Button. Der Arzt hat dadurch die Möglichkeit Patienten nach Nachname, Vorname und Geburtsdatum zu filtern. Neben dem „Filter“ Button ist der „Refresh“ Button dafür zuständig, die Datenbank auf neu eingekommene Daten zu überprüfen. Rechts neben dem „Filter“ Button erscheint auch das Datum und die Uhrzeit des letzten Refresh. Der „ShowAll“ Button zeigt alle Daten, welche sich beim Programmstart in der Datenbank befanden. Der zweite Teil enthält eine Tabelle mit den Patienten. Die Tabelle besteht aus drei Spalten: Nachname, Vorname und Geburtstag. Der letzte Teil enthält die Telefonnummern, unter denen der Patient oder sein Arzt die SMS gesendet hat. Die Telefonnummern erscheinen erst dann, wenn der Patient ausgewählt wurde.

### 5.2.3 SMS senden

Das “Send SMS” Panel (siehe Abbildung 5.8) besteht aus einem Textfeld, einer Textfläche

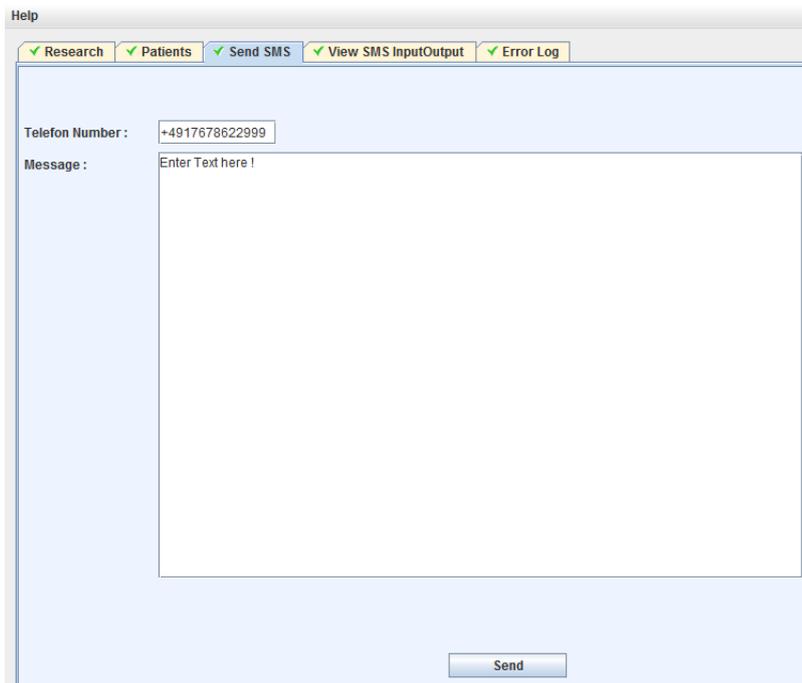


Abbildung 5.8: SMS senden Panel

mit Scrollbar und einem „Send“ Button. Der „Send“ Button wird erst dann sichtbar, wenn das Textfeld und die Textfläche mindestens eine Zeichenkette enthalten. Dieses Panel bietet dem Facharzt die Möglichkeit dem Patienten eine SMS zu versenden, falls er mit der Antwort des System nicht einverstanden ist oder falls er bemerkt, dass der Patient zusätzliche Informationen zu seiner Beschwerde benötigt. Nachdem die Nachricht verfasst und der „Send“ Button gedrückt wurde, baut das System eine Verbindung mit dem ans System angeschlossenen Mobiltelefon oder Modem durch die Schnittstelle SMSLib auf, und sendet die Nachricht.

### 5.2.4 View SMS InputOutput Panel

Das “View SMS InputOutput” Panel (siehe Abbildung 5.9) enthält alle eingegangene und ausgegangene Mitteilungen. Es besteht aus einer Textfläche mit Scrollbar und einem „Clear“ Button. Der „Clear“ Button löscht alles, was in der Textfläche vorhanden ist. Dies geschieht indem der String der die Inputs und Outputs enthält auf „“ gesetzt wird. Die Textfläche enthält alle Nachrichten, auch solche, die keine Patienteninformationen enthalten und im ersten Panel nicht sichtbar sind. Die Nachrichten werden folgendermaßen aufgelistet:

1. Uhrzeit zu der die Nachricht angekommen ist

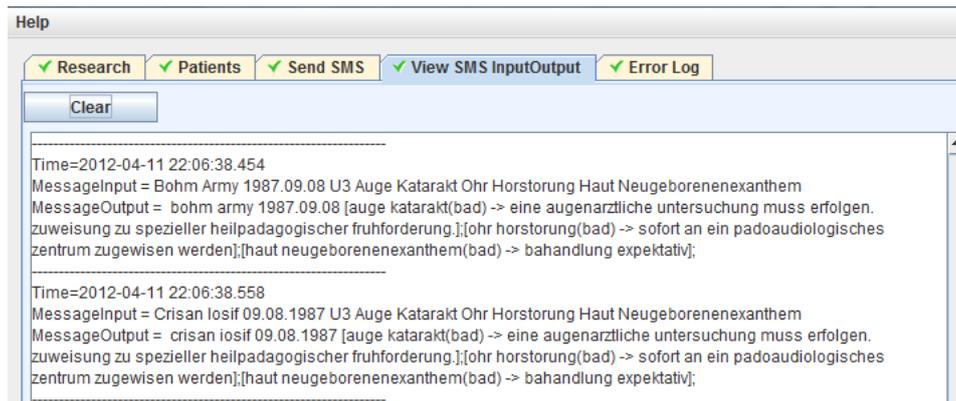


Abbildung 5.9: "View SMS InputOutput" Panel

2. Der MessageInput = Mitteilungseingang
3. Der MessageOutput = Antwort des Systems (anhand des Inputs generiert )
4. Dem Delimiter (Delimiter besteht aus einer Reihenfolge des Minus Zeichens (- - - - -))

### 5.2.5 Error Log Panel

Das "Error Log Panel" (Abbildung 5.10) gibt die Fehler aus, die bei der Bearbeitung der

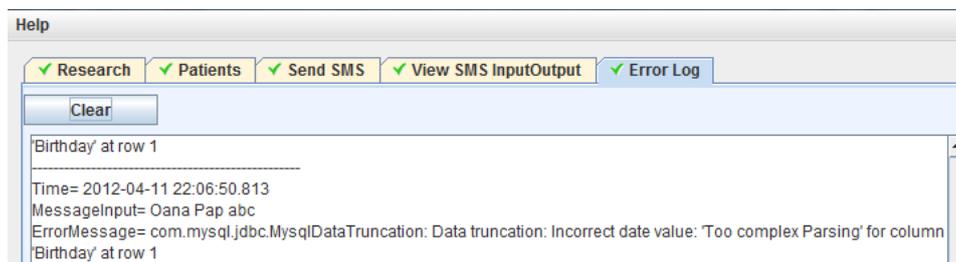


Abbildung 5.10: Error Log Panel

Nachrichten aufgetreten sind. Es besteht aus einer Textfläche mit Scrollbar und einem „Clear“ Button. Der „Clear“ Button löscht alles was in der Textfläche vorhanden ist. Dies geschieht, indem der String, der die Fehler enthält auf „‘ gesetzt wird. Die Auflistung des Fehlers enthält folgende Informationen:

1. Uhrzeit wann der Fehler aufgetreten ist
2. Den Mitteilungseingang, der den Fehler ausgelöst hat
3. Die Fehlernachricht

4. Dem Delimiter (Delimiter besteht aus einer Folge von Minus Zeichens (- - - - -))

Die meisten Fehler entstehen, falls die Daten nicht patientenorientiert verwendet werden. Typische Beispiele sind:

1. Geburtsdatum wird vor Nachname und Vorname geschickt
2. Geburtsdatum wird falsch geschickt. Damit der Geburtstag korrekt interpretiert werden kann muss der Geburtsmonat sich in der Mitte des Geburtstags tokens befinden. Korrekt ist alles in der Form : Tag.Monat.Jahr oder Jahr.Monat.Tag. Folgende Delimiter werden akzeptiert :
  - . (Punkt)
  - , (Komma)
  - ; (Semikolon)
  - - (Minus)
  - [ (eckige Klammern auf)
  - ] (eckige Klammern zu)



# 6 Ausblick und Zusammenfassung

## 6.1 Ausblick

Die in der Diplomarbeit entwickelte Anwendung kann sowohl im Regeleditor als auch im Hauptprogramm um einige für den Benutzer nützliche Funktionalitäten erweitert werden. Folgende Erweiterungen sind für die Anwendung denkbar und können auch als Softwarepraktikum angeboten werden:

- Zur Unterstützung des Benutzers (Facharztes) kann ein Editor für komplexe Regeln erstellt werden. In der jetzigen Version muss der Benutzer des Regeleditors auf die Einhaltung des im Listing 5.1 definierten Regulären Ausdrucks achten. Der neue Editor für komplexe Regeln sollte noch eine automatische Einfügfunktion haben, welche die komplexen Regeln in allen betroffenen Subuntersuchungen hinzufügt. Wird in der Atemfrequenz Subuntersuchung eine komplexe Regel verwendet, die neben der Atemfrequenz eine Regel für die Herzfrequenz definiert, dann sollte diese Regel auch in der Herzfrequenz Regeldimension (dritte Dimension) erscheinen.
- In der zweiten Dimension könnten Subuntersuchungen um Formeln und Funktionen erweitert werden. Einige Untersuchungswerte setzen sich aus anderen Untersuchungswerten zusammen. Ein Beispiel ist der Body Mass Index (BMI). Der BMI ist das Körpergewicht dividiert durch die Körpergröße zum Quadrat [Sch09]. Solche Formeln können leicht in einem weiteren Textfeld eingegeben werden und in der XML Datei als Attribut mitgespeichert werden. Funktionen können hilfreich sein, wenn ein Untersuchungswert sich aus vielen Untersuchungswerten zusammensetzt und diese im Textfeld nicht mehr deutlich sichtbar sind. Funktionen müssen auch in der XML Datei gespeichert werden und müssen die Java Syntax einhalten. Zur Laufzeit muss der Code dynamisch kompiliert werden. Dies kann in Java mit Hilfe der Reflektion [Dau07] erreicht werden.
- Das Verfassen der SMS kann mit Hilfe einer App erleichtert werden. Die App sollte drei statische Textfelder und die Möglichkeit zur Erstellung weiterer Textfelder besitzen. Die ersten drei statischen Textfelder sollten Patientendaten, wie Nachname, Vorname und Geburtstag enthalten. Bei der Generierung von weiteren Textfeldern sollten pro Untersuchung zwei Textfelder erzeugt werden. Das eine Textfeld enthält den Untersuchungsnamen und das zweite Textfeld sollte den Untersuchungswert enthalten. Während der Eingabe des Untersuchungsnamens sollten alle Untersuchungen erscheinen, die zu dem bereits teilweise eingegebenen Namen passen. Falls kein Vorschlag zum Untersuchungsnamen erscheint, so wurde keine solche Untersuchung definiert.

- Das Hauptprogramm schaut in einem bestimmten Intervall, ob eine neue SMS angekommen ist. Man kann das Hauptprogramm erweitern, indem auch E-Mails analysiert werden. Diese Erweiterung kann realisiert werden, indem die Java Mail API in der Anwendung integriert wird [Woo99].

### 6.2 Zusammenfassung

Diese Diplomarbeit hat gezeigt, wie die Patientenversorgung mit Hilfe von mobilen Endgeräten verbessert werden kann. Die entwickelte Lösung unterstützt Gesundheitsarbeiter vor Ort, die richtigen Entscheidungen treffen zu können. Durch die patientenorientierte Speicherung der Daten kann ein Facharzt ständig über den aktuellen Zustand seiner Patienten informiert bleiben. Dies ist besonders vorteilhaft, denn dadurch können Diagnosen genauer erstellt werden.

In dieser Diplomarbeit wurde eine Anwendung entwickelt, um die oben genannte Patientenversorgung zu unterstützen. Die Anwendung unterstützt das unerfahrene (medizinische) Personal bei der Entscheidungsfindung. Der Gesundheitsarbeiter schickt per SMS zu einer oder mehrerer Untersuchungen die festgestellten Diagnosen bzw. Beschwerden und die Anwendung antwortet zurück was die Folgeschritte zur Diagnose bzw. Beschwerde sind, zurück. Durch SMS Mitteilungen kann die strukturierte Behandlung von spezifischen Fragestellungen die Patientenversorgung in Real-Time unterstützen. Die Anwendung besteht aus dem Regeleditor und dem Hauptprogramm.

Der Regeleditor wurde für Fachärzte entwickelt, damit medizinische Regeln leicht erstellt werden können. Fachärzte können Untersuchungen und Folgeaktionen für jede Untersuchung definieren. Die Folgeaktionen werden, abhängig vom Wert, der geschickt wurde, ausgelöst. Der Regeleditor hat die Möglichkeit Regeln zu laden. Dies ist vorteilhaft, wenn Regeln zwischen Fachärzten ausgetauscht werden. Jeder Facharzt kann Regeln und Folgeaktionen hinzufügen, löschen oder ändern, um die Regeln Gebietsspezifisch anzupassen. Die Regeln werden im XML Format gespeichert.

Das Hauptprogramm liest die XML Datei und speichert die Untersuchungen und Folgeaktionen in Hashtabellen. Das Speichern in Hashtabellen ist besonders vorteilhaft, weil der Zugang zu den Untersuchungen und Folgeaktionen sehr schnell geschieht. Nach diesen Schritt untersucht das Hauptprogramm in definierten Zeitabständen, ob eine neue SMS empfangen wurde. Eine neu empfangene SMS wird, mit Hilfe der SMSLib Bibliothek, in einer Datenbank gespeichert. Nachdem sie eingelesen wurde, wird sie vom Hauptprogramm verarbeitet. Für jede Untersuchung wird der Untersuchungswert mit den Regeln verglichen. Falls Schreibfehler vorhanden sind, werden diese mit Hilfe des Levenshtein Algorithmus verbessert. Wenn ein gesendeter Wert die Bedingung einer Regel erfüllt wird die Untersuchung, der Wert und die Folgeaktion dem Antwortstring hinzugefügt. Nachdem alle gesendeten Werte mit den Regeln verglichen wurden, wird der Antwortstring dem Sender zurückgeschickt. Im nächsten Schritt werden die Daten in der Datenbank gespeichert.

Alle Patienten, Antworten des Systems, Eingangsnachrichten, Sendezeiten und Telefonnummern sind im Hauptprogramm sichtbar. Der Facharzt kann nach Patientendaten

wie Name und Geburtsdatum sowie in einem ausgewählten Zeitintervall filtern. Die Antworten des Systems werden in Tabellen dargestellt, wobei jedem Tupel, abhängig von der Schwierigkeitsklassifizierung, eine Farbe zugewiesen ist. Das ist für den Facharzt vorteilhaft, weil er dadurch zwischen gefährlichen und harmlosen Werten leicht unterscheiden kann. Falls der Facharzt unzufrieden mit der Antwort des Systems ist, kann er leicht im Programm eine SMS verfassen und dem Sender zusätzliche Informationen senden.



# Literaturverzeichnis

- [Ban10] World Bank. World development indicators 2010. <http://data.worldbank.org/indicator/SH.MED.BEDS.ZS>, April 2010.
- [Bau02] Thomas Baumann. *Atlas der Entwicklungsdiagnostik - Vorsorgeuntersuchungen U1 bis U10/J1*. Georg Thieme Verlag, 2002.
- [Bec09] Margit Becher. *XML*. W3L GmBH, 2009.
- [Beu02] Mirko Beutel. Evaluation von xml und java. Master's thesis, Fachhochschule Mannheim, 2002. 1.3.
- [BP03] Emilie Warner Balakrishna Pisupati. *Sustainable development goals and trade*. IUCN, 2003.
- [CGH07] Panayiotis Alefragis Christos Gogos and Efthymios Housos. Sensor enabled rule based alarm system for the agricultural industry. Technical report, Computer Systems Laboratory, Dept. of Electrical & Computer Engineering, University of Patras, GR-26500, Rio, Patras, Greece, 2007.
- [CNH11] Marlen Stacey Chawani Caroline Ngoma and Jo Herstad. Adaption of mobile application to improve flow of birth information from the community to the district level. In *E-Infrastructure and E-Services for Developing Countries*. Springer, 2011.
- [Con09] Vital Wave Consulting. mhealth for development - the opportunity of mobile technology for healthcare in the developing world, 2009.
- [Dar05] Ian F. Darwin. *Java Kochbuch*. O'Reilly Verlag, 2005.
- [Dau07] Berthold Daum. *Java 6*. Addison-Wesley, 2007.
- [DS04] Basil Strategies Danise Silber. The case for ehealth. In *E-Health: Current Situation and Examples of Implemented and Beneficial Ehealth Applications*, 2004.
- [Dze09] Joan Dzenowagis. Bridging the digital divide:linking health and ict policy. In *Telehealth in the Developing World*. Royal Society of Medicine Press Ltd., 2009.
- [Fic10] Nicole Fich. Management of e-services projects: Die einführung von e-health. Master's thesis, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, 2010. 2,7.

## Literaturverzeichnis

- [FN10] Melanie Herschel Felix Naumann. *An Introduction to Duplicate Detection*. Morgan&Claypool, 2010.
- [GK09] Thomas Stark Guido Krüger. *Handbuch der Java-Programmierung*. Addison-Wesley, 2009.
- [Har03] Elliotte Rusty Harold. *Processing Xml With Java: A Guide to Sax, Dom, Jdom, Jaxp, and Trax*. Addison-Wesley, 2003.
- [Hei07] Volker Heitkamp. Kommunikation von innovationen am beispiel von e-health anwendungen. Master's thesis, Technische Universität München, 2007. 1.7.
- [HJD01] Oliver Razum D. Hampel Hans-Jochen Diesfeld, Gerd Falkenhorst. *Gesundheitsversorgung in Entwicklungsländern: Medizinisches Handeln aus bevölkerungsbezogener Perspektive*. 2. Auflage. Springer, 2001.
- [Kus06] Martin Kussel. E-mail- und sms-kommunikation. Master's thesis, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 2006. 1,7.
- [May04] Julika Mayer. Arzt-patient-beziehung im wandel. In *e-Health*, pages 320–323. Springer, 2004.
- [ME06] Isaac Ngugi Peter C. Smith Mike English, Claudio F. Lanata. The district hospital. In *Disease Control Priorities In Developing Countries*, Second Edition, page 611, 2006.
- [Mon09] Peter Monadjemi. *Visual Basic 2008 Kompendium*. Markt+Technick, 2009.
- [MUDDKPP05] Medizinische Universität Innsbruck Moderator: Univ.Prof. DI. Dr. Karl Peter PFEIFFER. Entwurf für eine österreichische e-health strategie. Basierend auf den Arbeiten der Arbeitskreise 2-7 der EHI, November 2005.
- [Org08] World Health Organisation. Population, health and human well-being — public health: Physicians per 100,000 people. <http://earthtrends.wri.org/text/population-health/variable-1297.html>, 2008.
- [PH09] Christian Johner Peter Haas. *Praxishandbuch IT im Gesundheitswesen: Erfolgreich einführen, entwickeln, anwenden und betreiben*. Hanser Verlag, 2009.
- [Pot06] Dr. Elisabeth Pott. Prävention mit hilfe elektronischer medien in verschiedenen alters- und berufsgruppen. In *eHealth: Innovations- und Wachstumsmotor für Europa*. Springer, 2006.
- [Rod08] Dr Roberto J Rodrigues. Compelling issues for adoption of e-health. eHealthStrategies, USA, 2008.

- [Sch04] Sascha Schimke. *Adaption Des Levenshtein-Abstandes Zur Online-Handschriftauthentifikation*. GRIN Verlag, 2004.
- [Sch09] Stefan Schurr. *Ernährung im Ausdauersport: Leitfaden für optimale Leistungsfähigkeit in Training und Wettkampf*. Books on Demand, 2009.
- [Sta10] Thomas Stark. *Java EE 6: Einstieg für Anspruchsvolle*. Addison-Wesley in Kooperation mit Pearson Studium, 2010.
- [Tea] SMSLib Team. Smslib website. <http://smslib.org/doc/about/>.
- [Tea07] MySQL AB Development Team. *Das offizielle MySQL 5-handbuch*. Addison-Wesley, 2007.
- [UNI98] UNICEF. *The Progress of Nations*. UNICEF, 1998.
- [Uni08] Unicef. *The State of Africa's Children, 2008: Child Survival*. UNICEF, May 2008.
- [Web02] Axel Weber. Insurance and market failure at the microinsurance level. In *Social Reinsurance: A New Approach to Sustainable Community Health Financing*, pages 203–205, 2002.
- [Woo99] David Wood. *Programming Internet Email*. O'Reilly Verlag, 1999.
- [WW10] Dinusha Vatsalan Shiromi Arunatileka Keith Chapman Gihan Senaviratne Saatviga Sudahar Dulindra Wijetileka and Yvonne Wickramasinghe. Mobile technologies for enhancing ehealth solutions in developing countries. Technical report, University of Colombo School Computing, SRI Lanka, Base Hospital, Chilaw, Sri Lanka, 2010.
- [Zas05] Thomas Zastrow. *XML als Beschreibungssprache für Textcorpora*. PhD thesis, Universität Trier, 2005. 1.3.



# Anhang

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>

<Examinations>
<U0>
<Erstversorgung>
<Equal value='Erstversorgung' action='Ok' time='' period=''>Gebärzimmer
    warm halten - Wärmelampe anschalten - Unterlagen der Mutter durchlesen
    - vorgewärmte Tücher - Hände waschen - Handschuhe - Stoppuhr</Equal>
</Erstversorgung>
<Herzmassage>
<Equal value='Herzmassage' action='Ok' time='' period=''>Beide Daumen
    werden nebeneinander oder übereinander auf das untere Drittel des
    Sterns gelegt(unterhalb einer Linie, die beiden Mamillen verbindet)
    , die anderen Finger umfassen den ganzen Thorax. Die Tiefe der
    Kompression sollte mindestens 1/3 des anteroposterioren Durchmessers
    des Thorax betragen. Beatmung und die Herzmassage sollten so
    koordiniert werden dass sie nicht zusammenfallen. Sie sollten in
    einem Verhältniss Kompression:Ventilation von 3:1 durchgeführt werden
    </Equal>
</Herzmassage>
<Hausgeburt>
<Equal value='Hausgeburt' action='Ok' time='' period=''>Nummver von
    Ambulanz und Krankenhaus - Raumheizung und gutes Licht - gepolsterte
    Oberfläche und Handschuhe - Beatmungsbeutel und Masken -
    Sauerstoffmaske und O2 Verbindungsschlauch - Absauggerät und
    Absaugkatheter - Sauerstoffbombe mit Flowmeter -
    Reanimationsprotokoll - Nabelklemme und Nabelschnur - Stoppuhr -
    Stehoskop - Thermometer</Equal>
</Hausgeburt>
</U0>
<U1>
<Apgar>
<EqualGreaterThan value='9' action='Ok' time='' period=''>Ok</
    EqualGreaterThan>
<Between value='5;8' action='Recheck' time='Hour' period='1'>Benötigt
    vielleicht Sauerstoff</Between>
```

```
<LessThan value='5' action='Bad' time='' period=''>Lebengefährlich -
  Arzt informieren - Sauerstoff - Wärmelampe</LessThan>
</Apgar>
<Temperatur>
<LessThan value='36' action='Ok' time='' period=''>means that your baby
  needs to be warmed up. </Equal>
<Between value='36.01;37' action='Ok' time='' period=''>Normal
  temperature</Between>
<Between value='37.01;37.5' action='Recheck' time='Hour' period='1'>Low-
  grade temperature. This is not regarded as a fever, but may be caused
  by your baby being overheated, overdressed, having too many (or
  heavy) bedclothes on, being over-wrapped, or being in a hot car,
  particularly in warm weather. </Between>
<Between value='37.51;38' action='Recheck' time='Hour' period='1'>
  Elevated Temperatur. This may be caused by the baby being mildly
  unwell, or as a side effect from routine immunisation (often making
  the baby irritable). This may not require any medications to bring
  their temperature down (unless the temperature continues to rise).
  You can try sponging them down with tepid to lukewarm water, or
  bathing them in a tepid bath. Again, keep clothing and bedding light
  and to a minimum. </Between>
<GreaterThan value='38' action='Bad' time='' period=''>Fever. This may
  indicate an infection or viral illness, and will normally be
  accompanied by other physical symptoms. Babies with a fever will
  usually need some form of medication (such as infant paracetamol) to
  help bring down their temperature (follow the recommended dosages).
  You may want to have them checked by your doctor, (when convenient)
  to rule out the need for any further treatments. </GreaterThan>
</Temperatur>
<Atmung>
<ComplexRule value='IF ( ( (Atmung Equal fehlend) OR (Atmung Equal
  ungenugend) ) AND (Herzfrequenz LessThan 80.45) ) ' action='Bad' time
  =' ' period=''>Maskenbeatmung - Intubation - Herzmassage - Medikamante
</ComplexRule>
<ComplexRule value='IF ( ( (Atmung Equal fehlend) OR (Atmung Equal
  ungenugend) ) AND (Herzfrequenz GreaterThan 100) ) ' action='Bad'
  time='' period=''>Maskenbeatmung - Intubation - Herzmassage -
  Medikamante</ComplexRule>
<ComplexRule value='IF ( ( (Atmung Equal fehlend) OR (Atmung Equal
  ungenugend) ) AND (Herzfrequenz Between 80;100) ) ' action='Recheck'
  time='Hour' period='1'>Maskenbeatmung - Reevaluation</ComplexRule>
<ComplexRule value='IF ( ( (Atmung Equal spontanatmung) ) AND (
  Herzfrequenz GreaterThan 100) AND ( (Hautkolorit Equal Rosig) OR (
  Hautkolorit Equal Periphere zyanose) ) ) ' action='Bad' time='' period
```

=''>Beobachtung. Bei Zyanose mit oberflächlicher oder langsamer Atmung und normaler Herzfrequenz wird die Haut stimuliert und Sauerstoff über eine Gesichtsmaske angeboten. Diese Sauerstoffmaske sollte dicht und gleichmässig über Mund und Nase gehalten werden. Sauerstofffluss von 4-5l/min einstellen. Wenn nach weiteren 20-30s keine Verbesserung der Atmung eintritt, die Zyanose persistiert oder die Herzfrequenz unter 100/min abfällt, muss das Kind beatmet werden.

</ComplexRule>

<ComplexRule value='IF ( ( (Atmung Equal spontanatmung ) ) AND ( Herzfrequenz GreaterThan 100) AND ( Hautkolorit Equal zentrale zyanose) )' action='Bad' time='' period=''>O2Reevaluation. Bei ungenügender oder fehlender Spontanatmung, respektive einer Herzfrequenz kleiner 100/min und oder persistierender Zyanose trotz Sauerstoffverabreichung soll das Neugeborene mittels Beutel und Maske beatmet werden. Der Kopf wird dazu leicht deflektiert und der Mund etwas geöffnet gehalten. Die Beatmung wird mit einem den Bedürfnissen des Kindes angepassten Druck und mit einer Frequenz zwischen 40-60/min durchgeführt.</ComplexRule>

</Atmung>

<Herzfrequenz>

<LessThan value='80' action='Bad' time='' period=''>Herzmassage</LessThan>

<Between value='80;100' action='Recheck' time='Hour' period='1'>Maskenbeatmung</Between>

<GreaterThan value='100' action='Bad' time='' period=''>Maskenbeatmung - Medikamente</GreaterThan>

</Herzfrequenz>

<Tonus>

<Equal value='rosig' action='Ok' time='' period=''>Ok</Equal>

<Equal value='blau' action='Bad' time='' period=''>benötigt vielleicht Sauerstoff</Equal>

</Tonus>

<Hautkolorit>

<Equal value='rosig' action='Ok' time='' period=''>Ok</Equal>

<Equal value='blau' action='Bad' time='' period=''>benötigt vielleicht Sauerstoff</Equal>

</Hautkolorit>

</U1>

<U2>

<Tonus>

<Equal value='Stereotypen' action='Recheck' time='Day' period='4'>exakte neurologische Beurteilung und Dokumentation wichtig. Je nach Grad der Auffälligkeiten : Kontrolle in einem Monat, entwicklungspsychiatrisches oder kinderneurologisches Konsilium,

Zuweisung zur Physiotherapie bzw an ein sozialpädiatrisches  
entwicklungspädiatrisches Zentrum</Equal>  
<Equal value='Plumpen' action='Recheck' time='Day' period='5'>exakte  
neurologische Beurteilung und Dokumentation wichtig. Je nach Grad der  
Auffälligkeiten : Kontrolle in einem Monat,  
entwicklungspädiatrisches oder kinderneurologisches Konsilium,  
Zuweisung zur Physiotherapie bzw an ein sozialpädiatrisches  
entwicklungspädiatrisches Zentrum</Equal>  
<Equal value='Tonusstörung' action='Recheck' time='Day' period='6'>  
exakte neurologische Beurteilung und Dokumentation wichtig. Je nach  
Grad der Auffälligkeiten : Kontrolle in einem Monat,  
entwicklungspädiatrisches oder kinderneurologisches Konsilium,  
Zuweisung zur Physiotherapie bzw an ein sozialpädiatrisches  
entwicklungspädiatrisches Zentrum</Equal>  
<Equal value='Assymetrien' action='Recheck' time='Day' period='8'>  
exakte neurologische Beurteilung und Dokumentation wichtig. Je nach  
Grad der Auffälligkeiten : Kontrolle in einem Monat,  
entwicklungspädiatrisches oder kinderneurologisches Konsilium,  
Zuweisung zur Physiotherapie bzw an ein sozialpädiatrisches  
entwicklungspädiatrisches Zentrum</Equal>  
</Tonus>  
<Reflexe>  
<Equal value='monotone Bewegungsmuster' action='Recheck' time='Day'  
period='4'>exakte neurologische Beurteilung und Dokumentation wichtig  
. Je nach Grad der Auffälligkeiten : Kontrolle in einem Monat,  
entwicklungspädiatrisches oder kinderneurologisches Konsilium,  
Zuweisung zur Physiotherapie bzw an ein sozialpädiatrisches  
entwicklungspädiatrisches Zentrum</Equal>  
<Equal value='Stereotypen' action='Recheck' time='Day' period='9'>exakte  
neurologische Beurteilung und Dokumentation wichtig. Je nach Grad  
der Auffälligkeiten : Kontrolle in einem Monat,  
entwicklungspädiatrisches oder kinderneurologisches Konsilium,  
Zuweisung zur Physiotherapie bzw an ein sozialpädiatrisches  
entwicklungspädiatrisches Zentrum</Equal>  
</Reflexe>  
<SomatischerStatus>  
<Equal value='Spaltbildung' action='Bad' time='', period=''>  
Spezialistenteam</Equal>  
</SomatischerStatus>  
<Nase>  
<Equal value='Choanalatresie' action='Ok' time='', period=''>operative  
Sanierung</Equal>  
</Nase>  
<Auge>

```

<Equal value='Konjunktivitis' action='Bad' time='' period=''>Behandlung.
  Bei Unwirksamkeit des Antibiotikums weiter abklären</Equal>
</Auge>
<Sehscharfe>
<Equal value='Blinkreflexe' action='Ok' time='' period=''>Bedeutet nur,
  dass das Neugeborene Licht wahrnehmen kann. Ausrichtung der Augen auf
  eine diffuse Lichtquelle. </Equal>
<Equal value='Reaktion auf das menschliche Gesicht' action='Ok' time=''
  period=''>OK</Equal>
</Sehscharfe>
<Atemfrequenz>
<Between value='30;40' action='Ok' time='' period=''>Ok</Between>
<LessThan value='30' action='Bad' time='' period=''>benötigt vielleicht
  Sauerstoff</LessThan>
<GreaterThan value='40' action='Bad' time='' period=''>Sauerstoffmaske</
  GreaterThan>
</Atemfrequenz>
<Atempause>
<LessThan value='10' action='Ok' time='' period=''>normal</LessThan>
<GreaterThan value='20' action='Bad' time='' period=''>Apnoe</
  GreaterThan>
<Between value='10;20' action='Recheck' time='Hour' period='1'>
  Beobachtung</Between>
</Atempause>
<Herzfrequenz>
<Between value='100;180' action='Ok' time='' period=''>Normal</Between>
<LessThan value='100' action='Ok' time='' period=''>Bradyhardie</
  LessThan>
<GreaterThan value='180' action='Ok' time='' period=''>Tachyhardie</
  GreaterThan>
</Herzfrequenz>
<Schadel>
<Equal value='Kepelhamatome' action='Bad' time='' period=''>müssen
  punktiert werden</Equal>
</Schadel>
</U2>
<U3>
<Auge>
<Equal value='retrolentale Fibroplasie' action='Bad' time='' period=''>
  augenärztliche Untersuchung</Equal>
<Equal value='Lidhamagiom' action='Bad' time='' period=''>Kann zur
  Amblyopie führen. Unter Umständen aggressive Therapie indiziert.</
  Equal>

```

```
<Equal value='Katarakt' action='Bad' time='' period=''>Eine
  Augenärztliche Untersuchung muss erfolgen. Zuweisung zu spezieller
  heilpädagogischer Frühforderung.</Equal>
<Equal value='Buphthalmus' action='Bad' time='' period=''>Eine
  Augenärztliche Untersuchung muss erfolgen. Zuweisung zu spezieller
  heilpädagogischer Frühforderung.</Equal>
<Equal value='Retinoblastom' action='Bad' time='' period=''>Eine
  Augenärztliche Untersuchung muss erfolgen. Zuweisung zu spezieller
  heilpädagogischer Frühforderung.</Equal>
<Equal value='Tranengangstenose' action='Recheck' time='Month' period
  ='7'>Instruktion der Mutter zu Reinigung und Massage, allenfalls
  Therapie der Superinfektion. Wegen sehr guter Spontanheilungstendenz
  soll die Sondierung besser erst jenseits des 8. Lebensmonats geplant
  werden, was dann aber unter Umständen eine Narkose erfordert. </
  Equal>
</Auge>
<Nase>
<Equal value='Choanaatresie' action='Bad' time='' period=''>operative
  Sanierung</Equal>
<Equal value='Scheidenwandluxation' action='Bad' time='' period=''>
  sollte reponiert werden</Equal>
</Nase>
<Ohr>
<Equal value='Horstörung' action='Bad' time='' period=''>sofort an ein
  padoaudiologisches Zentrum zugewiesen werden</Equal>
</Ohr>
<Haut>
<Equal value='Neugeborenenexanthem' action='Bad' time='' period=''>
  Behandlung expektativ</Equal>
<Equal value='Milchschorf' action='Bad' time='' period=''>Behandlung mit
  Salicylvaseline</Equal>
</Haut>
<Herzkreislauf>
<ComplexRule value='If (Herzgerausche) AND (NOT Zyanose) AND (NOT
  Herzinsuffizienz)' action='Recheck' time='Day' period='7'>
  Kontrolbedürftig, keine weiteren Massnahmen</ComplexRule>
<Equal value='Herzinsuffizienz' action='Bad' time='' period=''>
  notfallmassige Einweisung in ein spezialisiertes Zentrum</Equal>
<Equal value='Zyanose' action='Bad' time='' period=''>notfallmassige
  Einweisung in ein spezialisiertes Zentrum</Equal>
<Equal value='Arrhythmie' action='Bad' time='' period=''>notfallmassige
  Einweisung in ein spezialisiertes Zentrum</Equal>
</Herzkreislauf>
<Abdomen>
```

```

<Equal value='Inguinalhernie' action='Bad' time='' period=''>bei Jungen
  reponiert. Bei Mädchen sind Repositionsversuche wegen der Gefahr
  einer Ovarialverletzung zu unterlassen. Reponible Hernien werden in
  einem Wahleingriff saniert, inkarzierte Hernien sind notfallmässig
  zu operieren</Equal>
<Equal value='Nebelhernien' action='Bad' time='' period=''>bilden sich
  mit hoher Wahrscheinlichkeit spontan zuruck. Die Operation hat nur
  kosmetische Bedeutung.</Equal>
<ComplexRule value='IF (Gedeistorungen) AND (Stuhlabnormitäten)' action
  ='Bad' time='' period=''>weitere Abklärung</ComplexRule>
</Abdomen>
<Bewegungsaparat>
<Equal value='Arthrogener Schiefhals' action='Bad' time='' period=''>
  Mittels Röntgen(transbukkale Aufnahme) muss vorerst eine Missbildung
  ausgeschlossen werden, dann Mobilisation durch Spezialisten.</Equal>
<Equal value='Muskuläre Kontraktur' action='Bad' time='' period=''>
  Physiotherapie indiziert, selten Operation notwendig</Equal>
<Equal value='fixierte Skoliose' action='Bad' time='' period=''>
  Erfordert eine radiologische Beurteilung</Equal>
<Equal value='Sichelfuss' action='Bad' time='' period=''>Anleitung der
  Mutter zur Massage. Taping oder Gipsbehandlung sind selten notwendig<
  /Equal>
<Equal value='Klumpfuss' action='Bad' time='' period=''>sofortige
  kinderorthopadische Betreuung</Equal>
</Bewegungsaparat>
<Genitale>
<Equal value='intersexueller Genitalbefund' action='Bad' time='' period
  =''>Endokrinologischen Abklärung und sofortige Klinikeinweisung</
  Equal>
<Equal value='Klitorishypertrophie' action='Bad' time='' period=''>
  Endokrinologischen Abklärung und sofortige Klinikeinweisung</Equal>
<Equal value='Hypospadie' action='Recheck' time='Year' period='1'>
  Behandlung nur nach dem ersten Lebensjahr</Equal>
<Equal value='Lageanomalie der Hoden' action='Recheck' time='Month'
  period='1'>Kontrolle</Equal>
</Genitale>
</U3>
</Examinations>

```

Listing 1: Medizinische XML-Regeln für Neugeborene [Bau02]

```

CREATE TABLE PATIENT
(
PatientID INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,

```

```

Lastname VarChar(40),
FirstName Varchar(40),
Birthday Date,
PRIMARY KEY (PatientID)
);

CREATE TABLE PATIENT
(
PatientID INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
Lastname VarChar(40),
FirstName Varchar(40),
Birthday Date,
PRIMARY KEY (PatientID)
);

CREATE TABLE INPUTOUTPUT
(
TelNr VarChar(40),
MessageInput Blob,
InputTime Timestamp,
MessageOutput Blob,
OutputTime Timestamp
);

CREATE TABLE Recheck
(
TelNr VarChar(40),
Message Blob,
Processed Char(1),
RecheckTime Timestamp Not Null
);

CREATE TABLE Recheck
(
Misspelling varchar(50),
Correct varchar(60),
PRIMARY KEY (Missspeling)
);

CREATE TABLE 'smsserver_in' (
'id' int(10) unsigned NOT NULL AUTO_INCREMENT,
'process' int(11) NOT NULL,
'originator' varchar(16) NOT NULL,
'type' varchar(1) NOT NULL,
```

```
'encoding' char(1) NOT NULL,  
'message_date' datetime NOT NULL,  
'receive_date' datetime NOT NULL,  
'text' varchar(1000) NOT NULL,  
'original_ref_no' varchar(64) DEFAULT NULL,  
'original_receive_date' datetime DEFAULT NULL,  
'gateway_id' varchar(64) DEFAULT NULL,  
PRIMARY KEY ('id')  
) ENGINE=MyISAM AUTO_INCREMENT=9 /*!40100 DEFAULT CHARSET=utf8*/;
```

Listing 2: Datenbanken des SMSRules-Systems



# Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst habe und dabei keine andere als die angegebene Literatur verwendet habe. Alle Zitate und sinngemäßen Entlehnungen sind als solche unter genauer Angabe der Quelle gekennzeichnet.

Stuttgart, 05.06.2012

Alexandru-Tiberiu Pavel