

Katharina Gruber, BSc

**Dashboard und Klassifikatoren in einer telemedizinischen
Software zur Unterstützung der kollaborativen
Herzinsuffizienz-Versorgung**

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades
Diplom-Ingenieurin

Masterstudium Biomedical Engineering

eingereicht an der
Technischen Universität Graz

Betreuer

Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.techn. Günter Schreier, MSc

Institut für Semantische Datenanalyse/Knowledge Discovery

Graz, April 2015

Diese Masterarbeit wurde in Kooperation mit
folgendem Unternehmen erstellt:



AIT Austrian Institute of Technology GmbH
Digital Safety & Security Department

AIT-Betreuer: Dipl.-Ing. Dr.techn. Robert Modre-Osprian

Reininghausstraße 13/1
8020 Graz
Österreich

EIDESSTAATLICHE ERKLÄRUNG

AFFIDAVIT

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources. The text document uploaded to TUGRAZonline is identical to the present master thesis.

Datum / Date

Unterschrift / Signature

Danksagung

»Keine Schuld ist dringender als die, Dank zu sagen.«

Marcus Tullius Cicero

In diesem Sinne möchte ich die Gelegenheit nutzen und mich bei all jenen bedanken, die an der Entstehung dieser Masterarbeit direkt oder indirekt maßgeblich beteiligt waren:

Zuallererst möchte ich mich bei meinem Betreuer Robert Modre-Osprian bedanken, für die unzähligen Anregungen zu dieser Arbeit und dafür, dass er auch in stressigen Zeiten immer ein offenes Ohr für mich hatte. Weiterer Dank gilt Günter Schreier und Karl Kreiner sowie allen anderen Kollegen des AIT, die mir vorgelebt haben, wie man professionell angewandte Wissenschaft betreibt und die sich die Zeit für meine Fragen genommen haben.

Meinen Eltern, Franziska und Herbert, möchte ich an dieser Stelle einen ganz besonderen Dank aussprechen. Sie haben immer an mich geglaubt haben und meine Entscheidungen stets respektiert und unterstützt.

Bei all meinen Freunden möchte ich mich dafür bedanken, dass sie, mehr oder weniger bewusst, für die notwendige Ablenkung gesorgt haben. Besonders möchte ich mich bei Sonja, Michi und Evi für das Korrekturlesen dieser Arbeit bedanken. Ein großes, von Herzen kommendes Dankeschön gilt meinem Freund Franz für sein Verständnis und für seine Unterstützung während des gesamten Studiums und dafür, dass er es immer wieder schafft, mich zum Lachen zu bringen.

Kurzfassung

Zusammenfassung

Der Einsatz von Telemonitoringsystemen bei der kollaborativen Behandlung von Herzinsuffizienz führt zu einer signifikant reduzierten Anzahl und Dauer von Krankenhausaufenthalten und zu einer Verbesserung der klinischen Symptome. Aufbauend auf der Analyse der telemedizinischen Betreuung von Patienten eines kollaborativen Herzinsuffizienznetzwerkes wurden in dieser Arbeit Anforderungen an die Telemonitoringsoftware zur besseren Unterstützung der einzelnen Akteure erarbeitet und prototypisch umgesetzt. Die Anforderungen wurden aus Ergebnissen einer Analyse der textuellen Kommunikation (Keyword-Analyse), einer Medikamentenanalyse und den Erkenntnissen eines Evaluierungsberichts abgeleitet. Zur besseren Unterstützung der Kollaboration im Netzwerk wurde ein maschinelles Lernverfahren zur automatischen Klassifizierung von Aufgaben und Statusinformationen eingesetzt. Weiters wurde ein Dashboard designt, das speziell an die Bedürfnisse der Akteure im Netzwerk angepasst wurde. Damit ist es möglich, dass die Akteure im zukünftigen System intuitiv und schnell ihre Aufgaben erledigen können.

Schlüsselwörter: mHealth, Telemonitoring, Text Mining, Klassifikation, Dashboard-Design

Abstract

Heart failure and other chronic diseases are becoming more and more a serious public health problem and are responsible for frequent and long hospitalizations. Disease management programs based on telemonitoring systems aim to decrease the impacts of heart failure. In this work certain requirements were defined by the help of a keyword analysis of the textual communication and an analysis of the prescribed medications to support the collaboration in such a telemonitoring program. Due to the results of this analysis and the findings of an evaluation report a classifier was trained for finding tasks and status in the textual communication. In addition, a dashboard was designed to improve the usability of the telemonitoring software.

key words: mHealth, telemonitoring, text mining, classification, dashboard design

*«Man sollte alles so einfach wie möglich sehen -
aber auch nicht einfacher.»*

Albert Einstein

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Telemedizin – Barrieren überwinden	1
1.2. Herzinsuffizienz	3
1.2.1. Medikamentöse Therapiemöglichkeiten	4
1.2.2. Ambulante Betreuungsmodelle zur Therapie der Herzinsuffizienz	4
1.3. HerzMobil Tirol Projekt	5
1.3.1. Ablauf HerzMobil Tirol	5
1.3.2. Akteure im Netzwerk	6
1.3.3. Technische Umsetzung	7
1.4. Dashboards	8
1.5. Ziel und Aufgabenstellung der Arbeit	9
2. Methoden	11
2.1. Evaluationsbericht	11
2.2. Datenanalyse	13
2.2.1. Keyword-Analyse der textuellen Kommunikation	14
2.2.2. Medikamentenanalyse	17
2.3. Anwendung von maschinellen Lernverfahren auf die Textkommunikation	19
2.4. Dashboard-Design und Prototyping	23
2.4.1. Abstraktion	25
2.4.2. Visual Encoding	25
2.4.3. Screendesign	26
2.4.4. Prototypische Implementierung	27
3. Ergebnisse	29
3.1. Datenanalyse	29
3.1.1. Analyse der textuellen Kommunikation	30

3.1.2. Medikamentenanalyse	45
3.2. Erkenntnisse für die Weiterentwicklung der Software	47
3.3. Anwendung von maschinellen Lernverfahren	48
3.4. Dashboard-Design und Prototyp-Implementierung	51
3.4.1. Abstraktion	52
3.4.2. Visual Encoding	54
3.4.3. Screendesign	57
3.4.4. Prototyp-Implementierung	59
4. Diskussion	62
4.1. Datenanalyse	62
4.1.1. Analyse der textuellen Kommunikation	63
4.1.2. Medikamentenanalyse	64
4.1.3. Anwendung von maschinellen Lernverfahren	65
4.2. Dashboard-Design und Prototyp-Implementierung	67
4.3. Fazit und Ausblick	67
A. Liste zur Normalisierung der Notizen	76
B. Medikamenten-Zieldosis	78
C. Annotierungsguides	82
D. Klassifizierungskriterien	85
E. Keywords	87

Abkürzungsverzeichnis

HMT	HerzMobil Tirol
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
GDA	Gesundheitsdiensteanbieter
ESC	Europäische Gesellschaft für Kardiologie
HI	Herzinsuffizienz
TILAK	Tiroler Landeskrankenanstalten GmbH
NFC	Near Field Communication
AHIT	Assistive Healthcare Information Technology
DSS	Digital Safety and Security
SVM	Support Vector Machine
TP	True Positive
FP	False Positive
FN	False Negative
JSON	JavaScript Object Notation
HTML	Hypertext Markup Language
ELGA	Elektronische Gesundheitsakte
IT	Informationstechnik

1. Einleitung

Herzinsuffizienz und andere chronische Erkrankungen werden immer mehr zu einem ernstzunehmenden, gesundheitsökonomischen Problem in Europa. Typische Merkmale dieser Erkrankung sind hohe Versorgungskosten, wiederkehrende Hospitalisierungen und eine hohe Mortalitätsrate [1]. In Österreich zählt bei über 65-jährigen Patienten Herzschwäche zu einer der häufigsten Indikationen für eine Krankenhauseinweisung [2]. Vielfach sind die Rehospitalisierungen auf mangelnde Therapietreue der Patienten, nicht vorhandenes Wissen über die Erkrankung und eine unangepasste Medikamenteneinstellung zurückzuführen [3]. Verschiedene Disease-Management-Programme – wie das HerzMobil Tirol (HMT) Projekt [4] – haben das Ziel, diesen Ursachen entgegenzuwirken. In diesem Projekt wird ein kollaboratives Herzinsuffizienz-Versorgungsnetzwerk eingesetzt, in welches der Patient aktiv, mithilfe eines mobilfunkbasierten Telemonitoring, eingebunden ist. Das innovative Zusammenspiel von Klinikärzten, Pflegekräften und niedergelassenen Ärzten bringt einen großen Mehrwert für die Versorgung dieser Patienten [4]. Diese kollaborative Versorgung im Rahmen eines spezifischen Netzwerkes bedarf jedoch einer für die Unterstützung der einzelnen Akteure des Kollaborationsnetzwerkes maßgeschneiderten IT-Plattform, die laufend an die komplexer werdende Versorgungsaufgabe angepasst und weiterentwickelt werden muss.

1.1. Telemedizin – Barrieren überwinden

Auf der Homepage des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) findet man folgende Definition für den Begriff Telemedizin [5]:

»Unter *Telemedizin* versteht man die Bereitstellung oder Unterstützung von Leistungen des Gesundheitswesens mithilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien, wobei Patientin bzw. Patient und Gesundheitsdiensteanbieter (GDA, d. s. insbesondere Ärztinnen und

Ärzte, Apotheken, Krankenhäuser und Pflegepersonal) oder zwei GDA nicht am selben Ort anwesend sind.«

Unter den Begriff Telemedizin fällt eine Vielzahl von Anwendungen, wie z. B.

- das Telekonsil: Darunter versteht man das Hinzuziehen von spezialisierten Ärzten, die aus der räumlichen Entfernung eine Befundung erstellen.
- die Telekonferenz: Damit bezeichnet man eine Konferenz über die laufende medizinische Behandlung eines Patienten, bei der Spezialisten, die nicht am selben Ort anwesend sind, hinzugezogen werden.
- das Telemonitoring: Davon spricht man, wenn der Gesundheitszustand eines Patienten vom behandelnden Arzt aus der Entfernung überwacht wird.

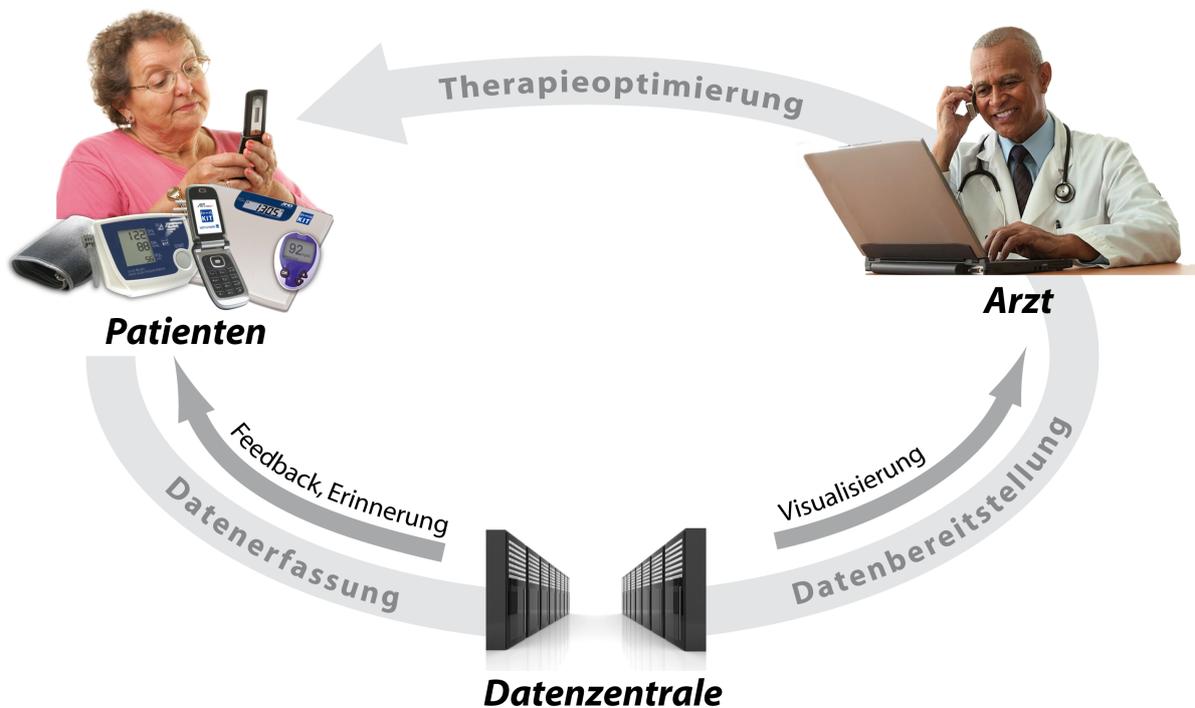


Abbildung 1.1.: Closed-Loop-Healthcare mittels Telemonitoring

Die Abbildung 1.1 skizziert den typischen Kreislauf der Arzt-Patienten-Kommunikation beim Telemonitoring. Bei Patienten mit chronischen Erkrankungen (z. B. Diabetes mellitus, Bluthochdruck oder Herzinsuffizienz) müssen bestimmte Vitalparameter regelmäßig kontrolliert werden. Dazu erfassen diese Patienten mit einem Telemonitoring-Set zuhause ihre Vitalparameter. Diese werden danach an eine Datenzentrale gesendet, welche wiederum die Daten für

die Ärzte bereitstellt. Aufgrund des Verlaufs der Vitalparameter können Ärzte dann die Therapie ihres Patienten anpassen. Von der Datenzentrale werden bei bestimmten Ereignissen (z. B. der Patient vergisst seine Daten zu übertragen) Erinnerungsnachrichten automatisch an den Patienten versendet.

1.2. Herzinsuffizienz

Bei einer Herzinsuffizienz (HI) ist das Herz nicht mehr in der Lage, die Gewebe mit genügend Sauerstoff zu versorgen, um den Gewebestoffwechsel in Ruhe oder unter Belastung sicherzustellen (pathophysiologische Definition). Klinisch liegt dann eine Herzinsuffizienz vor, wenn typische Symptome (Dyspnoe, Müdigkeit, Flüssigkeitsretention) bestehen, denen ursächlich eine kardiale Funktionsstörung zugrunde liegt [6].

Mit der Erkrankung Herzinsuffizienz gehen eine Vielzahl von Symptomen einher, z. B. Einschränkung der Leistungsfähigkeit, Atemnot bei Belastung oder auch schon in Ruhe, geschwollene Beine, wiederholtes nächtliches Wasserlassen und auffallende Müdigkeit [7].

Die Therapie der Herzinsuffizienz setzt sich zum Großteil aus folgenden Maßnahmen zusammen: Diät, regelmäßige körperliche Belastung, Änderung der Lebensgewohnheiten, Operation am Herzen (z. B. der Herzkranzgefäße oder Herzklappen) und medikamentöse Behandlung. Auf die Möglichkeiten der medikamentösen Therapie wird in Kapitel 1.2.1 näher eingegangen.

Von einer dekompensierten Herzinsuffizienz spricht man dann, wenn die Kompensationsmechanismen zur Aufrechterhaltung eines ausreichenden Pumpvolumens versagen. Die dekompensierte Herzinsuffizienz stellt für den Betroffenen eine lebensbedrohliche Situation dar und hat meist eine Hospitalisierung zur Folge. Eine drohende Dekompensation kann aber an bestimmten Alarmzeichen (z. B. Anstieg des Körpergewichts um zwei Kilogramm in ein bis drei Tagen, Herzrasen oder vermehrter Schwindel) erkannt werden. Verschiedene ambulante Betreuungsmodelle (siehe Kapitel 1.2.2) sollen dazu dienen, die Therapie zu optimieren, den Patienten optimal krankheitsspezifisch zu schulen und die Alarmzeichen für eine drohende Dekompensation früh genug zu erkennen. Ein mögliches Betreuungsmodell, wie es derzeit in Tirol eingesetzt wird, wird in Kapitel 1.3 näher beschrieben.

1.2.1. Medikamentöse Therapiemöglichkeiten

Für die Behandlung von Herzinsuffizienz sind folgende Medikamentengruppen von Bedeutung [7]:

- **ACE-Hemmer:** Diese schirmen das Herz vor ungünstigen hormonellen Einflüssen ab und erweitern die Blutgefäße. Dadurch sinkt der Blutdruck und das Herz wird entlastet.
- **Angiotensin-II-Antagonisten:** Sie führen ebenso durch eine Blutdrucksenkung zu einer Entlastung des Herzens. Es tritt im Gegensatz zu ACE-Hemmern jedoch kein Reizhusten auf, weshalb bei einer ACE-Hemmer-Unverträglichkeit auf diese Substanzen gewechselt wird.
- **Beta-Blocker:** Sie senken den Blutdruck und den Ruhepuls.
- **Diuretika:** Diese bewirken eine vermehrte Harnausscheidung und damit eine Verbesserung der Atemnot und eine Abnahme der Schwellung in den Beinen.
- **Aldosteron-Antagonisten:** Dabei handelt es sich um spezielle Entwässerungstabletten, die dem Flüssigkeits- und Gefäßhormon Aldosteron entgegenwirken.

Die europäische Gesellschaft für Kardiologie (ESC) gibt laufend aktualisierte Richtlinien für die Diagnose und die Behandlung von akuter und chronischer Herzinsuffizienz heraus [8]. Diese Richtlinien enthalten u. a. Empfehlungen für die Zieldosis von bestimmten Medikamentengruppen für Herzschwäche-Patienten.

1.2.2. Ambulante Betreuungsmodelle zur Therapie der Herzinsuffizienz

Viele Rehospitalisierungen von HI-Patienten – vor allem jene unmittelbar nach einer Hospitalisierung – würden sich vermeiden lassen [9]. Um die Anzahl an Krankenhausaufenthalten bedingt durch Herzschwäche zu minimieren und damit die Lebensqualität zu steigern, werden daher drei verschiedene ambulante Betreuungsmodelle eingesetzt [10]:

- **Home based care – ambulantes Nursing:** In diesem Modell besucht speziell ausgebildetes HI-Pflegepersonal die Patienten zuhause und schult dort die Angehörigen und Patienten krankheitsspezifisch. Bei laufenden Visiten wird die Medikation überprüft und die Compliance erfasst.

- **Telefonbasiertes Nursing:** Entsprechend ausgebildete Pflegepersonen kontaktieren bei diesem Modell die Patienten telefonisch. Es wird die Befindlichkeit der Patienten, der Puls, der Blutdruck, die Medikation und das Selbstmanagement der Patienten erfasst.
- **Telemonitoring:** Die Patienten werden mit entsprechenden Geräten (z. B. Blutdruckmessgerät und Waage) ausgestattet und erfassen zuhause ihre Vitalparameter, die anschließend an eine Zentrale übertragen werden und von Pflegepersonen bzw. Ärzten überwacht werden.

1.3. HerzMobil Tirol Projekt

Von der Tiroler Landeskrankenhäusern GmbH (TILAK) wurde ein Projekt ins Leben gerufen, dem ein kombinierter Ansatz dieser ambulanten Betreuungsmodelle zugrunde liegt. Das Projekt umfasst eine kollaborative Herzinsuffizienz-Versorgung mit mobilfunkbasiertem Telemonitoring im Tiroler Gesundheitsnetz. Das Land Tirol, die AIT Austrian Institute of Technology GmbH und die Private Universität für Gesundheitswissenschaften, Medizinische Informatik und Technik GmbH (UMIT) sind weitere Projektpartner.

Im Jahr 2012 wurde das Projekt HerzMobil Tirol gestartet. Seither wurden bereits 67 Patienten in dieses Telemonitoringprogramm aufgenommen. Diese Patienten wurden in der Projektphase 2 (Proof-of-Concept) von einem Koordinator, drei Klinikärzten, zehn niedergelassenen Ärzten aus dem Zentralraum Innsbruck und drei mobilen DGKS/P betreut. Ebenso wurde eine begleitende Evaluierung von der UMIT durchgeführt [4].

1.3.1. Ablauf HerzMobil Tirol

Patienten, welche aufgrund einer dekompensierten Herzinsuffizienz in einem der vier TILAK-Krankenhäuser stationär aufgenommen wurden, werden von Klinikärzten als potentielle Teilnehmer auf der Station identifiziert und über das Projekt informiert, sofern diese bestimmte Einschlusskriterien erfüllen [4]. Wenn sich Patienten nach einem ausführlichen Beratungsgespräch zur Teilnahme entschließen und eine Zustimmungserklärung unterzeichnen, werden diese in der webbasierten Telemonitoringsoftware TMScardio vom Netzwerkkoordinator angelegt.

Die teilnehmenden Patienten erhalten ein spezielles Telemonitoring-Set mit einem Near Field

Communication (NFC) Smartphone, einer ID-Karte, einem NFC-Blutdruckmessgerät und einer Körperwaage inklusive einer NFC-KIT-Box für das automatische Auslesen der gemessenen Gewichtswerte. Die Patienten müssen ihre Werte einmal täglich messen und mittels NFC auf das Smartphone übertragen. Nach krankheitsspezifischer und gerätetechnischer Schulung des Patienten durch die Pflegekraft ordnet der Koordinator dem Patienten einen niedergelassenen Arzt zu, der sich im geografischen Umfeld des Patienten befindet oder bereits sein Hausarzt ist. Dieser kontrolliert in Zukunft die Werte des Patienten in regelmäßigen Abständen bzw. erhält vom System automatisch generierte Meldungen, wenn die Werte bestimmte Grenzwerte über- bzw. unterschreiten. Der Netzwerkarzt kann die Therapie anpassen und dem Patienten über das Smartphone eine geänderte Medikation einspielen.

Der Patient kann sich bei Fragen oder Unklarheiten bezüglich seiner Krankheit oder des Systems jederzeit an seine zuständige Pflegekraft oder an seinen zugeteilten niedergelassenen Arzt wenden. Außerdem klärt die Pflegekraft telefonisch oder mithilfe eines Hausbesuches ab, wenn sich Unklarheiten bezüglich der Daten ergeben haben. Nach einer bestimmten Zeit, typischerweise sechs Monate, wird die Teilnahme eines Patienten beendet [11].

1.3.2. Akteure im Netzwerk

Der Ablauf zeigt, dass in die Behandlung eines Patienten eine Vielzahl von unterschiedlichsten Akteuren involviert ist (Abbildung 1.2):

- **Niedergelassener Arzt (Netzwerkarzt):** Der Netzwerkarzt kontrolliert die Vitalparameter seines zugeordneten Patienten in regelmäßigen Abständen und nutzt dabei vor allem die erfassten Notizen, um zusätzliche Information über den Patienten zu bekommen.
- **Pflegekraft:** Sie tritt bei Unklarheiten bzw. fehlenden Daten mit dem Patienten oder den Angehörigen in Kontakt und dokumentiert die Information in Form von Notizen im System.
- **Klinikerarzt:** Er erkennt potentielle Teilnehmer auf der Station, setzt die initialen Grenzwerte des Patienten und gibt die Medikation bei der Entlassung in das System ein.
- **Koordinator:** Der Koordinator registriert neue Patienten, überwacht alle Patienten und lädt Arztbriefe ins System.
- **Helpdesk:** Der Helpdesk kümmert sich um technischen Probleme.

- **Angehörige:** Häufig sind auch Angehörige der Teilnehmer in die Behandlung involviert, da vor allem Patienten mit fortgeschrittener Erkrankung und unselbstständige Patienten auf die Hilfe und Unterstützung von Angehörigen angewiesen sind.

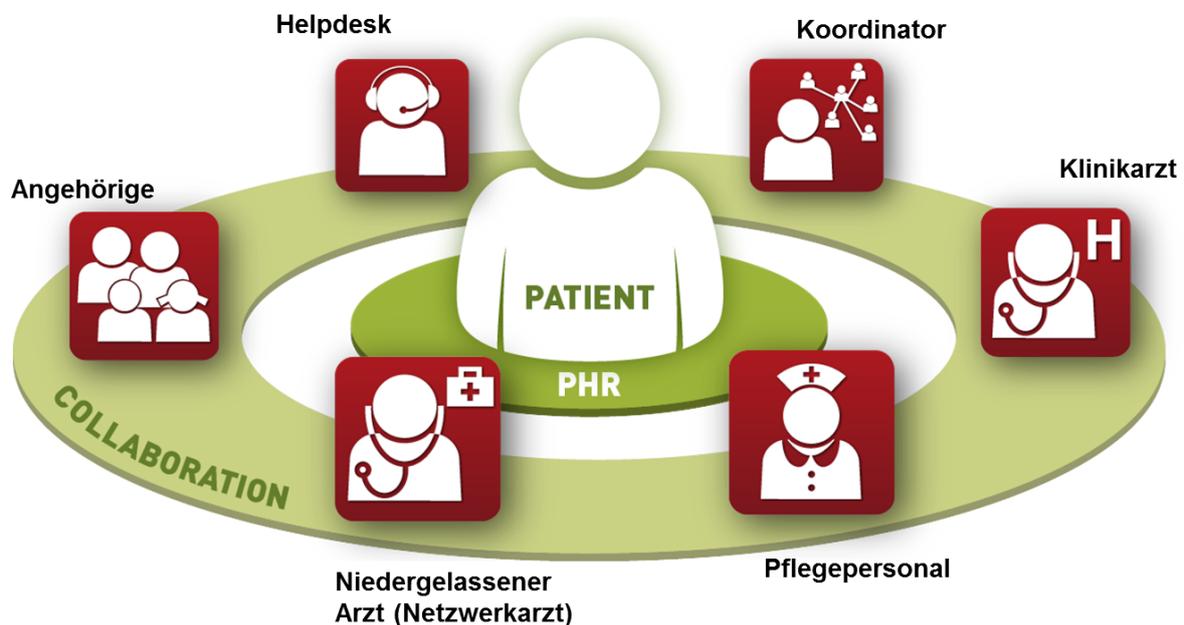


Abbildung 1.2.: Kollaborationsnetzwerk rund um den Patienten im HMT-Projekt [12]

Die Kommunikation zwischen den unterschiedlichen Interessengruppen, sogenannten Stakeholdern, setzt den Patienten in eine zentrale Position und garantiert eine optimale Behandlung der Erkrankung.

1.3.3. Technische Umsetzung

Das Geschäftsfeld Assistive Healthcare Information Technology (AHIT) im Department Digital Safety & Security (DSS) des AIT Austrian Institute of Technology hat in Zusammenarbeit mit den Medizinischen Universitäten Graz und Innsbruck sowie dem Krankenhaus der Elisabethinen in Linz das Telemonitoringsystem TMScardio entwickelt. Mithilfe einer spezifischen HerzMobil-Android-App werden vom Patienten täglich Vitalparameter erfasst, in eine Datenzentrale übertragen und vom zugewiesenen Netzwerkarzt regelmäßig kontrolliert. Das Telemonitoringsystem besteht aus vier Komponenten:

- **MobileMonitor:** Patienten-App am Smartphone des Patienten zur Erfassung der gemessenen Messwerte mit NFC und der Eingabe von Wohlbefinden und eingenommenen

kardiologischen Medikamenten,

- Web-Anwendung für den Arzt bzw. die Pflegekraft für den Zugriff auf Patientendaten und Verlaufsdiagramme (passwortgeschützter Internet-Zugang),
- Datenmanagementsystem für den Empfang von Daten und die Aufbereitung sowie regelbasierte Überwachung,
- Datenanalysem modul KITPRO für die automatische Generierung von Ereignissen (z. B. im Fall einer Gewichtszunahme von zwei Kilogramm innerhalb von zwei Tagen).

1.4. Dashboards

Dashboards sind vor allem im Controlling ein weit verbreitetes Hilfsmittel, um sich einen Überblick über wichtige Kennzahlen oder Verläufe zu verschaffen. Im Telemonitoring können Dashboards dazu verwendet werden, um Ärzten, Pflegekräften oder Koordinatoren mit einem Blick alle notwendigen Informationen für eine Entscheidungsfindung zu präsentieren. Laut dem Autor Few wurde der Begriff Dashboard folgendermaßen definiert: «A dashboard is a visual display of the most important information needed to achieve one or more objectives; consolidated and arranged on a single screen so the information can be monitored at a glance.» [13]

Ein Dashboard sollte folgende Eigenschaften aufweisen [14]:

- **Dashboards sind visuelle Displays:** Die Darstellung der Information in Dashboards ist visuell, als Kombination von Text und Grafiken. Grafische Darstellungen können beim richtigen Einsatz mehr Information kommunizieren als reiner Text.
- **Dashboards zeigen die Information, die gebraucht wird, um spezielle Ziele zu erreichen:** Es müssen die Ziele definiert werden, die mithilfe des Dashboards erreicht werden.
- **Dashboards passen auf eine einzige Bildschirmseite:** Die Information muss auf eine Bildschirmseite angepasst werden, sodass der User alles auf einen Blick sehen kann.
- **Dashboards zeigen die Information auf einen Blick:** Dashboards zeigen nicht die vollständige Information, sondern eine Zusammenfassung der wichtigsten Information. Es werden nicht alle Details dargestellt, aber es wird ermöglicht (z. B. durch direkte Links), einfach zu diesen Informationen zu gelangen.

- **Dashboards sollen kleine, präzise, klare und intuitive Anzeigemechanismen verwenden:** Es sollen Displaymechanismen verwendet werden, die klar und ohne großen Platzbedarf die Message übermitteln.
- **Dashboards sind individuell angepasst:** Die Information auf einem Dashboard soll den Anforderungen des Anwenders bzw. der jeweiligen Benutzergruppe entsprechen.

1.5. Ziel und Aufgabenstellung der Arbeit

Beim ursprünglich im HerzMobil Tirol Projekt eingesetzten Telemonitoringsystem handelte es sich um ein Monitoringsystem, welches die Arzt-Patienten-Kommunikation während der telemedizinischen Betreuung unterstützte. Die Versorgung im Rahmen des HerzMobil Tirol Projektes entwickelte sich in der Zwischenzeit aber zu einem kollaborativen Herzinsuffizienz-Versorgungsnetzwerk weiter. Daraus ergeben sich neue Aufgaben für die Telemonitoringsoftware TMScardio.

Das Ziel der Masterarbeit war es daher, das bestehende System TMScardio, in eine *Datendrehscheibe* für alle beteiligten Akteure weiterzuentwickeln. Dazu führten folgende Schritte (siehe Abbildung 1.3):

1. Im ersten Schritt sollte eine Bestandsaufnahme des bis dato eingesetzten Telemonitoringsystems erfolgen, welche für die Definition von Anforderungen entscheidende Akzente liefern sollte. Dafür wurden die Ergebnisse der Evaluierung berücksichtigt sowie eine Analyse von bestimmten im Telemonitoringsystem erfassten Daten gemacht.
2. Die für die Weiterentwicklung der Software relevanten Anforderungen aus der Evaluierung sowie aus der Datenanalyse sollten ermittelt werden.
3. Ein Ansatz für die automatische Extraktion von Aufgaben und Statusinformationen aus der textuellen Kommunikation sollte entwickelt werden.
4. Im letzten Schritt sollte ein Dashboard entsprechend den Bedürfnissen der Stakeholder designt und als Prototyp umgesetzt werden.

Kapitel 1. Einleitung

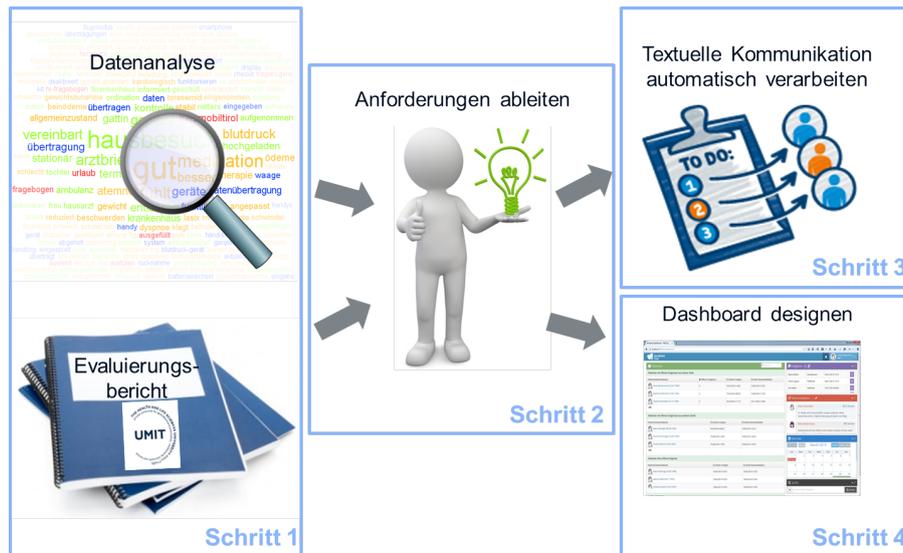


Abbildung 1.3.: Übersicht über alle relevanten Schritte für die Weiterentwicklung von TMS-cardio

2. Methoden

Um das bestehende System weiterentwickeln zu können, wurde der Evaluierungsbericht (Kapitel 2.1) herangezogen und eine genaue Analyse der bis dahin erfassten Daten gemacht. Die Vorgehensweisen dazu werden in Kapitel 2.2 genauer beschrieben. Daraus konnten Erkenntnisse für die Weiterentwicklung des Systems gewonnen werden. Aufbauend darauf wurde ein Dashboard designt und ein Prototyp umgesetzt. Die Details zu den eingesetzten Methoden befinden sich in Kapitel 2.4. Ebenso wurde ein Modell aufgebaut, das automatisch Aufgaben und Statusinformationen klassifiziert.

2.1. Evaluationsbericht

Die Evaluierung des HerzMobil Tirol Projektes wurde in insgesamt drei Teilstudien durchgeführt:

- Technische Evaluierung und Bewertung
- Evaluierung der Prozesse
- Evaluierung durch Patientenbefragung

Die technische Evaluierung und Bewertung der Softwarekomponenten (Mobile Applikation, Datenmanagementsystem und Datenanalysemodul KITPRO) ergab, dass es sich beim HerzMobil-Datenmanagementsystem, bei der mobilen Applikation und bei der Webanwendung gemäß den Klassifizierungskriterien des Medizinproduktegesetzes [15] um kein Medizinprodukt handelt. Das KITPRO-Modul, welches die Messdaten automatisch bewertete, wurde als *Software mit Messfunktion und Messdatenbewertung* der Software-Sicherheitsklasse B für Kurzzeitanwendungen in die Risikoklasse IIa bzw. für Langzeitanwendungen in die Risikoklasse IIb eingestuft.

Die Evaluierung der Prozesse [16] in Form von Interviews und Analysen brachte viele Ergebnisse mit sich, die für diese Arbeit relevant waren:

- *Usability – Grafik und Information*: Die Grafiken, welche den Verlauf der Vitalparameter darstellen, wurden als gut, übersichtlich und hilfreich bewertet.
- *Usability – Navigation*: Die Navigation in der Telemonitoringsoftware wurde als zu umständlich charakterisiert. Es gäbe zu viele Umschaltachsen und Ebenen.
- *Usability – Ereignisbenachrichtigung*: Die Ereignisbenachrichtigung wurde sehr häufig aufgrund von fehlender Praktikabilität, Unwissen über den dahinterliegenden Algorithmus oder fehlerhafter/fehlender Grenzwerteinstellung nicht genutzt.
- *Usability – Mobiler Zugang*: Die Darstellung der Software auf Smartphones war nicht optimal.
- *Usability – Rechtevergabe*: Es wurde kritisiert, dass Pflegekräfte keine Patienten deaktivieren können.
- *Performance – Geschwindigkeit*: Die Geschwindigkeit des Systems wurde von den meisten Befragten als zu langsam empfunden.
- *Kommunikation mit Patient – Feedback-Funktion*: Die Feedback-Funktion wurde häufig nicht benutzt oder als ungeeignet empfunden, da der Patient die Nachrichten oft nicht gelesen hat bzw. der Arzt sich ohne Feedback vom Patienten nicht sicher sein konnte, ob dieser die Nachricht auch verstanden hat.
- *Medikationstool*: Viele Netzwerkärzte kritisierten die Begrenzung auf fünf Medikamente im System.

Aus den Ergebnissen der Befragungen wurden unter anderem auch folgende Empfehlungen abgeleitet:

- Im Sinne des *Human Centered Software Engineering* soll die Weboberfläche möglichst an die Bedürfnisse der Anwender angepasst werden.
- Hinsichtlich der Ereignisbenachrichtigung sollen die Punkte Kontextintegration und Erhöhung der Zuverlässigkeit und Vertrauenswürdigkeit bei einem weiteren Einsatz realisiert werden.
- Für die Übersicht aller Medikamente der Patienten ist eine Anbindung an die *e-Medikation* zu empfehlen.

- Die Notizen wurden als sehr hilfreich gesehen und es bedarf keines separaten Pflegedokumentationsfeldes.

2.2. Datenanalyse

Die HerzMobil-Tirol-Daten wurden mithilfe einer kürzlich aufgebauten Infrastruktur der AIT zur Datenanalyse aufbereitet. Diese umfasste Workflows, die mithilfe der Software KNIME [17] erstellt wurden (siehe Abbildung 2.1). Im ersten Schritt wurden alle Daten durch eine Anonymisierungspipeline geschleust, sodass alle personenbezogenen Daten anonymisiert bzw. pseudonymisiert wurden. Ausgehend von dieser anonymisierten Datenbank wurden anschließend die Daten mithilfe der Notizen-Preprocessing-Pipeline für die Analyse der textuellen Kommunikation bzw. mit der Medikamente-Preprocessing-Pipeline für die Medikamentenanalyse aufbereitet.

In der vorliegenden Arbeit wurden Workflows für die Analyse der Notizen und der Medikamentendaten erstellt. Diese Pipelines wurden ebenso mit der Software KNIME implementiert. Die genaue Vorgehensweise bzw. die verschiedenen Analysen der Notizen werden in Kapitel 2.2.1 beschrieben. Die Analysen bezüglich verordneter Medikamentengruppen und Medikamentenänderungen werden in Kapitel 2.2.2 erläutert.

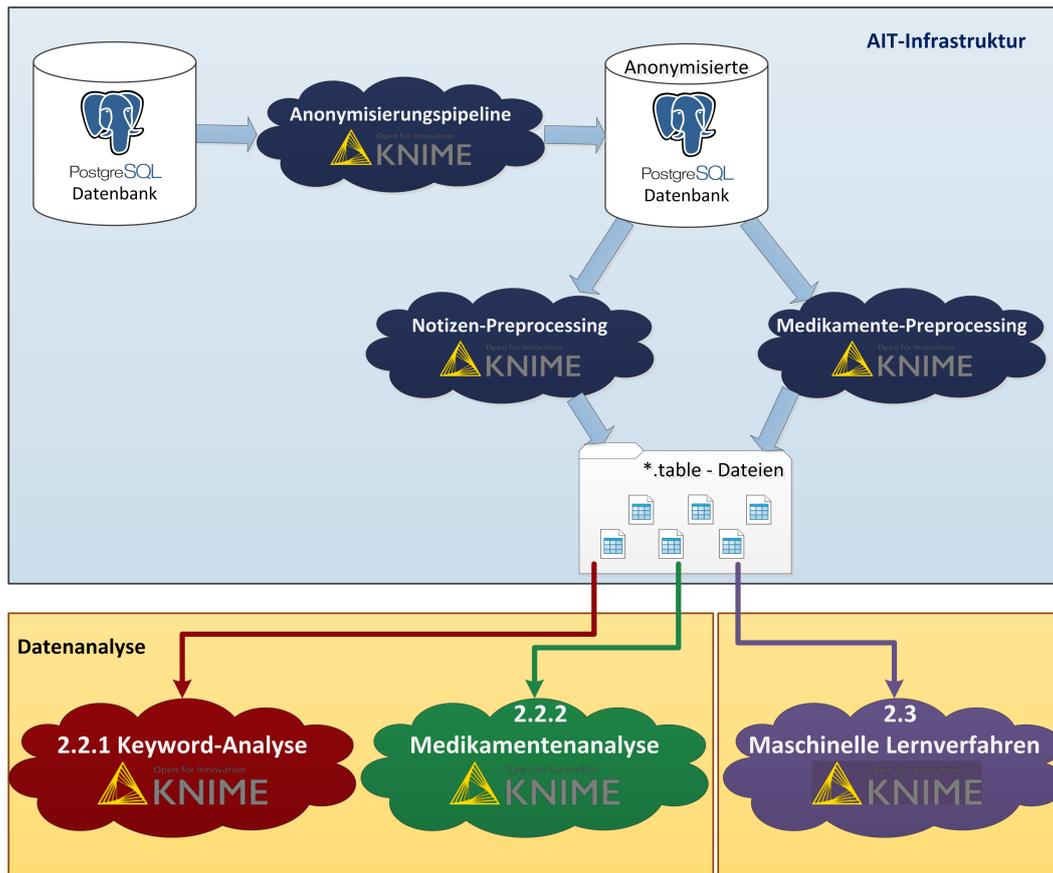


Abbildung 2.1.: Übersicht über alle verwendeten KNIME-Workflows

2.2.1. Keyword-Analyse der textuellen Kommunikation

Das Telemonitoringsystem, welches im HerzMobil-Projekt in Tirol im Einsatz war, bot für alle Akteure die Möglichkeit, Notizen zu erfassen. Die Evaluierung von HerzMobil Tirol bestätigte, dass diese Notizfunktion für die unterschiedlichen Akteure von großer Bedeutung war. Daher wurden diese Notizen genauer analysiert. Im ersten Schritt wurde eine Keyword-Analyse durchgeführt, indem Notizen aufgrund von bestimmten in ihnen enthaltenen Wörtern zu Klassen zugeteilt wurden. Die Analysen, die anschließend mit den klassifizierten Notizen gemacht wurden, dienten dazu, ein besseres Verständnis für die Kollaboration im Netzwerk zu bekommen. Ebenso konnten aus den Analyseergebnissen Anforderungen für die Optimierung des Systems abgeleitet werden.

Mithilfe der Zuordnung von einzelnen Wörtern zu bestimmten Kategorien konnten die Notizen klassifiziert werden. Die Abbildung 2.2 gibt einen Überblick über die einzelnen notwen-

digen Schritte für die Klassifizierung der Notizen.

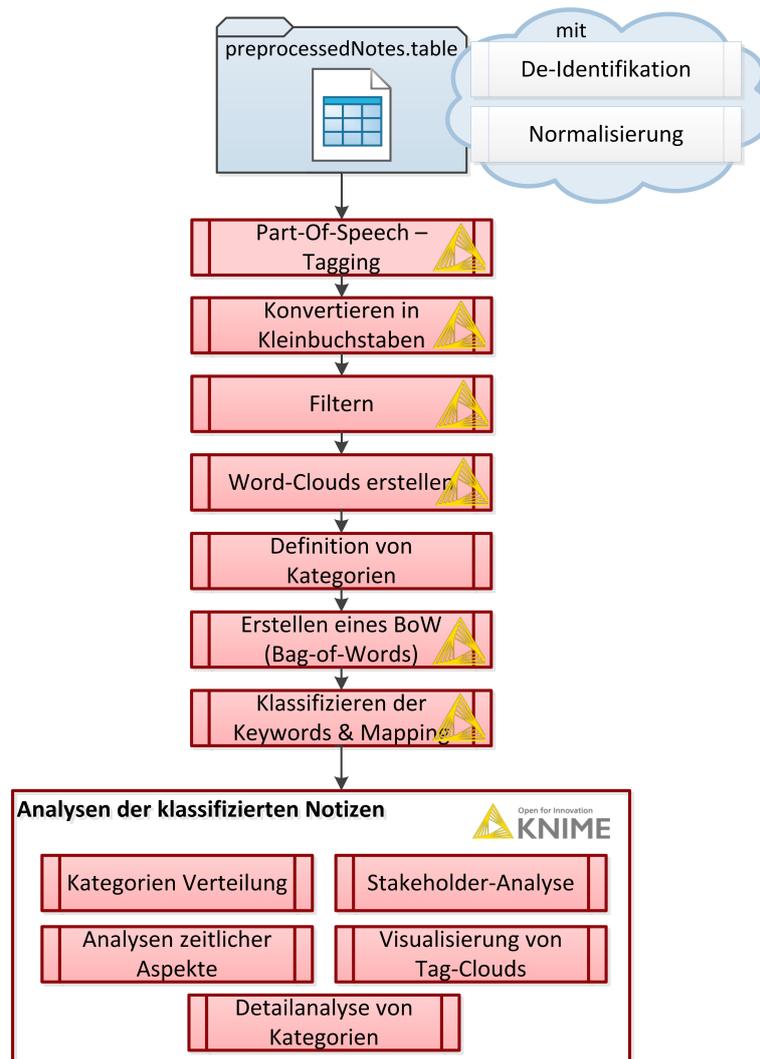


Abbildung 2.2.: Überblick über die einzelnen Schritte der Keyword-Analyse

Im ersten Schritt dieser Pipeline wurde ein KNIME-table-File geladen, das bereits die vorverarbeiteten Notizen enthielt. Es wurden bereits alle persönlichen Daten de-identifiziert (anonymisiert bzw. pseudonymisiert) und die Notizen normalisiert (Abkürzungen wurden mithilfe eines Wörterbuches ersetzt, siehe Anhang A).

Zu Beginn der Keyword-Analyse wurde ein Part-of-Speech-Tagging [18] durchgeführt. Dabei wurden die einzelnen Wörter in den Notizen zu Wortarten zugeordnet. Danach folgte eine Konvertierung in Kleinbuchstaben und ein Filtern bestimmter getaggtter Wortarten (Nomen, Verben und Adjektive). Alle anderen Wörter wie Zahlen, Wörter mit weniger als drei Buchstaben und Stopwörter der deutschen Sprache wurden nicht berücksichtigt.

Nach dem Erstellen von einfachen Word-Clouds wurden mit deren Hilfe im nächsten Schritt der Keyword-Analyse Gruppen und Klassen festgelegt.

Aus den vorverarbeiteten Notizen wurde ein sogenannter *Bag-of-Words* (eine Liste aller vorkommenden Wörter in den vorverarbeiteten Notizen) generiert. Dazu wurde zu jedem Wort die absolute Häufigkeit berechnet und anschließend nach absteigender Häufigkeit sortiert. Alle Wörter wurden zu Klassen zugeordnet, sofern dies möglich war. Um klassifizierte Notizen zu erhalten, wurden anschließend alle Keywords mit den Notizen gemappt. Eine einzelne Notiz konnte auch mehreren Kategorien zugeordnet werden, wenn die entsprechenden Signalwörter aus mehreren Kategorien in einer Notiz enthalten waren.

Analysen der klassifizierten Notizen

Mit der automatisch erstellten Verteilung der Notizen auf die einzelnen Kategorien wurden folgende Analysen gemacht:

- *Verteilung der Notizen auf bestimmte Kategorien*
Damit konnte die grundlegende Frage beantwortet werden: “Worüber wurde in den Notizen kommuniziert und wie häufig?”
- *Verteilung bezüglich Stakeholder/Akteure*
Da bekannt war, von wem eine Notiz erstellt worden war, konnten mögliche Unterschiede hinsichtlich der Verteilung bezüglich der einzelnen Stakeholder analysiert werden.
- *Zeitliche Aspekte bezüglich bestimmter Kategorien*
Hier wurden die unterschiedlichen Verteilungen in den verschiedenen Zeiträumen des Monitorings von Patienten betrachtet.
- *Zeitliche Aspekte einzelner Kategorien in Bezug auf Patienten*
Bei dieser Art von Analyse stand die Beantwortung der folgenden Frage im Vordergrund: “Welche Kategorie spielte wann, bei welchen Patienten und in welchen Situationen eine Rolle?”
- *Detailanalyse Datenübermittlung/Handy*
Aus welchen Subkategorien setzte sich die Kategorie *Datenübermittlung/Handy* zusammen und wie häufig wurde diese verwendet?

Für die Visualisierung der Analyseergebnisse wurde in KNIME ein sogenanntes JavaSnippet eingesetzt, in welches die JFreeChart Library [19] eingebunden werden konnte, da die Möglichkeiten für die Visualisierung mithilfe der vorhandenen Nodes beschränkt war. Die

verschiedenen Analysen der klassifizierten Notizen wurden in einem Metanode zusammengefasst. Der Inhalt dieses Metanodes wird in Abbildung 2.3 dargestellt.

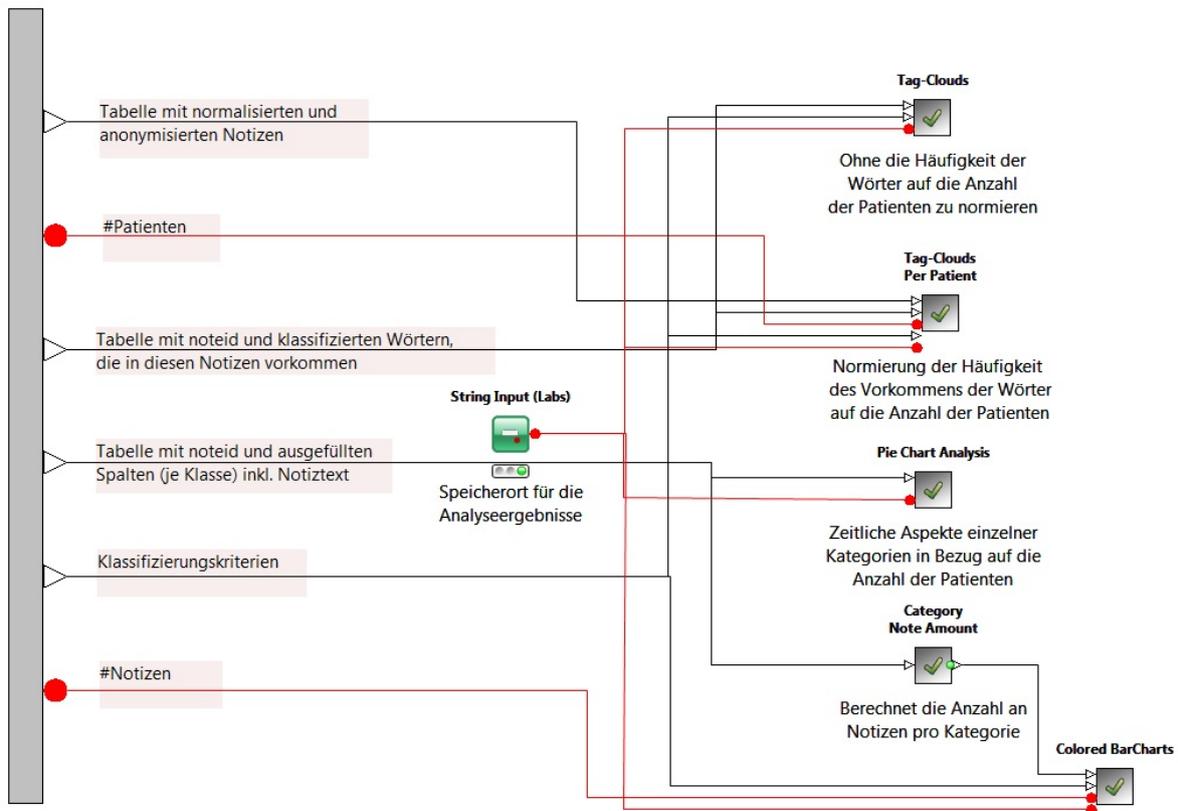


Abbildung 2.3.: Analyse-Teil der KNIME-Pipeline

2.2.2. Medikamentenanalyse

Im zweiten Schritt der Datenanalyse wurden die Medikamente analysiert. Dazu wurden zu Beginn die vorverarbeiteten Medikamentendaten von einem KNIME-table-File in den Workflow geladen. Danach wurde die Dosis von Kombinationspräparaten ermittelt und die Medikamente anschließend nach Gruppen eingeteilt (Tabelle 2.1 enthält die Liste aller vorkommenden Medikamentengruppen). Um die Dosis von verschiedenen Medikamenten aus einer Medikamentengruppe vergleichen zu können, wurden alle Dosiswerte auf die jeweilige Zieldosis eines Medikamentes bezogen. Dazu wurde eine Referenztabelle (Anhang B) für die Normierung der Dosen aller verwendeten Medikamente erstellt.

Tabelle 2.1.: Alle analysierten Medikamentengruppen mit den verwendeten Abkürzungen

Medikamentengruppe	Abkürzung
Beta-Blocker	BB
Mineralokortikoid Rezeptor Antagonist	MRA
Angiotensin-Converting-Enzyme Inhibitor	ACE-I
Diuretika	Diuretika
Angiotensin-II-Rezeptor Blocker	ARB

Der Mittelwert aller normierten, verordneten Medikamentendosen eines Patienten wurde für jede Medikamentengruppe berechnet und in einem Diagramm dargestellt.

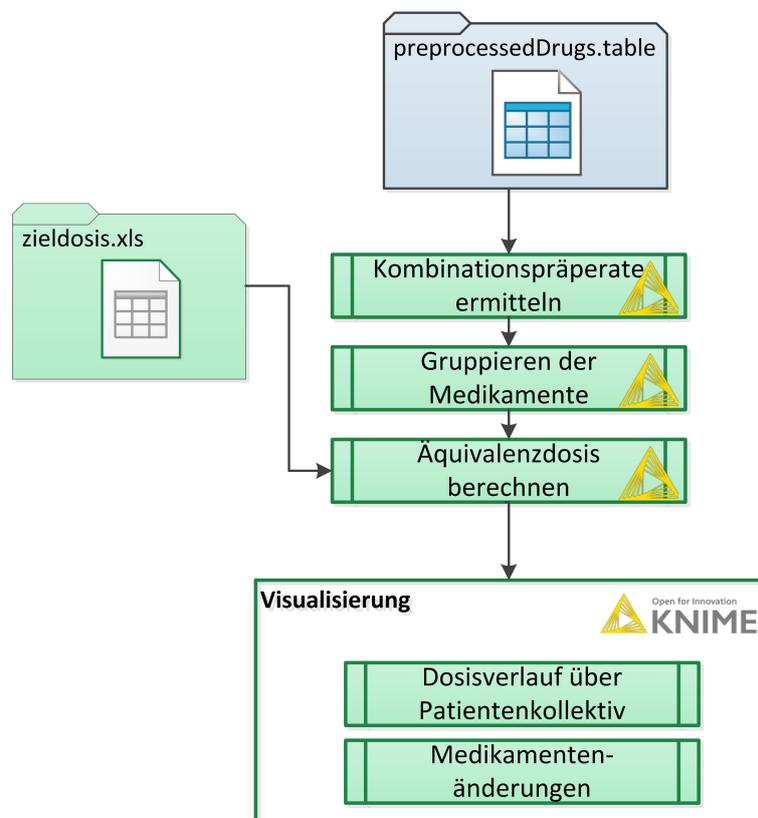


Abbildung 2.4.: Schritte für die Analyse der Medikamentendaten

Neben der Medikamentengruppen-Analyse wurden auch die Medikamentenänderungen, die von Ärzten oder dem Patienten selbst dokumentiert wurden, wie in Arbeit [20] analysiert. Während die Ärzte Änderungen in der Medikation über die Weboberfläche eingaben, hatten Patienten die Möglichkeit, Abweichungen in der Einnahme der verordneten Medikation über

die App am Smartphone anzugeben. Die durchschnittliche Anzahl der Medikamentenänderungen vom Patienten und vom Arzt wurde berechnet.

2.3. Anwendung von maschinellen Lernverfahren auf die Textkommunikation

Es wurde ein maschinelles Lernverfahren eingesetzt, um in Zukunft Inhalte der Notizen im System nutzbar zu machen. Konkret wurden Notizen automatisch klassifiziert, die Aufgaben für Akteure bzw. Informationen über den Status eines Patienten enthielten. Abbildung 2.5 gibt einen Überblick über alle notwendigen Schritte für das Erstellen eines automatischen Klassifikators. Der Großteil aller notwendigen Schritte konnte mithilfe der KNIME-Pipeline umgesetzt werden (mit dem KNIME-Logo versehene Komponenten der in Abbildung 2.5 dargestellten Pipeline). Manuelle Schritte umfassten die Erstellung eines Annotierungsguides und die Annotierung der Notizen.

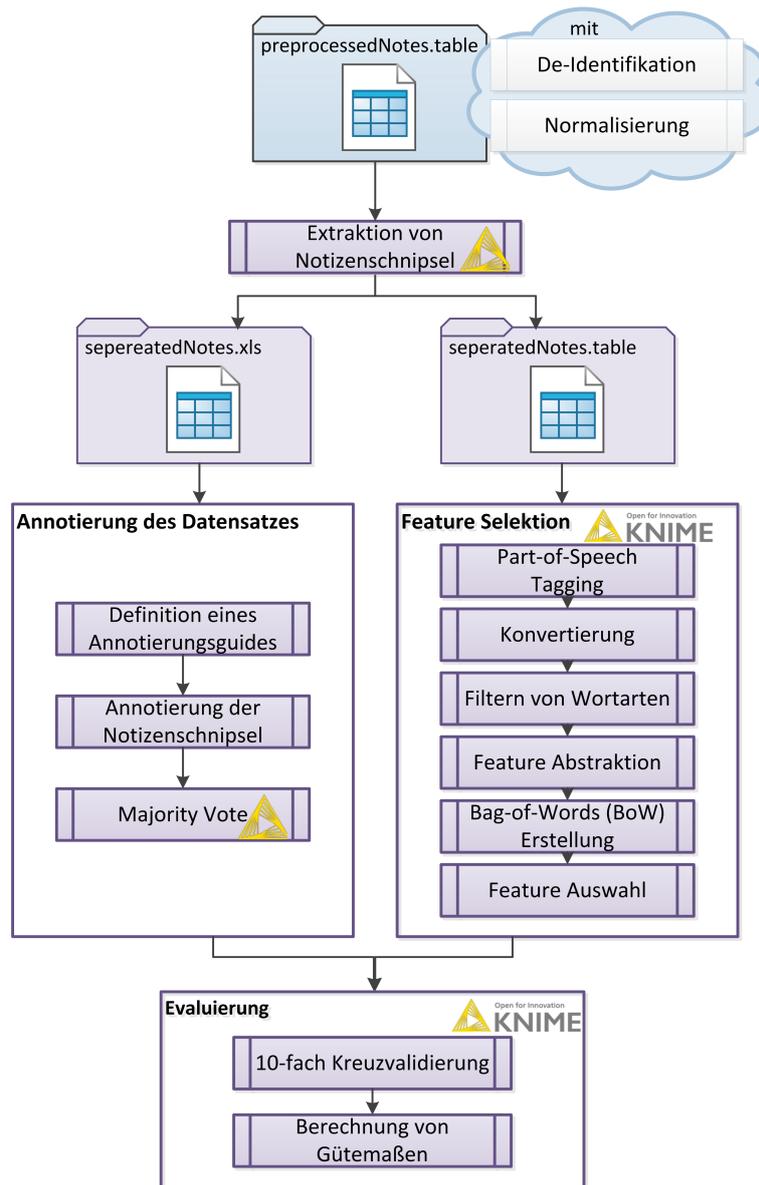


Abbildung 2.5.: Überblick über die einzelnen Verarbeitungsschritte zum Trainieren eines Klassifikators für die Notizen

Ausgangspunkt waren die bereits in Kapitel 2.2.1 vorverarbeiteten Notizen. Weil die Notizen häufig aus mehreren Sätzen bestanden, wurden diese noch zusätzlich in sogenannte Notizenschnipsel aufgeteilt. Damit konnten die weiteren Schritte leichter verarbeitbar gemacht werden, da die Wahrscheinlichkeit stieg, dass nur mehr eine Aufgabe bzw. eine Statusinformation behandelt wurde. Alle Semikolons wurden durch Punkte ersetzt, damit anschließend mithilfe eines *Sentence Extractor* die Notizen aufgeteilt werden konnten.

Annotierung des Datensatzes

Informationen über den Status eines Patienten, sowie Aufgaben für die Akteure des Netzwerkes wurden mithilfe eines maschinellen Lernverfahrens automatisch klassifiziert. Für die automatische Klassifizierung der Notizen wurde eine Support Vector Machine (SVM) verwendet, da dieser Algorithmus vielversprechende Ergebnisse in der Klassifizierung von Texten erzielte [21]. Tabelle 2.2 zeigt die festgelegten Aufgaben bzw. den Status.

Tabelle 2.2.: Alle festgelegten Aufgaben bzw. Status

Aufgaben
Medikamentenanpassung
organisatorischer Task
Hausbesuch
Patientendeaktivierung
Urlaubsvertretung
Status
allgemeiner Gesundheitszustand
häusliches Umfeld
Unabhängigkeit
Compliance

Für die Erstellung eines Trainingsatzes wurden zwei Annotierungsguides – jeweils einer für Aufgaben und einer für Statusinformationen (siehe Anhang C) – entworfen, mit deren Hilfe die Notizen von 18 Studenten annotiert wurden. Jedes Notizschnipsel wurde von mindestens drei Studenten annotiert. Mithilfe des Mehrheitsvotes wurde ein Trainingsatz generiert: Wenn mindestens zwei Studenten in einem Notizschnipsel einen Task bzw. einen Status erkannt haben, dann wurde das Schnipsel annotiert.

Feature Selektion

Die Auswahl der Features erfolgte mit der Häufigkeit der Wörter in den gesamten Notizen, weil diese Auswahl eine ressourcenschonende Alternative zu anderen Methoden, wie z. B. Mutual Information oder χ^2 Statistik [22], darstellte.

Für die Erstellung eines Feature-Sets wurden ebenso die in Abschnitt 2.2.1 genauer beschriebenen Schritte, Konvertierung in Kleinbuchstaben, Part-of-Speech Tagging und Filtern von bestimmten Wörtern, durchgeführt. Danach wurden Features abstrahiert, indem bestimmte Wörter zu einem übergeordneten Begriff zusammengefasst wurden. Die Tabelle 2.3 zeigt die abstrahierten Begriffe und Beispiele dazu.

Tabelle 2.3.: Abstraktion von bestimmten Wörtern

Begriff	Regular Expression	Beispiel
Telefonnummer	$\backslash d\{4\}-?/?telefonnummer$	0699/telefonnummer
Signatur	$\backslash d/?\backslash d?- \backslash d/?\backslash d?- \backslash d/?\backslash d?- \backslash d/?\backslash d?$	1-0-1/2
Blutdruck	$\backslash d?\backslash d\backslash d\backslash d?$	135/80
Dosis	$\backslash d?x?, ?\backslash d\backslash d?\backslash d?s?mg$ und $\backslash d\backslash d?\backslash d?s?ml$ und $\backslash d\backslash d?x\backslash d?g?$	25mg
Zeitintervall	$\backslash d\backslash d?\backslash d\s$	14d
Datum	$\backslash d\backslash d?j\ddot{a}nner\backslash d?\backslash d?\backslash d?$ für jedes Monat	3februar2013
Gewicht	$\backslash d\backslash d?\backslash d?s?kg$	76 kg
Uhrzeit	$\backslash d\backslash d?s?h$	3 h

Da eine Notiz nicht nur einen Task oder einen Status beinhalten konnte, sondern es auch möglich war, dass mehrere von ihnen in den Notizenschnipseln enthalten waren, wurde für jeden Task bzw. für jeden Status ein eigener binärer Klassifikator trainiert.

Die Wahl des Feature-Sets erfolgte für jeden Klassifikator einzeln: Die häufigsten Wörter (Unigrams) bzw. Wortkombination aus zwei Wörtern (Bigrams) wurden als Feature-Set ausgewählt. Dabei wurde der cut-off der häufigsten Wörter empirisch ermittelt, indem für unterschiedliche Werte jeweils der F-Measure-Wert berechnet und verglichen wurde. Die Anzahl der Features, die das beste Ergebnis lieferte, wurde für einen bestimmten Klassifikator als Featureanzahl festgelegt.

Evaluierung

Für das Trainieren des SVM-Klassifikators wurde der Sequential Minimal Optimization Algorithmus mit einem linearen Kernel verwendet [23]. Die vorhergesagten Ergebnisse wurden mit einer 10-fach-Kreuzvalidierung überprüft. Für die Beurteilung bzw. den Vergleich der Klassifikatoren wurden folgende statistische Gütekriterien ermittelt:

Genauigkeit (engl. *precision* oder *Positive Predictive Value*)

Die Formel 2.1 zeigt die Berechnung der Genauigkeit. TP steht für die richtig positiven Ergebnisse und FP für die falsch positiven Ergebnisse.

$$\text{Genauigkeit (preciscion)} = \frac{TP}{TP + FP} \tag{2.1}$$

Trefferquote (engl. *recall* oder *sensitivity*)

Die Berechnung der Trefferquote ist in Formel 2.2 ersichtlich. Die Abkürzung FN repräsentiert

die falsch negativen Ergebnisse.

$$\text{Trefferquote (recall)} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}} \quad (2.2)$$

F-Measure

Der F-Measure-Wert berücksichtigt die Trefferquote und die Genauigkeit in seiner Berechnung (2.3).

$$\text{F-Measure-Wert} = 2 * \frac{\text{precision} * \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}} \quad (2.3)$$

Zum Vergleich der berechneten Werte wurden diese ebenso für einen *simplen Keyword Klassifikator* ermittelt: Für jede Kategorie – egal ob Status oder Aufgabe – wurden drei Wörter (siehe Tabelle 2.4) festgelegt, deren Vorhanden- oder Nichtvorhandensein in einer Notiz ausschlaggebend dafür waren, ob eine Notiz mit einer entsprechenden Kategorie annotiert wurde oder nicht.

Tabelle 2.4.: Drei Keywords je Aufgabe oder Statusinformation

Aufgabe/Statusinformation	Keywords
Urlaubsvertretung	urlaub, vertreten, übernehmen
technischer Helpdesk	probleme, problem, funktionieren
Selbstständigkeit	versucht, selbstständig, durchgeführt
Patientendeaktivierung	endet, beendet, inaktiv
organisatorischer Task	arztbrief, termin, erreichbar
Medikationsanpassung	medikation, medikamente, mg
häusliches Umfeld	betreuung, haus, 24-hilfe
Hausbesuch	hausbesuch, hause, hausbesuche
Compliance	hingewiesen, regelmäßig, compliance
allgemeiner Gesundheitszustand	atemnot, allgemeinzustand, beschwerden

2.4. Dashboard-Design und Prototyping

Eine Literaturrecherche zum Thema *Design von Management-Dashboards* lieferte sehr viele Erkenntnisse. Die Anforderungen für ein Management-Cockpit sind ähnlich denen eines Telemonitoring-Dashboards: Man möchte alle relevanten Informationen auf einen Blick erfassen können, sodass dann eine Entscheidung (für die weitere Behandlung) getroffen wer-

den kann. Daher wurde ein Architekturmodell, das für die Konzeptionierung und für das Design von Management-Dashboards entworfen wurde [24], als Leitfaden für das Design eines Telemonitoring-Dashboards verwendet. Das Modell, das in Abbildung 2.6 dargestellt wird, besteht aus vier verschachtelten Ebenen und wurde aus dem Modell von Munzer [25] abgeleitet.

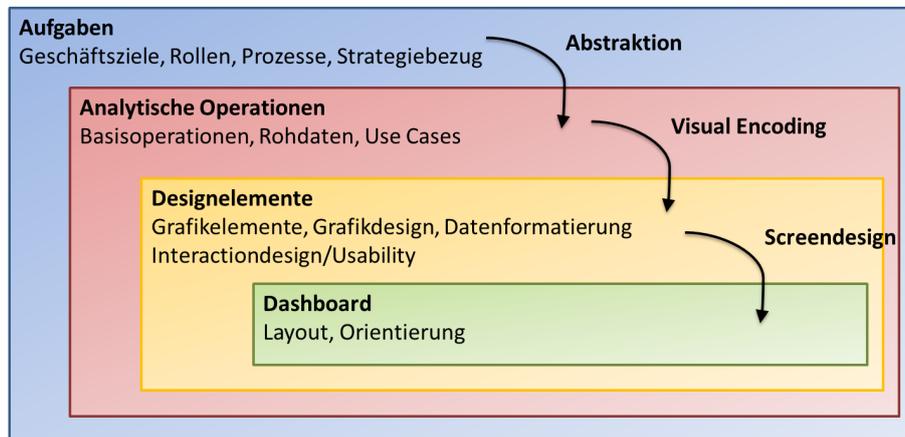


Abbildung 2.6.: Modell zur Erstellung einer Visualisierung mit vier verschachtelten Ebenen [25]

Das Ergebnis einer Ebene stellt den Ausgangspunkt der nächsten Ebene dar:

- Die erste Ebene befasst sich mit der **Charakterisierung des Domänenproblems**: Um den Grundsätzen des *Human Centered Software Design* zu entsprechen, muss man die Zielgruppe kennen und verstehen. Alle Workflows müssen verstanden und nachvollzogen werden. Der Output ist eine vollständige, detaillierte Liste aller Anforderungen.
- In der zweiten Ebene werden die Probleme der Domänenebene in eine **abstraktere, allgemeinere Beschreibung** überführt. Der Output dieser Ebene ist eine Beschreibung von Tasks und Datentypen, welche in der nächsten Ebene benötigt werden, um Entscheidungen für die visuelle Darstellung treffen zu können. Aus rohen Daten sollen Datentypen gewonnen werden (wie eine Tabelle mit Zahlen), die im weiteren Schritt visualisiert werden können.
- Die dritte Ebene beschäftigt sich mit dem Designen des **visuellen Encoding und der Interaktion**. In dieser Ebene muss die visuelle Darstellung und das Interaktionsmodell des Dashboards entworfen werden.

- In der vierten und letzten Ebene wird ein **Algorithmus entworfen**. Der Algorithmus soll das Erstellen des visuellen Encodings und der Interaktion automatisieren.

Zwischen diesen vier Ebenen wurden drei zentrale Entwurfsaufgaben abgeleitet [24]:

- Abstraktion
- Visual Encoding
- Screendesign

Diese drei Aufgaben wurden im Folgenden – angelehnt an die Arbeit von Jacob et al. [24] – genauer beschrieben.

2.4.1. Abstraktion

Bei der Abstraktion wurde ein Sollkonzept eines analytischen Modells des Dashboards entworfen:

Zuerst wurde im Rahmen einer **Aufgabenanalyse** der Anwendungsbereich des Dashboards beschrieben. Dabei wurde das Ziel des Dashboards, sowie Fragen auf die sich der Benutzer Antworten vom Dashboard erwartete, formuliert. Daraus konnten Operationen des Dashboards abgeleitet werden.

Mithilfe der **Informationsbedarfsanalyse** wurden im nächsten Schritt die Daten hinsichtlich kritischer Faktoren und Dimensionen analysiert.

2.4.2. Visual Encoding

Damit der Benutzer die visualisierte Information korrekt entschlüsselte, wurden einige Anforderungen an eine gute Visualisierung von Information berücksichtigt:

Einhaltung von Gestaltungsgesetzen – Folgende Gestaltungsgesetze wurden beim Design von Screen-Elementen berücksichtigt [26]:

- Das Prinzip der Prägnanz: Die Anordnung der Screen-Elemente solle stets so erfolgen, dass die resultierende Struktur so einfach wie möglich ist. Daher wurden möglichst einfache Grundstrukturen verwendet.
- Das Prinzip der Ähnlichkeit: Zusammengehörige Elemente sollen auch ähnliche optische Eigenschaften besitzen.

- Das Prinzip der Nähe: Nahe beieinander liegende Elemente werden als zusammengehörig gedeutet.
- Das Prinzip der gemeinsamen Region: Elemente können z. B. durch einen Rahmen gruppiert werden, wenn diese logisch zusammengehören.

Einsatz von Farben – Mithilfe von Farben können Zustände einfacher identifiziert werden. Jedoch wurde beim Einsatz von Farben darauf geachtet, dass die Botschaft einer Grafik oder eines Symbols auch ohne Farbe verstanden werden kann, da eine nicht vernachlässigbar große Gruppe an Menschen eine Schwäche beim Erkennen von Farben hat.

Einsatz von Icons – Icons wurden eingesetzt um die Effizienz zu steigern.

Leitsätze der Usability – Die EN ISO Norm 9241-110 [27] definiert Grundsätze der Dialoggestaltung, die auch beim Design von Dashboards berücksichtigt werden sollten. Dabei handelt es sich um Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Lernförderlichkeit, Steuerbarkeit, Erwartungskonformität, Individualisierbarkeit und Fehlertoleranz. Beim Design des Dashboards wurde versucht, diesen Grundsätzen gerecht zu werden.

Gezielter Einsatz von Grafik-Elementen – Folgende Grafik-Elemente wurden u. a. für das Dashboard-Design berücksichtigt:

- Tabellen: Mithilfe von Tabellen können Werte im Detail dargestellt werden.
- Liniendiagramme: Diese eignen sich gut für die Darstellung der gesamten Entwicklung und nicht nur einzelner Werte.

2.4.3. Screendesign

Im Zuge des Screendesigns wurde die Anordnung der einzelnen Module am Bildschirm definiert. Laut einer Studie von Nielsen&Pernice [28], betrachtet man auf den ersten Blick den linken oberen Bereich eines Screen und zum Schluss den rechten unteren Bereich (siehe Abbildung 2.7).

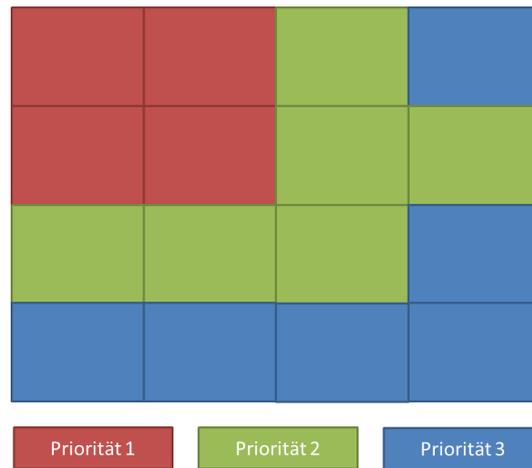


Abbildung 2.7.: Prioritätszonen beim Screen-Anblick [28]

2.4.4. Prototypische Implementierung

Im letzten Teil der Masterarbeit wurde ein Prototyp des designten Dashboards implementiert. Dazu wurde das Theme *ACE-Bootstrap* (Version 1.3.3) [29] verwendet, da dieses aufgrund des modernen Designs, der Vielfalt an vordefinierten Elementen und der automatischen Anpassungen an eine kleine Anzeige (z. B. Smartphones) auch bereits in anderen Telemonitoringsoftware-Lösungen des AIT eingesetzt wurde.

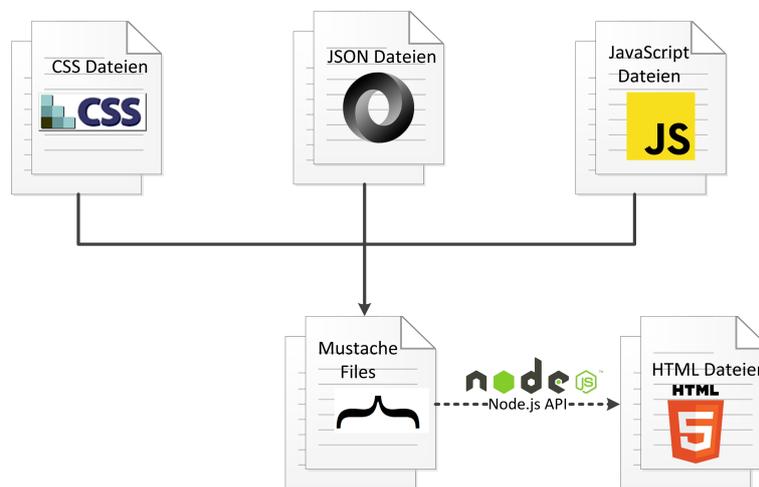


Abbildung 2.8.: Beteiligte Files beim Erstellen eines Dashboard Prototypen

Die Abbildung 2.8 skizziert das Vorgehen beim Erstellen der HTML-Dateien des Prototyps:

Kapitel 2. Methoden

Für die Erstellung wurde das sogenannte Mustache-Template-System [30] verwendet. Damit war es möglich, die Logik von der Präsentation zu trennen, da in die Mustache Templates keine Logik eingebunden werden muss. Weiters wurden auch die Daten durch Einbindung von JSON-Dateien klar bezüglich Logik und Präsentationsschicht getrennt. Das Style der Website wurde in css-Dateien festgelegt. Mithilfe der Hogan.js Library aus der Node.js API [31] wurden aus den Mustache-Files die HTML Dateien erstellt.

3. Ergebnisse

3.1. Datenanalyse

In der Proof-of-Concept Phase des HerzMobil Tirol Projektes wurden 51 Patienten im System registriert. Davon wurden zehn Patienten in die Gruppe der *Never Beginners* eingestuft, da sie nicht länger als eine Woche Telemonitoringdaten übertragen hatten. Es blieben 41 Patienten, die in der Phase II telemedizinisch betreut wurden. Das Durchschnittsalter der weiblichen Patienten lag bei 79 Jahren und insgesamt lag der Frauenanteil bei 36,6 Prozent. Die männlichen Patienten waren im Durchschnitt 73 Jahre alt.

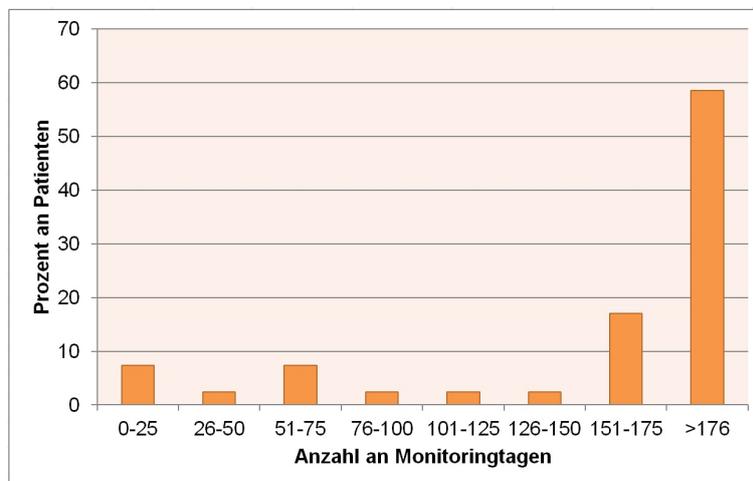


Abbildung 3.1.: Histogramm der Monitoringdauer aller Patienten

Das Histogramm in der Abbildung 3.1 gibt einen Überblick über die Monitoringdauer der 41 telemedizinisch betreuten Patienten. Beinahe 60 Prozent der Patienten waren mehr als 176 Tage im Monitoringprogramm. Die Monitoringdauer im Median betrug 179 Tage und im arithmetischen Mittel 153,6 Tage (siehe Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1.: Statistik über die Verteilung der Monitoringdauer

Median	Mean	Minimum	Maximum	Standardabweichung
179	153,6	7	205	59,2

3.1.1. Analyse der textuellen Kommunikation

Insgesamt wurden in der Proof-of-Concept Phase 1848 Notizen erfasst. Nach dem Entfernen von automatisch generierten Notizen und leeren Notizen verblieben noch 1564 Notizen. Wenn die Notizen der *Never Beginners* ebenso nicht berücksichtigt wurden, verblieben noch 1533 Notizen. Das Histogramm in der Abbildung 3.2 gibt einen Überblick über die Verteilung dieser 1533 Notizen auf 41 Patienten. Zu rund sieben Prozent der Patienten (sprich drei Patienten) wurden maximal bis zu zehn Notizen erfasst.

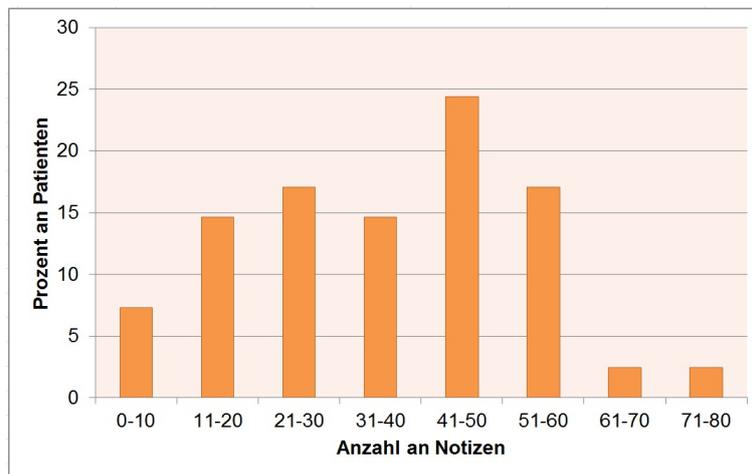


Abbildung 3.2.: Verteilung der Notizen auf die Patienten

Die Tabelle 3.2 zeigt die Statistik der Verteilung der Notizen auf den einzelnen Patienten. Im arithmetischen Mittel gab es zu jedem Patienten 37,4 Notizen.

Tabelle 3.2.: Statistik über die Verteilung der Notizen

Median	Mean	Minimum	Maximum	Standardabweichung
40	37,4	4	81	17,4

Kapitel 3. Ergebnisse

Die Notizen im System wurden von den verschiedenen Stakeholdern erfasst. Das Diagramm in Abbildung 3.3 gibt einen Überblick über die Verteilung der Notizen bezüglich des Erstellers der Notiz.

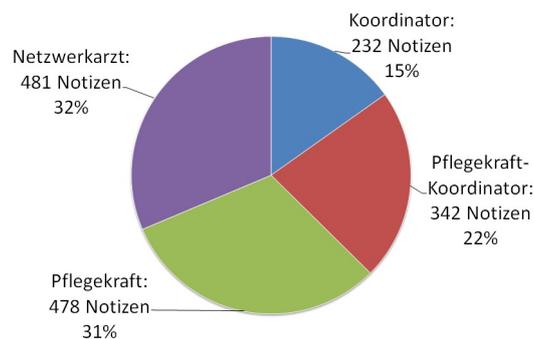


Abbildung 3.3.: Verteilung der Notizen nach Erfasser bzgl. der unterschiedlichen Akteure im Netzwerk

Keyword-Analyse

Die Resultate der notwendigen Vorverarbeitungsschritte bis zur Keyword-Analyse werden an folgender **Beispielnotiz** gezeigt. Diese soll repräsentativ für alle anderen Notizen sein:

Tel. mit Fr. Müller und Tochter Angelika: Pat. hat mehr Appetit, fühlt sich kräftiger und arbeitet wieder leicht - GW-zunahme damit zu erklären, hat auch keine Beinödeme oder dergleichen; hingewiesen, dass Medi. bestätigt werden soll.

Die Notizen wurden mithilfe der Anonymisierungspipeline **de-identifiziert**:

Tel. mit Fr. Patient(1895) und Tochter A: Pat. hat mehr Appetit, fühlt sich kräftiger und arbeitet wieder leicht - GW-zunahme damit zu erklären, hat auch keine Beinödeme oder dergleichen; hingewiesen, dass Medi. bestätigt werden soll.

Sowohl für die Keyword-Analyse als auch für die maschinelle Klassifizierung wurden die Notizen **normalisiert**:

Telefonat mit Frau Patient(1895) und Tochter A: Patient hat mehr Appetit, fühlt sich kräftiger und arbeitet wieder leicht - Gewichtszunahme damit zu erklären, hat auch keine Beinödeme oder dergleichen; hingewiesen, dass Medikation bestätigt werden soll.

Kapitel 3. Ergebnisse

Die Ergebnisse des **Part-Of-Speech-Tagging** auf die Beispielnotiz angewandt, waren wie folgt, wobei die Abkürzungen in den eckigen Klammern für die jeweilige Wortart stehen (eine genau Definition der Abkürzungen ist in [32] ersichtlich):

Telefonat	[NN]	mit	[APPR]	Frau	[NN]
Patient(1895)	[NE]	und	[KON]	Tochter	[NN]
A	[NE]	:	[SYM]	Patient	[NN]
hat	[VAINF]	mehr	[PIAT]	Appetit	[NN]
,	[SYM]	fühlt	[VVFIN]	sich	[PRF]
kräftiger	[ADJA]	und	[KON]	arbeitet	[VVFIN]
wieder	[ADV]	leicht	[ADJD]	-	[SYM]
Gewichtszunahme	[NN]	damit	[UNKNOWN]	zu	[PTKZU]
erklären	[VVINF]	,	[SYM]	hat	[VAINF]
auch	[ADV]	keine	[PIAT]	Beinödeme	[NN]
oder	[KON]	dergleichen	[PIS]	;	[SYM]
hingewiesen	[VVPP]	,	[SYM]	dass	[KOUS]
Medikation	[NN]	bestätigt	[VVFIN]	werden	[VVFIN]
soll	[VVFIN]	.	[SYM]		

Anschließend wurden die getaggten Wörter in **Kleinbuchstaben umgewandelt** und bestimmte Wortarten wurden **gefiltert**:

telefonat	[NN]	frau	[NN]	patient(1895)	[NE]
tochter	[NN]	a	[NE]	patient	[NN]
hat	[VAINF]	appetit	[NN]	fühlt	[VVFIN]
kräftiger	[ADJA]	arbeitet	[VVFIN]	leicht	[ADJD]
gewichtszunahme	[NN]	erklären	[VVINF]	hat	[VAINF]
beinödeme	[NN]	hingewiesen	[VVPP]	medikation	[NN]
bestätigt	[VVFIN]	werden	[VVFIN]	soll	[VVFIN]

Kapitel 3. Ergebnisse

Beispiel zu keiner Kategorie zugeordnet, da es *Daten einspielen* (\Rightarrow Kategorie Datenübermittlung/Handy) oder *einen Arztbrief einspielen* (\Rightarrow Kategorie Arztbrief) bedeuten hätte können. In manchen Fällen konnte ein Wort nicht eindeutig einer Kategorie zugeordnet werden, sondern nur einer Gruppe. Zum Beispiel konnte das Wort Arztbesuch nicht eindeutig zu *Netzwerkarztbesuch* oder *externer Arztbesuch* zugeordnet werden, daher wurde es nur der übergeordneten Gruppe *organisatorische Kommentare* zugeordnet.

Analysen der klassifizierten Notizen

Um einen ersten Überblick über die Verteilung aller klassifizierten Wörter zu bekommen, wurden Tag-Clouds eingesetzt. Die Abbildung 3.5 zeigt eine dieser erstellten Tag-Clouds. Das am häufigsten vorkommende Wort wurde dabei am größten dargestellt.



Abbildung 3.5.: Tag-Cloud aller verwendeten Wörter zur Klassifizierung

Kapitel 3. Ergebnisse

Verteilung der Notizen auf bestimmte Kategorien

Nach dem Mapping der klassifizierten Keywords mit den Notizen ergaben sich unterschiedliche Zahlen an Notizen je Kategorie. Die Abbildung 3.6 zeigt die Verteilung auf die einzelnen Kategorien bzw. Gruppen. In den meisten Notizen ging es um organisatorische Kommentare, dicht gefolgt von medizinischen Kommentaren. Die am häufigsten verwendete Kategorie war der *Gesundheitszustand*. Am seltensten wurde eine Notiz der Kategorie *Tod* zugeordnet.

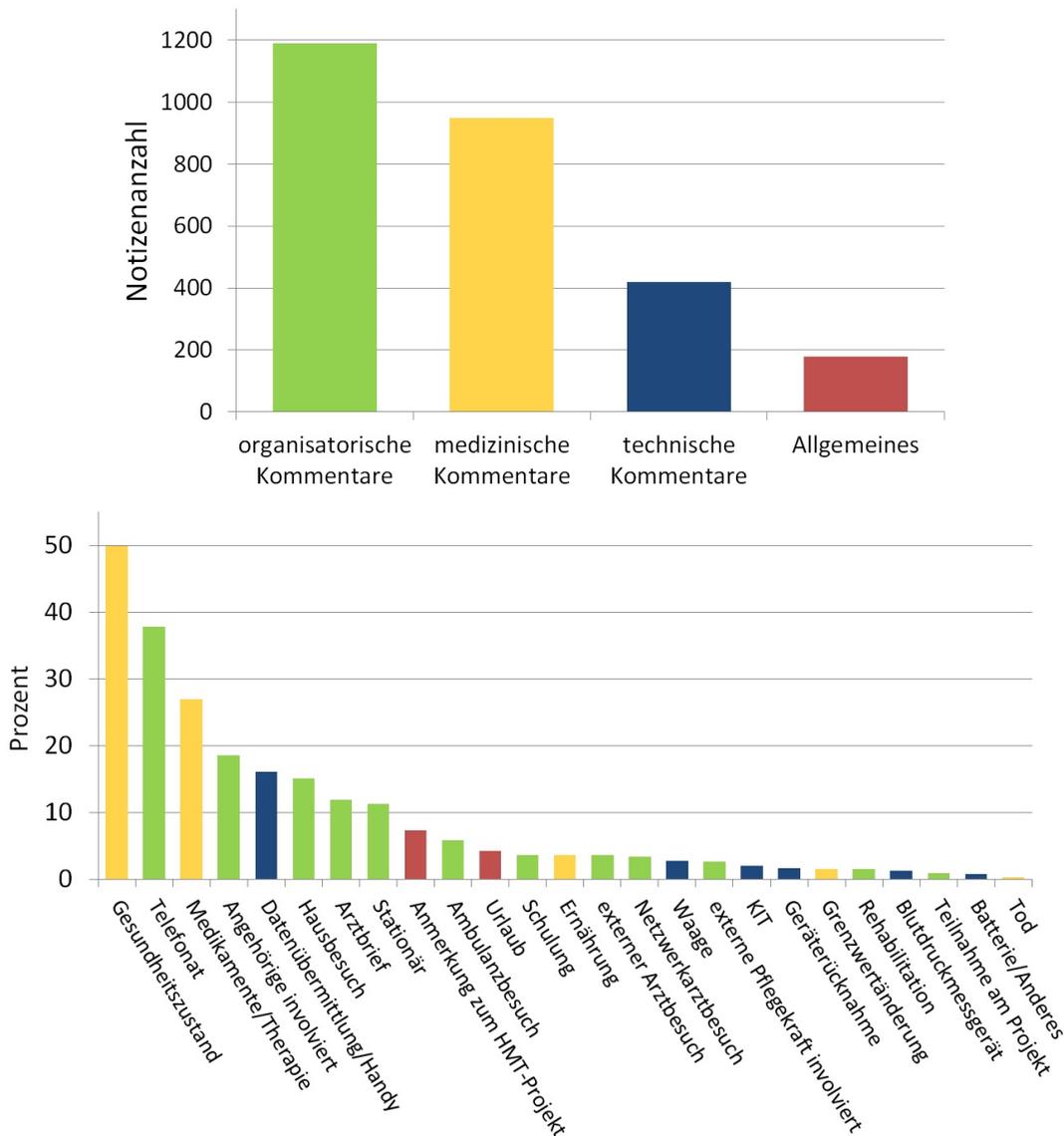


Abbildung 3.6.: Verteilungen der Notizen auf die Gruppen (oben) und auf die einzelnen Subklassen (unten)

Die Kategorie *Telefonat* war die zweit-häufigste Kategorie, über die in den Notizen geschrie-

Kapitel 3. Ergebnisse

ben wurde. Diese Kategorie hatte in der Gruppe *organisatorische Kommentare* das größte Gewicht. Die meisten Kommentare enthielten jedoch nur zu Beginn einer Notiz die Information: "Telefonat mit...". Daher wurde in den weiteren Analysen, die Kategorie *Telefonat* nicht mehr berücksichtigt. Die Abbildung 3.7 zeigt erneut die Verteilung der Gruppen ohne die Kategorie *Telefonat*.

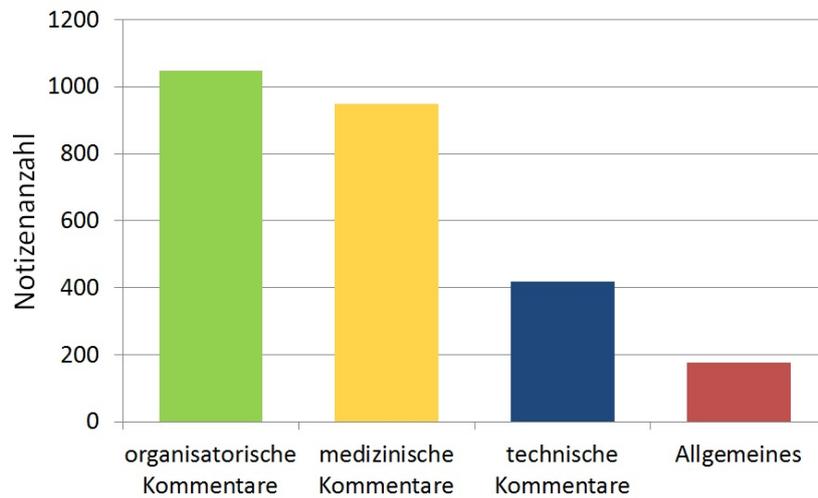


Abbildung 3.7.: Verteilung der Gruppen ohne die Kategorie *Telefonat*

Verteilung bezüglich Stakeholder/Akteure

Die Filterung der Notizen bzgl. dem Ersteller der Notiz ergab unterschiedliche Verteilungen der Themen. In Abbilung 3.8 sieht man, dass es vor allem bei den technischen und organisatorischen Kommentaren deutliche Unterschiede zwischen den Stakeholdern gab.

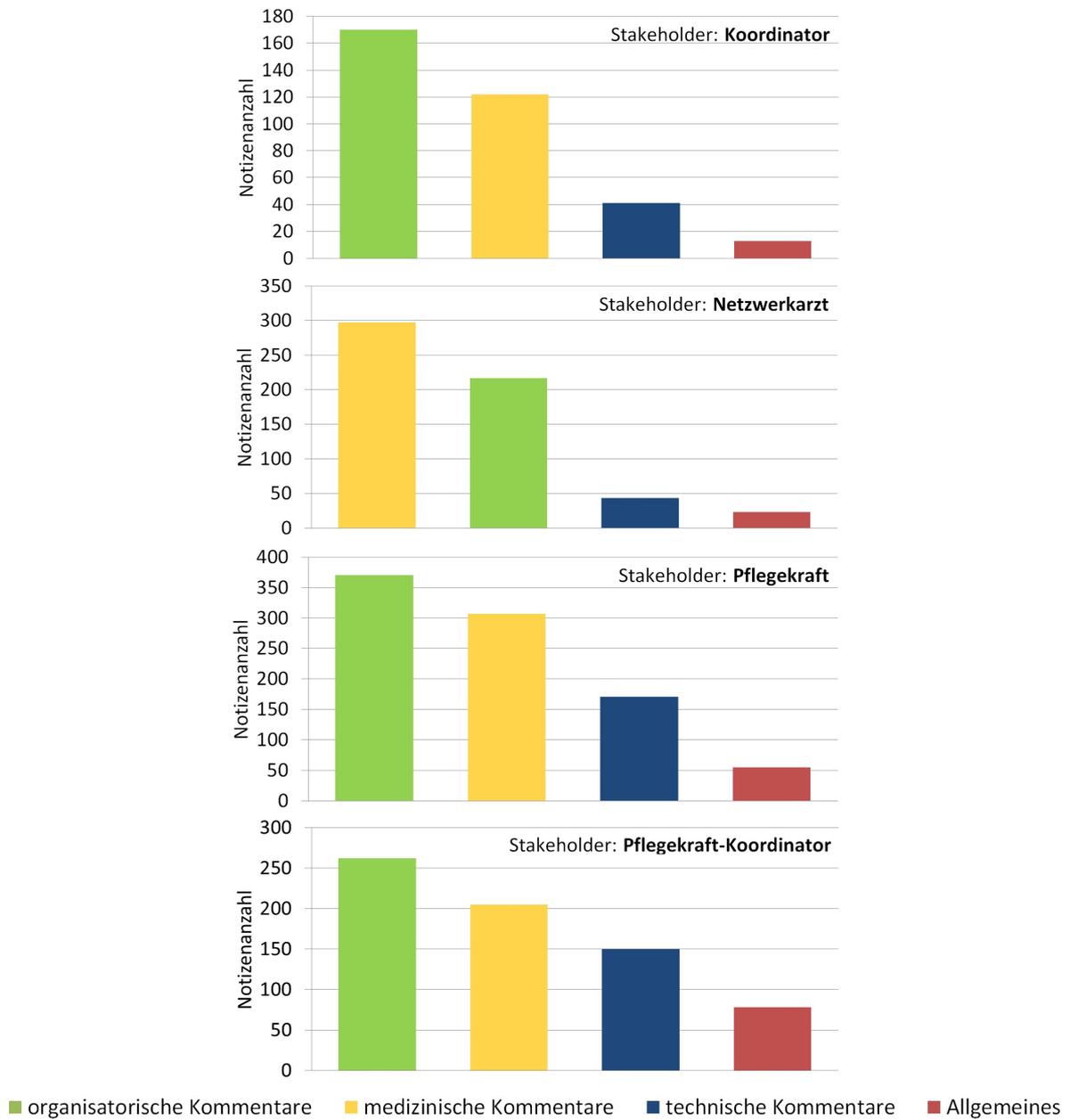


Abbildung 3.8.: Verteilung der Gruppen für die einzelnen Stakeholder

Kapitel 3. Ergebnisse

Auch in den Kategorien waren unterschiedliche Verteilungen der Notizen zwischen den Stakeholdern festzustellen (siehe Abbildungen 3.9, 3.10, 3.11 und 3.12). Beim Koordinator z. B. handelte mindestens jede zweite Notiz (mehr als 50 Prozent) vom Thema *Arztbrief*. Bei den anderen Stakeholdern drehten sich die meisten Notizen um den *Gesundheitszustand* des Patienten.

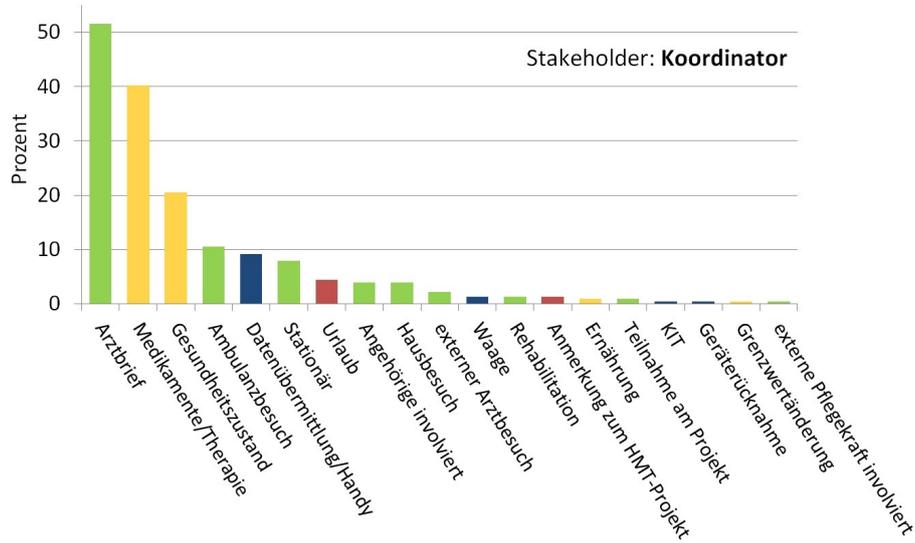


Abbildung 3.9.: Verteilung der Kategorien beim *Koordinator*

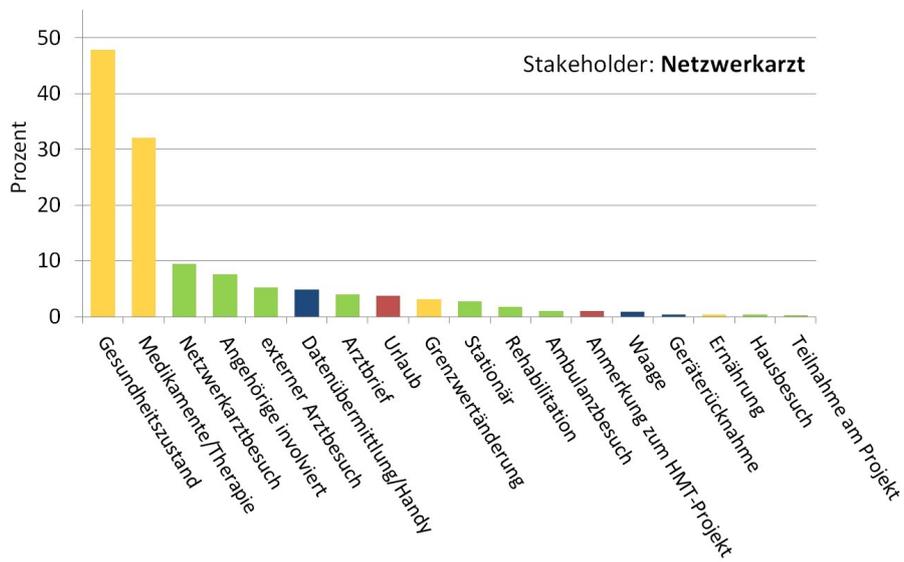


Abbildung 3.10.: Verteilung der Kategorien beim *Netzwerkarzt*.

Kapitel 3. Ergebnisse

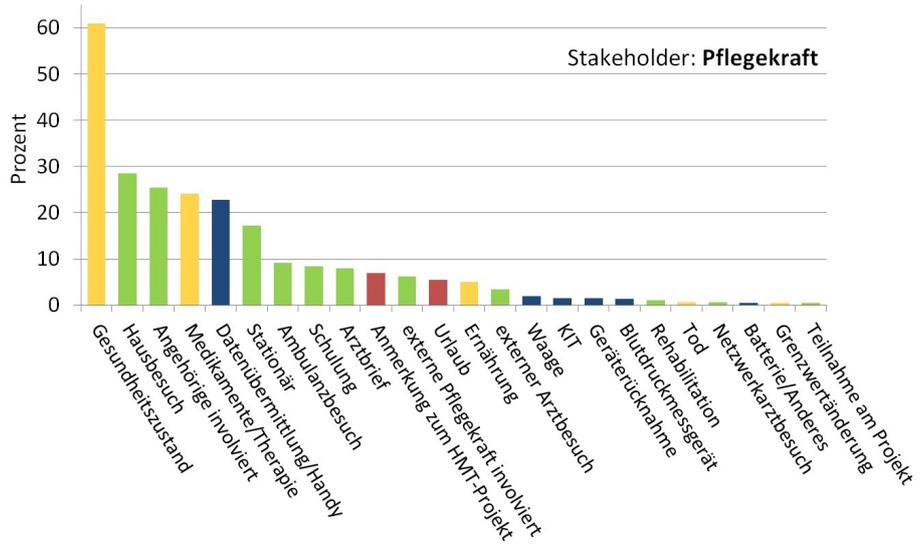


Abbildung 3.11.: Verteilung der Kategorien bei der *Pflegekraft*.

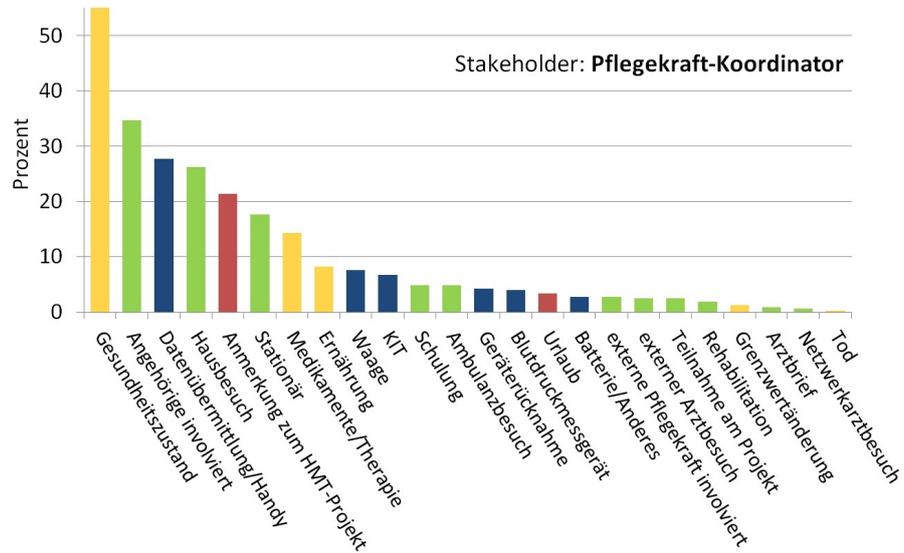


Abbildung 3.12.: Verteilung der Kategorien beim *Pflegekraft-Koordinator*.

Kapitel 3. Ergebnisse

Zeitliche Aspekte bezüglich bestimmter Kategorien

Die Verteilungen der Kategorien änderten sich, wenn unterschiedliche Monitoringzeiträume betrachtet wurden. Die Abbildungen zeigen die Verteilungen der Kategorien für alle Notizen (Abbildung 3.13) und für alle erstellten Notizen nachdem der Patient zwei Wochen (Abbildung 3.14), ein Monat (Abbildung 3.15) bzw. drei Monate (Abbildung 3.16) im Monitoringprogramm war.

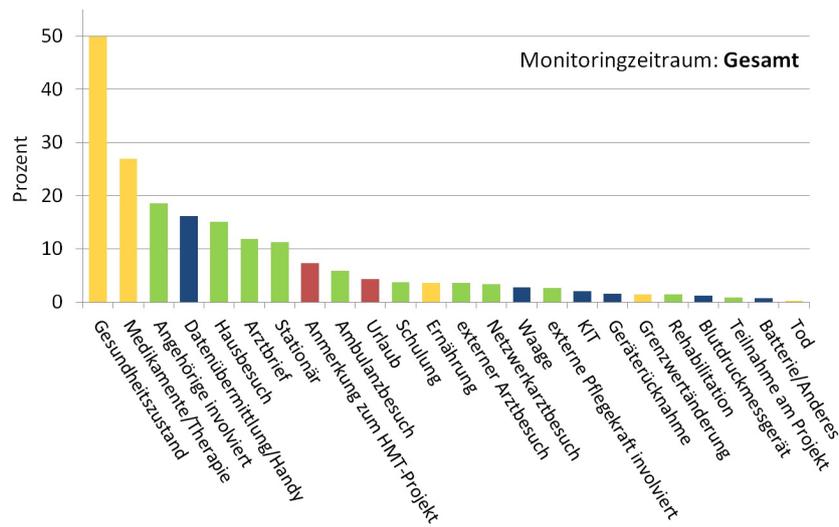


Abbildung 3.13.: Verteilung der Kategorien bei Betrachtung der gesamten Notizen

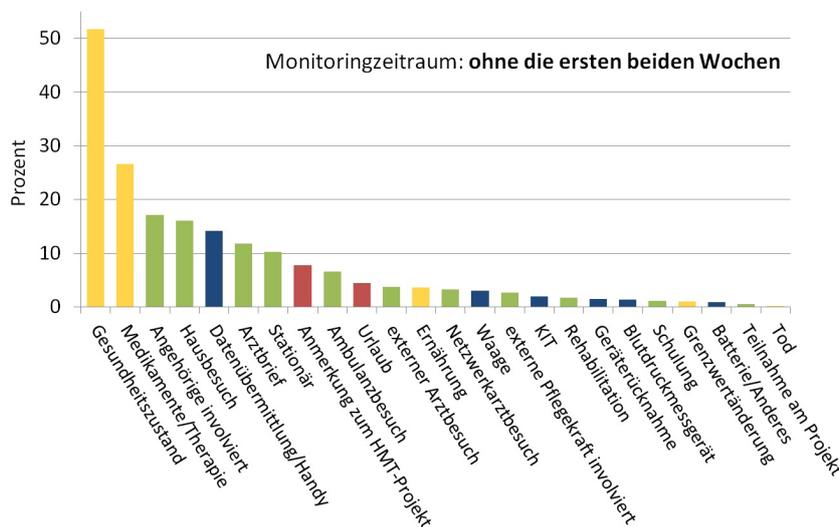


Abbildung 3.14.: Verteilung der Kategorien bei Betrachtung jener Notizen, die nach der zweiten Monitoringwoche entstanden sind.

Kapitel 3. Ergebnisse

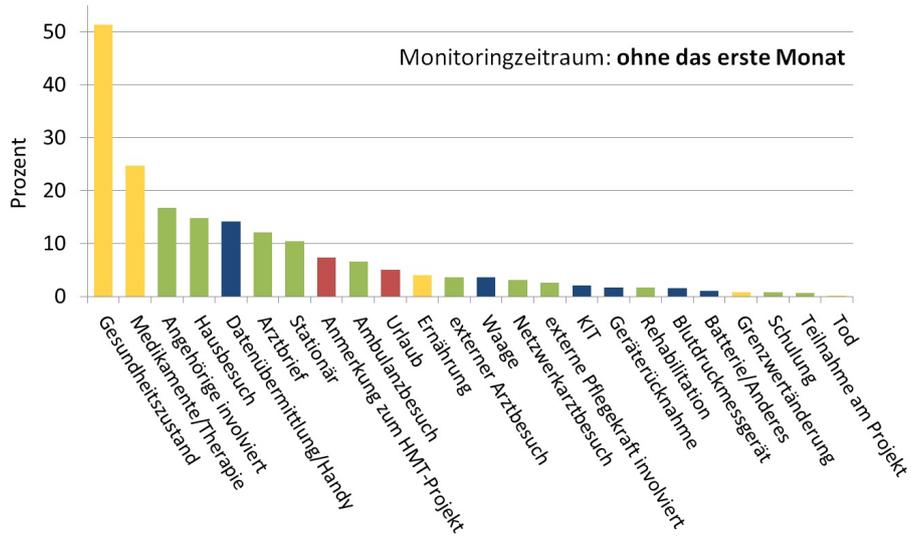


Abbildung 3.15.: Verteilung der Kategorien bei Betrachtung jener Notizen, die nach dem ersten Monitoringmonat entstanden sind.

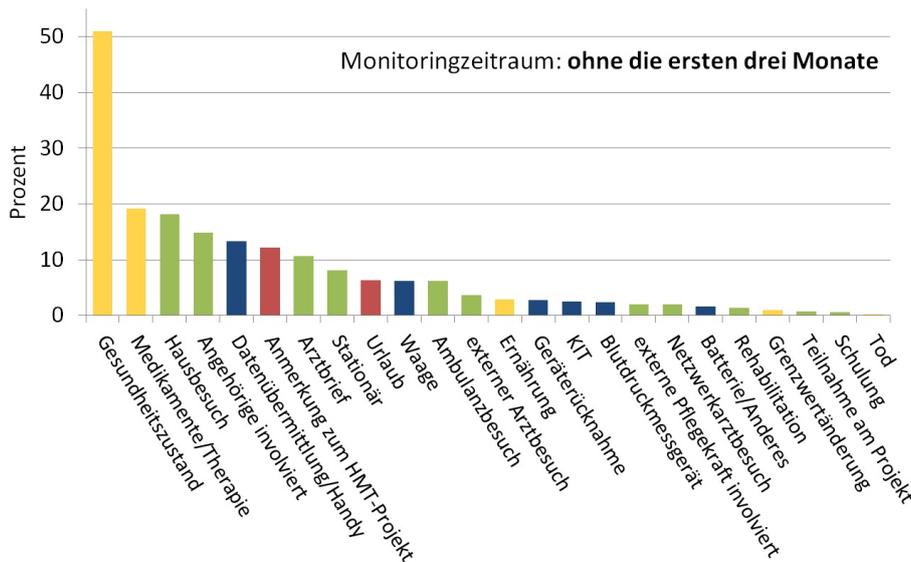


Abbildung 3.16.: Verteilung der Kategorien bei Betrachtung jener Notizen, die nach dem dritten Monitoringmonat entstanden sind.

Kapitel 3. Ergebnisse

Die Zahl der Notizen in den meisten Kategorien zeigte eine deutliche Veränderung über die Monitoringdauer hinweg. Die relativen Häufigkeiten wurden detailliert für jedes Monat in einem Diagramm dargestellt (Abbildung 3.17) und im Rahmen einer Publikation analysiert [33].

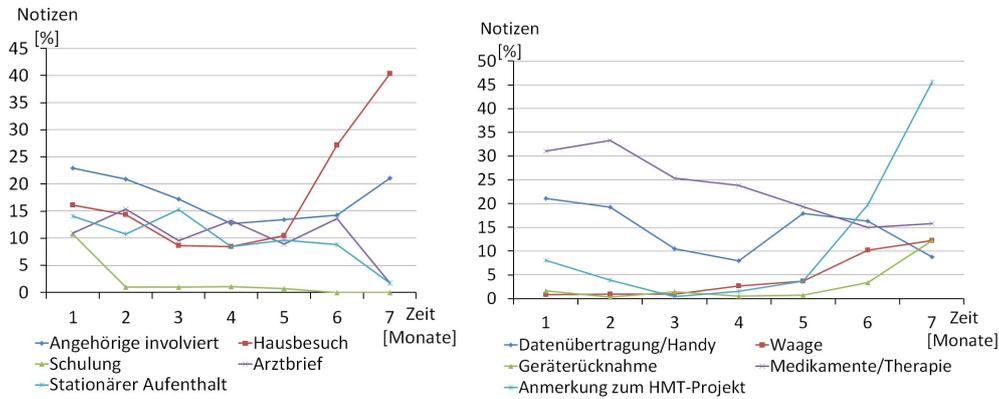


Abbildung 3.17.: Relativer Anteil an Notizen je Klasse an Gesamtnotizen

Zeitliche Aspekte einzelner Kategorien in Bezug auf Patienten

Die Diagramme in den Abbildungen 3.18, 3.19 und 3.20 zeigen die absolute und relative Anzahl an Patienten, bei denen noch mindestens eine Notiz einer entsprechenden Kategorie zugeordnet wurde.

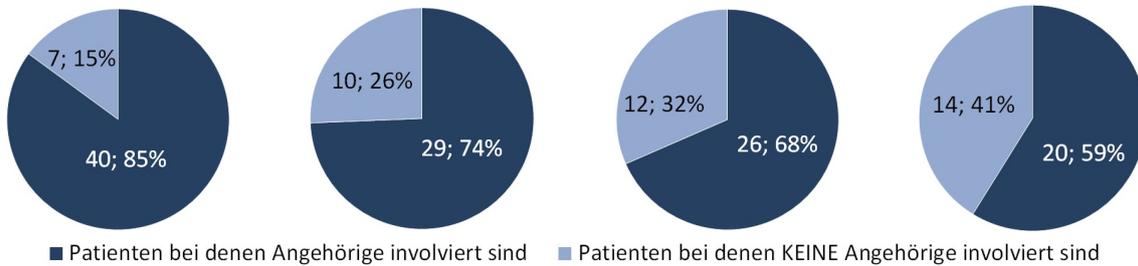


Abbildung 3.18.: Absolute und relative Anzahl jener Patienten, die eine Notiz der Kategorie *Angehörige involviert* aufweisen – Ganz links: Alle erfassten Notizen eines Patienten wurden berücksichtigt. Halb links: Die nach der zweiten Monitoringwoche erfassten Notizen wurden berücksichtigt. Halb rechts: Die nach dem ersten Monitoringmonat erfassten Notizen wurden berücksichtigt. Ganz rechts: die nach den ersten drei Monitoringmonaten erfassten Notizen wurden berücksichtigt.

Kapitel 3. Ergebnisse

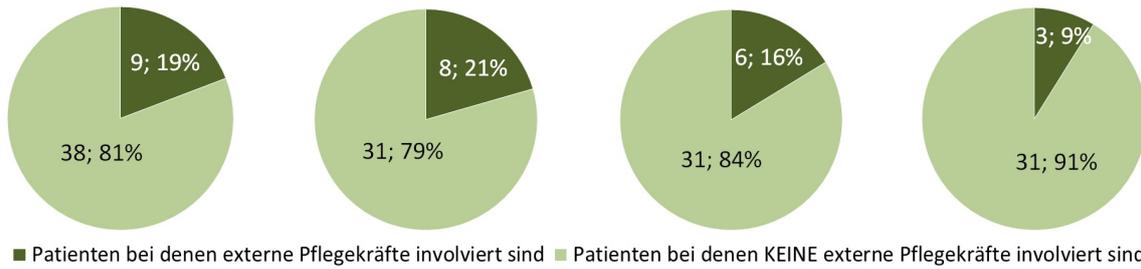


Abbildung 3.19.: Absolute und relative Anzahl jener Patienten, die eine Notiz der Kategorie *externe Pflegekraft involviert* aufweisen – Ganz links: Alle erfassten Notizen eines Patienten wurden berücksichtigt. Halb links: Die nach der zweiten Monitoringwoche erfassten Notizen wurden berücksichtigt. Halb rechts: Die nach dem ersten Monitoringmonat erfassten Notizen wurden berücksichtigt. Ganz rechts: Die nach den ersten drei Monitoringmonaten erfassten Notizen wurden berücksichtigt.

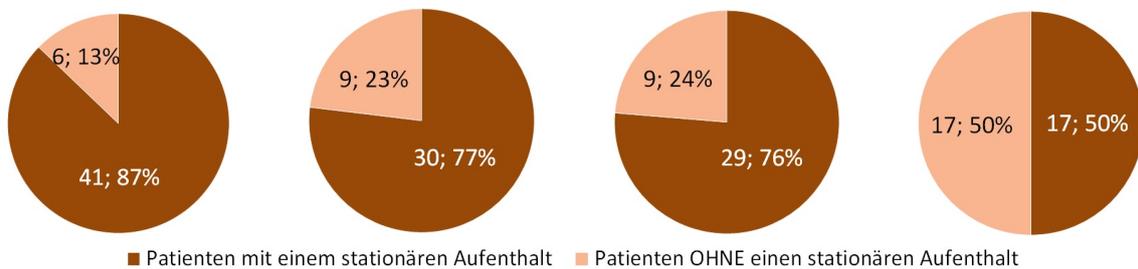


Abbildung 3.20.: Absolute und relative Anzahl jener Patienten, die eine Notiz der Kategorie *stationärer Aufenthalt* aufweisen – Ganz links: Alle erfassten Notizen eines Patienten wurden berücksichtigt. Halb links: Die nach der zweiten Monitoringwoche erfassten Notizen wurden berücksichtigt. Halb rechts: Die nach dem ersten Monitoringmonat erfassten Notizen wurden berücksichtigt. Ganz rechts: Die nach den ersten drei Monitoringmonaten erfassten Notizen wurden berücksichtigt.

Detailanalyse der Kategorie *Datenübermittlung/Handy*

Die Kategorie *Datenübermittlung/Handy* wurde im Detail analysiert. Dazu wurden alle 252 Notizen, die dieser Kategorie zugeordnet wurden, manuell den Subklassen *Anwendungsschwierigkeiten*, *Information*, *Medikationsanzeige*, *Sonstige* und *Übertragungsproblem* zugeordnet. Die Abbildung 3.21 zeigt, dass die am häufigsten vorkommende Subkategorie *Anwendungsschwierigkeiten* war, gefolgt von *Information* und *Übertragungsproblem*.

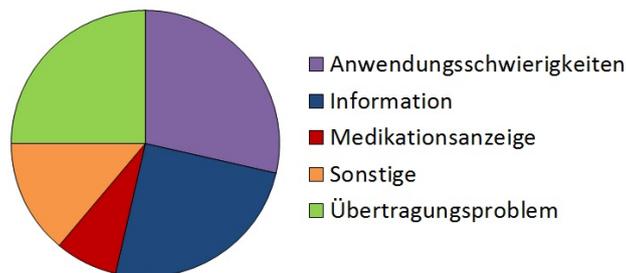


Abbildung 3.21.: Verteilung der Subkategorien innerhalb der Kategorie *Datenübermittlung/Handy*

Die Anzahl jener Patienten, zu denen es eine Notiz aus der entsprechenden Subkategorie gab, nahm bei allen Subklassen über die Zeit hinweg ab (siehe Abbildung 3.22). *Anwendungsschwierigkeiten* traten im ersten Monitoringmonat bei fast jedem zweiten Patienten auf, im letzten Monat hingegen nur noch bei zehn Prozent der in diesem Monat nach wie vor aktiven Patienten.

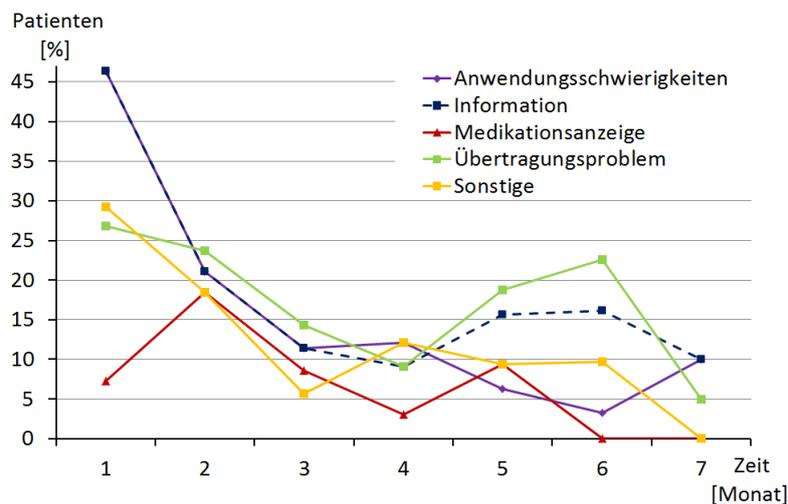


Abbildung 3.22.: Anzahl der Patienten mit Kommentaren zu den jeweiligen Subkategorien über die Zeit

Die Anzahl der Patienten bezog sich immer auf die jeweils noch aktiven Teilnehmer in diesem Monat. Konkret bedeutete das, dass im siebenten Monitoringmonat bei zwei der 20 noch aktiven Patienten, Kommentare zu *Anwendungsschwierigkeiten* vermerkt wurden.

3.1.2. Medikamentenanalyse

Neben den Analysen der verfassten Notizen im System wurden auch die verordneten Medikamente analysiert. Der durchschnittliche Verlauf der Medikamentengruppen bei den Patienten ist in der Abbildung 3.23 ersichtlich und zeigt, dass die Medikamentengruppe ACE-I im Vergleich zu den anderen Medikamentengruppen am ehesten die gewünschte Zieldosis erreichte. In Abbildung 3.24 kann man erkennen, dass die Anzahl der Patienten, welche jeweils ein Medikament aus einer Medikamentengruppe verordnet bekommen haben, ab 170 Monitoringtagen stark abfiel, weil die Patienten mit dem Telemonitoring nach und nach aufgehört hatten.

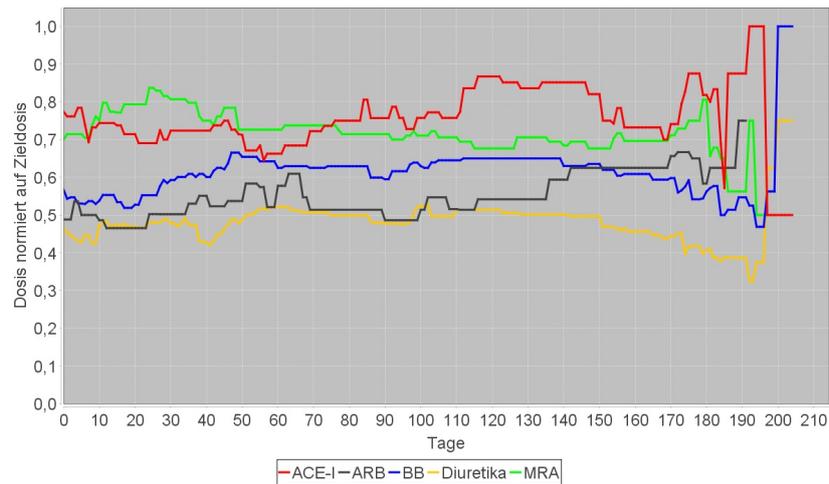


Abbildung 3.23.: Verlauf der durchschnittlichen Medikamentendosis bezogen auf die Zieldosis

Kapitel 3. Ergebnisse

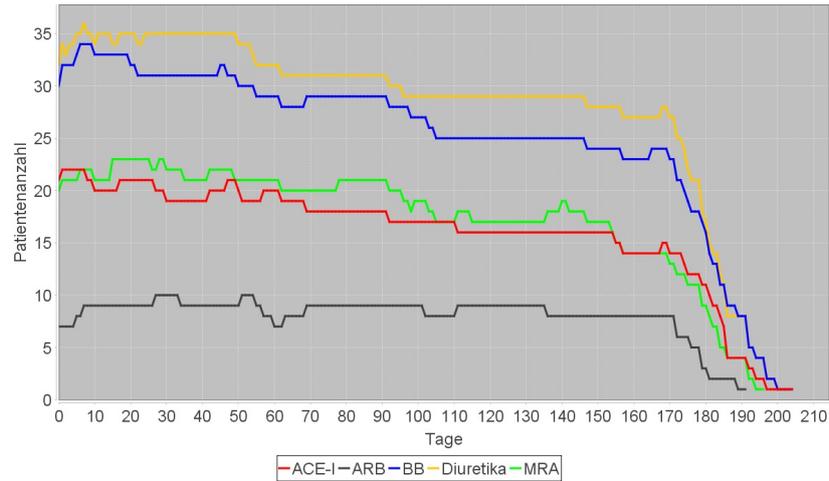


Abbildung 3.24.: Anzahl der Patienten je Monitoringtag, die ein Medikament der entsprechenden Medikamentengruppe verordnet bekommen haben.

Im Durchschnitt hat der Arzt nach einer initialen Medikamentenverordnung 9,2 Mal die Medikation im Laufe des Telemonitoring geändert. Der Patient hatte im Schnitt 14,8 Mal nicht die vorgeschriebene Medikation für einen Zeitraum eingenommen (siehe Tabelle 3.4).

Tabelle 3.4.: Dokumentierte Medikamentenänderungen von Ärzten und Patienten

	Mean (Standardabweichung)
Arzt: Änderungen pro Patient	9,2 (6,8)
Patient: Änderungen	14,8 (22,3)
- mehr als verordnet eingenommen	16,4 %
- weniger als verordnet eingenommen	23,5 %
- gar nicht eingenommen	60,1 %

3.2. Erkenntnisse für die Weiterentwicklung der Software

Aus den Analysen sowie aus der Evaluierung konnten verschiedene Erkenntnisse für die Weiterentwicklung der Software gewonnen werden, die im Folgenden näher erläutert werden:

Bedeutung der textuellen Kommunikation

Zum einen betonten die einzelnen Akteure in den Interviews, dass die Notizen für sie sehr wichtig wären. Zum anderen zeigte auch die Notizenanalyse aufgrund des breiten Spektrums an unterschiedlichen dokumentierten Themen, dass die Notizfunktion ein zentrales Element der bestehenden Software war. Diese musste daher auch zukünftig einen entsprechenden Stellenwert in der Software bekommen.

Zentrale Kommunikationsverfolgung

Um sich schnell einen Überblick über einen Patienten schaffen zu können, war es notwendig, die Kommunikation rund um den Patienten zentral einsehen zu können. Die Analyse der Notizen zeigte, dass darin relativ häufig über Arztbriefe dokumentiert wurde. Dabei teilte der Koordinator zum einen mit, dass ein Arztbrief hochgeladen wurde. Zum anderen erkundigten sich Netzwerkärzte darüber, ob bereits ein Arztbrief hochgeladen wurde, bzw. teilten mit, dass dieser noch fehlte. In einer zentralen Komponente, in Form einer Timeline, sollte es für die Akteure des Netzwerkes möglich, sich schnell einen Überblick zu verschaffen.

Medikamentenmanagementsystem

Die Analyse der Medikamente zeigte, dass pro Patient im Schnitt mehr als neun Medikamentenänderungen gemacht wurden, was die Wichtigkeit der Medikamentenabbildung im Telemonitoringsystem verdeutlichte. Es hat sich aber auch herausgestellt, dass die Limitierung der maximalen Anzahl an möglichen aktuellen Medikamentenverordnungen aufgehoben werden muss. Weiters beklagten die Ärzte in der Evaluierung auch die Mehrfachdokumentation in der separaten Arztsoftware bzw. im Krankenhausinformationssystem und im Telemonitoringsystem. Daher sollte nach Einführung der *e-Medikation* eine Schnittstelle implementiert werden, damit die Medikamente automatisch, also ohne weitere Eingabe, im System dargestellt werden. In der neuen Telemonitoringsoftware sollte es schließlich möglich sein, gezielt

auszuwählen, welche Medikamenteneinnahmen ein Patient auf dem Smartphone dokumentieren soll.

Kalender

In den Notizen wurden auch Abwesenheiten und Urlaube sowohl von Patienten als auch von Akteuren mitdokumentiert. Mit der Integration einer Kalenderfunktion in das System können diese Informationen im Kalender dargestellt werden und automatische Nachrichten an festgelegte Vertretungen versendet werden.

Workflow-Unterstützung

Die Notizen zeigten, dass gewisse Aufgaben von Akteuren teilweise vergessen und sie von anderen Akteuren daran erinnert wurden. Mithilfe einer zukünftigen Workflow-Unterstützung sollen die notwendigen Aufgaben für die Aufnahme, die Übergabe und den Abschluss eines Patienten automatisch erstellt werden. Darüber hinaus soll es auch möglich sein, dass Akteure untereinander Tasks vergeben, sodass ein Netzwerkarzt z. B. an eine Pflegekraft den Task eines Hausbesuches vergeben kann.

Ereignisaufbereitung

Aufgrund der besseren Kollaborationsunterstützung soll ein 3-Stufen-System für die Ereignisse umgesetzt werden. Alle akuten Events (wie Grenzwertüberschreitungen oder fehlende Datenübertragungen) werden der Stufe 1 zugeordnet und sind nur für Pflegekräfte relevant. Diese haben die Möglichkeit, bei Bedarf ein Ereignis hochzustufen. Netzwerkärzte sind für Ereignisse der Stufe 2 (wöchentliche Routinekontrollen) verantwortlich und für alle von der Pflegekraft hochgestuften Events. Reagiert ein Netzwerkarzt nicht innerhalb eines bestimmten Zeitraumes auf die Events, werden diese eine Stufe höher gestuft und sind damit Ereignisse, die beim Koordinator auftreten.

3.3. Anwendung von maschinellen Lernverfahren

Für das Trainieren eines Klassifikators waren bestimmte Preprocessing-Schritte erforderlich. Im ersten Schritt wurden die Notizen, in 3739 Notizenschnipsel, aufgetrennt. Diese wurden

Kapitel 3. Ergebnisse

von 18 Studenten annotiert. Damit für jedes Notizenschnipsel mindestens drei Votes gemacht wurden, wurden Pakete zu je 624 Notizenschnipsel für die Studenten erstellt. Im Anhang C befinden sich die zwei entworfenen Annotierungsguides – jeweils einer für Aufgaben und einer für Status. Mithilfe dieser Annotierungsrichtlinien wurden die Notizenschnipsel von den Studenten annotiert. Die Anzahl an annotierten Notizenteilen variierte bei den Tasks (siehe Tabelle 3.5) von 36 für *Urlaubsvertretung* bis 362 für *organisatorische Aufgaben*. Beim Status (siehe Tabelle 3.6) reichte die Varianz an annotierten Notizenschnipseln von 285 für *Selbstständigkeit* bis 1388 für *allgemeinen Gesundheitszustand*.

Tabelle 3.5.: Anzahl an annotierten Notizenschnipseln für die einzelnen Aufgaben

Aufgabe	Anzahl annotierter Notizenschnipsel
organisatorische Aufgabe	362
Patientendeaktivierung	252
Medikationsanpassung	242
Hausbesuch	153
technischer Helpdesk	136
Urlaubsvertretung	36

Tabelle 3.6.: Anzahl an annotierten Notizenschnipseln für die einzelnen Status

Status	Anzahl annotierter Notizenschnipsel
allgemeiner Gesundheitszustand	1388
häusliches Umfeld	298
Compliance	295
Selbstständigkeit	285

Der Goldstandard ergab sich durch einen Vergleich der einzelnen Annotierungen: Wenn mehr als zwei Studenten eine Kategorie in einer Notiz identifiziert hatten, wurde dieser Notizteil mit der entsprechenden Kategorie annotiert. Die vollständige Liste an annotierten Notizen war anschließend die Grundlage für das Trainieren und Testen der SVM-Klassifikatoren.

Evaluation Results

Die optimalen Anzahl an Features variierte für die einzelnen Klassifikatoren. Das Diagramm zeigt am Beispiel der Kategorie *allgemeiner Gesundheitszustand* die Vorgehensweise bei der Wahl des cut-offs. Der erste Peak wurde bei 500 Features erzielt und wurde als cut-off verwendet.

Kapitel 3. Ergebnisse

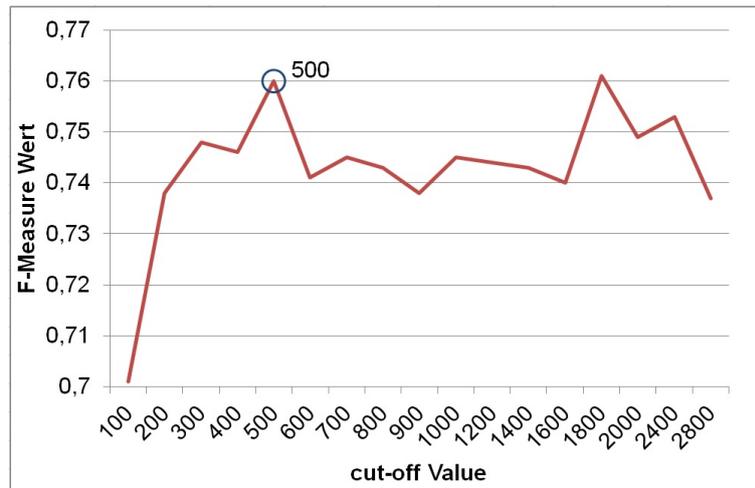


Abbildung 3.25.: Diagramm für die Wahl der Anzahl an Features

Mithilfe einer 10-fach-Kreuzvalidierung wurde der annotierte Datensatz in zehn gleich große Teile aufgeteilt. Neun Datensätze wurden zum Trainieren des Klassifikators verwendet und der zehnte Teil für das Testen des Klassifikators. Die durchschnittlichen Werte für Precision, Recall und F-Measure-Wert wurden berechnet und sind in Tabelle 3.7 und 3.8 dargestellt. Ebenso beinhalten die beiden Tabellen die Ergebnisse des simplen 3-Keyword-Klassifikators. Die *fett*-gedruckten Zahlen in den beiden Tabellen zeigen den besseren F-Measure-Wert der jeweiligen Kategorie an. Diese Ergebnisse waren die Grundlage für eine Publikation [34] im Rahmen der eHealth Konferenz [35].

Tabelle 3.7.: Scorer-Ergebnisse der binären Klassifikatoren für die Aufgaben-Klassifizierung

Aufgaben	3-Keyword-Klassifikator			SVM-Klassifikator		
	Precision	Recall	F-Wert	Precision	Recall	F-Wert
Hausbesuch	0,39	0,86	0,54	0,73	0,73	0,73
Patientendeaktivierung	0,30	0,23	0,26	0,60	0,55	0,58
Urlaubsvertretung	0,34	0,64	0,46	0,47	0,28	0,35
Medikationsanpassung	0,37	0,49	0,42	0,44	0,40	0,42
organisatorische Aufgabe	0,41	0,29	0,34	0,43	0,37	0,40
technischer Helpdesk	0,18	0,20	0,19	0,39	0,37	0,38

Tabelle 3.8.: Scorer-Ergebnisse der binären Klassifikatoren für die Status-Klassifizierung

Status	3-Keyword-Klassifikator			SVM-Klassifikator		
	Precision	Recall	F-Wert	Precision	Recall	F-Wert
allg. Gesundheitszustand	0,91	0,12	0,21	0,80	0,71	0,76
Selbstständigkeit	0,92	0,99	0,95	0,56	0,40	0,47
häusliches Umfeld	0,18	0,30	0,22	0,51	0,37	0,43
Compliance	0,23	0,04	0,06	0,28	0,23	0,25

3.4. Dashboard-Design und Prototyp-Implementierung

Aus der Evaluierung ging hervor, dass die Navigation einen großen Schwachpunkt im bestehenden System darstellte. Daher wurde versucht, die Funktionen, die für die Akteure wichtig waren, so einfach wie möglich darzustellen und mit einer minimalen Anzahl an Klicks erreichbar zu machen. Mithilfe der gewonnenen Erkenntnisse wurde daher ein angepasstes Dashboard designt. Dazu wurden alle Funktionen, die vom Telemonitoringsystem TMS Cardio abgedeckt wurden, in einer Liste zusammengefasst und aufgrund ihrer Wichtigkeit für den Netzwerkarzt zu Prioritäten zugeordnet. Das Ergebnis der Priorisierung kann man aus der Abbildung 3.26 entnehmen. Zusätzlich dazu waren die aus den Erkenntnissen neu gewonnenen Funktionen *Kalender* und *Aufgabenverwaltung* hinzugekommen.

Alle in der Abbildung 3.26 mit Priorität eins gekennzeichneten Funktionen haben sich beim Monitoring der Patienten als wichtig herausgestellt und sollten daher im Dashboard auf einen Blick ersichtlich sein. Funktionen wie Dokumente (spezifische Telemonitoringdokumente abrufen bzw. erstellen lassen), Diagnose (Informationen zur Erkrankung des Patienten) und Blutdruck-Profil (Statistik über Herzrate und Blutdruck) sind für den behandelnden Arzt von nicht so großer Wichtigkeit, sodass diese Information nicht auf einen Blick am Dashboard ersichtlich sein muss und über das Menü navigiert werden kann.

Funktion	Kommentar	Priorität
Graphik	Zeitverlaufsdarstellung der gesendeten Messwerte	1
Feedbackliste	Feedback an die Patienten erstellen und ansehen	1
Medikamentenliste	Zuordnen von Medikamenten aus der Medikamente-Datenbank	1
Grenzwerte	Einstellen der Grenzwerte und Konfiguration der Erinnerungsfunktionen (temporäre Deaktivierung)	1
Freitexteingabe	Notizen erstellen und ansehen für zusätzlichen Informationsaustausch zwischen dem betreuenden Personal	1
Ereignisliste	Ereignisse des/der Patienten/Patientin	1
Patientensuche		1
Messwertliste	Darstellung der gesendeten Messwerte	1
Diagnose	Informationen zur Erkrankung des/der Patienten/Patientin	2
Blutdruck-Profil	Statistik über Herzrate und Blutdruck	2
Zusätzliche Dokumente	Beliebige Dokumente können hochgeladen und angesehen werden	2
Patientendaten	Eingabemaske für demographische Daten	3
Geräteliste	Zuordnung der Geräte (KIT-Mobiltelefon, KIT-Körperwaage, KIT-Blutdruckmessgerät)	3
Patienteneinstellung	Einstellung der Sprache, Zeitzone und Diagnose-Daten	3
Dokumente	Spezifische Dokumente (Telemonitoring-Report und Telemonitoring-Equipment)	3

Abbildung 3.26.: Alle Funktionen im System TMSCardio für den Netzwerkarzt, nach Priorität sortiert

3.4.1. Abstraktion

Für alle relevanten Funktionen des Dashboards wurde eine Aufgaben- bzw. Informationsbedarfsanalysen durchgeführt. Diese Ergebnisse werden für die beiden Komponenten *Zeitverlaufsdarstellung* und *Kommunikation* im Folgenden beispielhaft dargestellt.

Detailbeschreibung *Zeitverlaufsdarstellung*

Ziel der Funktion: Der Arzt soll sich mithilfe der Grafiken einen Überblick über den Verlauf der Vitalparameter (inkl. Medikamenteneinnahme und Wohlbefinden) machen können. Daneben soll er Über- bzw. Unterschreitungen von Grenzwerten erkennen können. Weiters sollen vorhandene Notizen zum Patienten in der Grafik angezeigt werden und der Inhalt dieser Notiz soll abgerufen werden können.

Operationen/Basisfragen:

- Wie stark schwankt das Gewicht des Patienten? ⇒ Muss der User mit einer Medikamentenänderung auf starke Gewichtsschwankungen reagieren?

Kapitel 3. Ergebnisse

- Ist der Blutdruck hoch, sodass man die Medikamente dementsprechend anpassen muss?
- Nimmt der Patient seine Medikamente wie verordnet ein?
- Geht eine Verschlechterung der Vitalparameter mit einer Verschlechterung des Wohlbefindens einher?
- Wie reagieren Vitalparameter (Puls, Blutdruck, Gewicht) auf eine Medikamentenänderung?
- Gibt es eine Dokumentation (Notiz), die begründet, warum sich die Vitalparameter verschlechtern oder warum keine Vitalparameter übertragen wurden?
- Gibt es eine Dokumentation (Notiz), die begründet, warum sich das Wohlbefinden des Patienten verschlechtert hat?
- Wie sieht der Verlauf der Vitalparameter seit Beginn des Monitorings aus?

Kritische Faktoren:

- lückenlose Übertragung der Vitalparameter
- Vitalparameterentgleisung nach Medikamentenänderung
- starke Gewichtszunahmen

Dimensionen:

- Zeitlicher Verlauf mit den Dimensionen Woche, 14-tägig, Monat und mehrere Monate
- Parameterdimensionen: Blutdruck, Puls, Gewicht, Wohlbefinden und Medikamenteneinnahme

Detailbeschreibung *Kommunikation*

Ziel der Funktion: Der Arzt soll relevante, zusätzliche Informationen bzgl. eines Patienten als Notiz speichern können. Notizen zum Patienten, die von einem anderen Akteur im Netzwerk erstellt wurden, sollen abgerufen werden können. Die Notizen dienen als zusätzlicher Informationsaustausch zwischen dem betreuenden Personal.

Operationen/Basisfragen:

- Wie kann man eine neue Notiz erstellen?
- Enthalten die Notizen zusätzliche Informationen darüber, warum der Patient keine Daten überträgt?
- Geben die Notizen Aufschluss darüber, warum sich das Wohlbefinden des Patienten verschlechtert hat bzw. warum der Patient zugenommen hat?

- Begründen die Notizen, warum der Patient kein Gewicht überträgt?
- Geht aus den Notizen hervor, dass der Patient zunehmend dyspnoisch ist, sodass man die Medikamente daran anpassen muss?
- Von wem und wann wurde die Notiz erstellt?

Kritische Faktoren:

Dimensionen: aktuelle Notizen oder alle Notizen

3.4.2. Visual Encoding

Im nächsten Schritt wurden die einzelnen Module für das Dashboard, ausgehend von den Ergebnissen der Abstraktion, visuell codiert. Die Ergebnisse des Visual Encodings der beiden Module *Zeitverlaufsdarstellung* und *Kommunikation* werden im Folgenden gezeigt:

Modul *Zeitverlaufsdarstellung*

Innerhalb des Modules *Zeitverlaufsdarstellung* wurden fünf verschiedene Grafiken dargestellt:

- Blutdruck
- Gewicht
- Puls
- Wohlbefinden
- Medikamente

Auf das Visual Encoding der Grafik *Blutdruck* wird im Folgenden genauer eingegangen. Die Grafik in der Abbildung 3.27 zeigt die Skizze als Ergebnis dieses Levels.

- Beim Visual Encoding der Blutdruck-Grafik wurden die Design Guidelines für die Darstellung von Blutdruckwerten (Displaying Blood Pressure Composites, Seite 32 in Referenz [36]) berücksichtigt:
 - Der systolische und der diastolische Blutdruck wurden in einer Grafik dargestellt
 - Der systolische und der diastolische Blutdruck wurden als entgegengesetzte Enden einer vertikalen Linie dargestellt.

Kapitel 3. Ergebnisse

- Der Schnittpunkt für den systolischen und den diastolischen Blutdruck wurde als horizontaler Balken dargestellt.
- Die vertikale Linie und der horizontale Balken wurden dicker als die Hilfsgitterlinien dargestellt.
- Die Blutdruck-Datenpunkte wurden nicht ohne die vertikalen Linien interpoliert.
- Wenn Datenpunkte eng beieinander lagen, wurden keine horizontalen Balken dargestellt.
- Icons:
 - Für das Kennzeichnen einer vorhandenen Notiz wurde ein *Notiz*-Icon verwendet.
 - Für das Kennzeichnen eines vorhandenen Berichts wurde ein *Dokumente*-Icon verwendet.
 - Für das Kennzeichnen eines Ereignisses wurde ein rotes Rufzeichen verwendet.
- Schriftart: Arial (keine Serifen-Schrift \Rightarrow kann sauber und scharf am Bildschirm dargestellt werden); Blutdruck wurde fett gedruckt, damit auf einen Blick erkenntlich war, welche Vitalparameter in der Grafik dargestellt wurden
- Schriftfarbe: schwarz (damit konnte ein guter Kontrast und somit eine gute Lesbarkeit erreicht werden)
- Die Bereiche zwischen den Grenzwerten wurden mit einem transparenten roten Balken (für den systolischen Blutdruck) und einem transparenten blauen Balken (für den diastolischen Blutdruck) dargestellt.
- Die unterschiedlichen Serien (systolischer und diastolischer Blutdruck) wurden mit den beiden Farben rot und blau dargestellt. Der durchschnittliche Median wurde in orange bzw. violett dargestellt. Damit wurde die Lesbarkeit unterstützt (da nur systolische und diastolische Blutdruck-Werte in der Grafik dargestellt wurden, bestand keine zu vermeidende Abhängigkeit von den Farben).
- Da vertikale Beschriftungen von Achsen vermieden werden sollten, wurde die Einheit (Blutdruck: mmHg) über dem Diagramm angebracht.

Kapitel 3. Ergebnisse

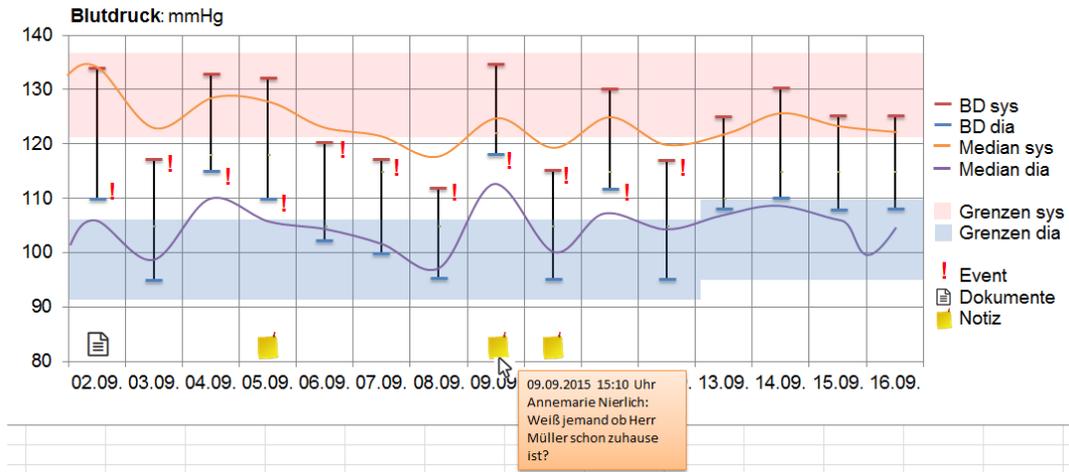


Abbildung 3.27.: Visual Encoding der Darstellung des Vitalparameters Blutdruck

Grundsätzlich wurde auf die Empfehlung der Evaluierung Rücksicht genommen und an der Art der Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Vitalparameter nicht viel geändert.

Modul Kommunikation

Die Ergebnisse des Visual Encodings für den allgemeinen Aufbau der Komponente *Kommunikation* sind als Entwurf in Abbildung 3.28 dargestellt.

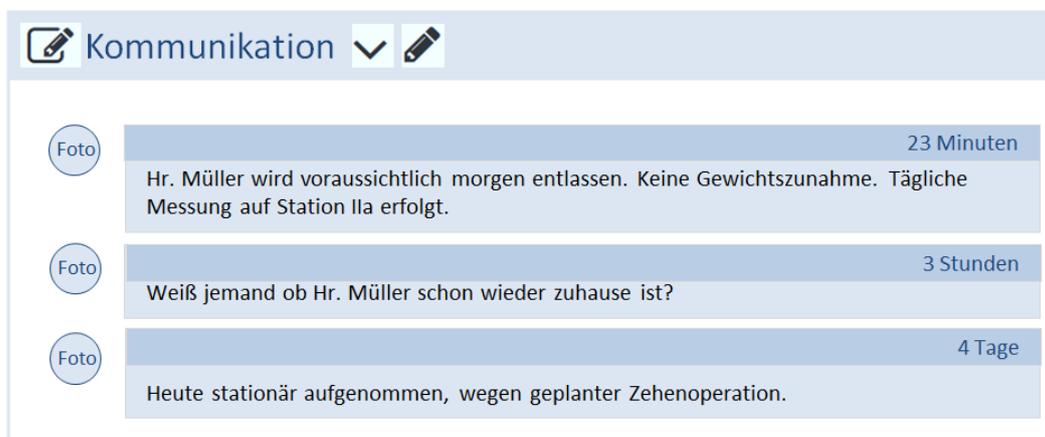


Abbildung 3.28.: Visual Encoding - *Kommunikation*

- Icons: Jedes Modul wurde mit einem eigenen Icon gekennzeichnet, um den Wiedererkennungswert eines Moduls zu erhöhen. Dieses Modul wurde mit dem *Stift-und-Viereck*-Icon gekennzeichnet.

- Schrift: Als Schriftart wurde Arial mit der Schriftfarbe schwarz verwendet.
- Buttons:
 - Button mit dem *Winkel-nach-unten*-Icon: Damit konnte der angezeigte Inhalt gefiltert werden. Die Filtermöglichkeiten waren: *alle Notizen* oder *aktuelle Notizen*
 - Button mit dem *Stift*-Icon: Durch einen Klick auf diesen Button konnte man das Dialogfenster öffnen, das es einem ermöglichte, eine neue Notiz zu erfassen.
- Die Timeline mit allen Notizen enthielt:
 - Fotos vom jeweiligen Benutzer, welcher die Nachricht verfasst hatte.
 - Die Zeit, die vergangen war, seit eine Nachricht verfasst worden war, wurde neben einem *Uhr*-Icon angegeben.

3.4.3. Screendesign

Im finalen Schritt der Designphase wurde die Anordnung der einzelnen Komponenten am Screen festgelegt. Nach einem erfolgreichen Login wurde zuerst ein userspezifisches Dashboard angezeigt (siehe Abbildung 3.29). In diesem Dashboard wurde im Bereich der höchsten Aufmerksamkeit die Patientenliste angeordnet. Diese enthielt alle Patienten, die dem Benutzer zugeordnet wurden und offene Events aufwiesen. Auf der rechten Seite des Screens (im Verhältnis 8:4 getrennt) befinden sich die Module *Aufgaben*, *Kommunikation*, *Kalender* und *Suche*.



Abbildung 3.29.: Screendesign (Anordnung der einzelnen Module am Bildschirm für das Benutzer-Dashboard)

Nach der Auswahl eines Patienten in der Patientenliste wurde das patientenspezifische Dashboard angezeigt (siehe Abbildung 3.30).

Die Ärzte betonten in den Evaluierung-Interviews häufig, dass die grafische Verlaufsdarstellung der Parameter beim Monitoring eines Patienten das wichtigste Instrument darstellte.

Daher wurde entsprechend der Prioritätszonen die Grafik am linken Screen angeordnet. Das *Ereignis*-Modul wurde rot dargestellt, damit sich dieses, obwohl es am rechten oberen Screen angeordnet war, von den anderen Komponenten etwas abhob. Darunter werden die Module *Kommunikation*, *Medikamente*, *Grenzwerte*, *Messwerte* und *Suche* angeordnet. Der *Header* beinhaltete den Namen des Patienten und wichtige Zusatzinformationen zum Patienten sowie eine Patientensuche und einen Button zum Wechseln des Patienten. Im *Sidebar* befand sich ein Menü zum Navigieren durch die restlichen Funktionen.

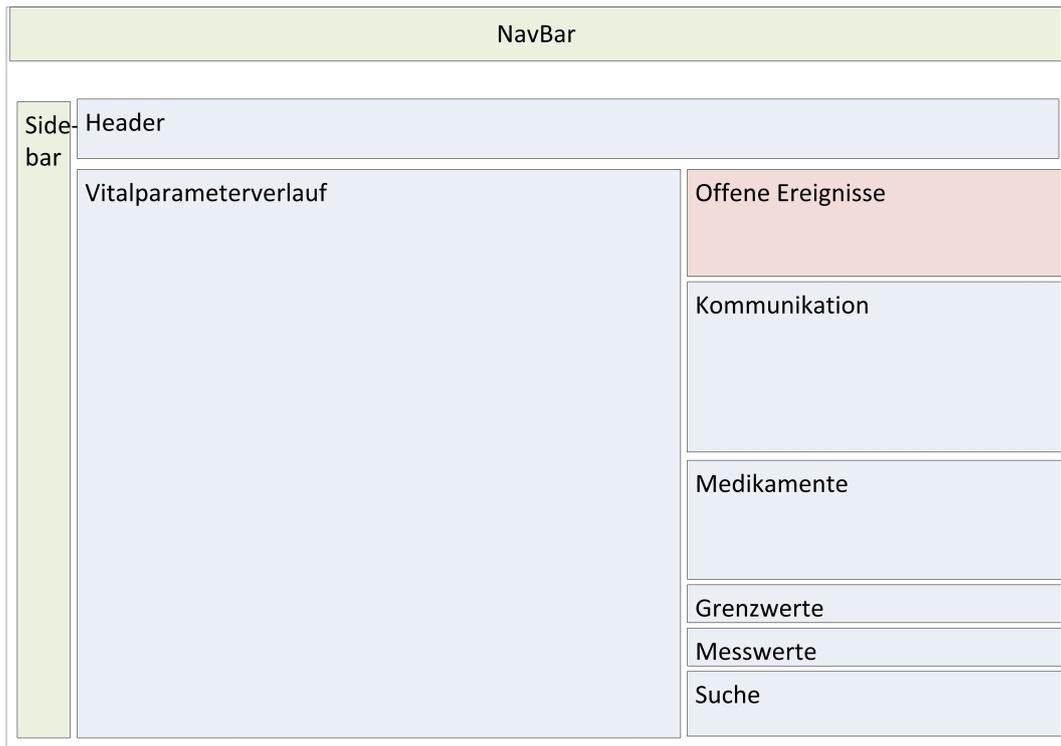


Abbildung 3.30.: Screendesign (Anordnung der einzelnen Module am Bildschirm für das Patienten-Dashboard)

3.4.4. Prototyp-Implementierung

Nach erfolgreichem Deployen der mustache-Files entstanden HTML-Dateien, die mithilfe eines Webbrowsers dargestellt werden konnten. Nach einem erfolgreichen Login wurde das Übersichts-Dashboard des eingeloggten Benutzers angezeigt (siehe Abbildung 3.31). Alle Module wurden in Form von Widgets visualisiert, die nach Bedarf auf- bzw. eingeklappt werden konnten.

Kapitel 3. Ergebnisse

The screenshot displays the HerzMobil Tirolo user interface. The main content area features a table titled 'Patienten mit offenen Ereignissen aus meiner Stufe'. The table lists patients with their names, birth dates, number of open events, last event time, and last communication time. To the right, there are three panels: 'Aufgaben' (Tasks) showing a list of tasks for Maria Müller, Heinz August, and Karl Maier; 'Kommunikation' (Communication) showing messages from Huber Neumüller and Heinz Mustermann; and 'Kalender' (Calendar) showing a monthly view for March 2015. At the bottom, there is a search bar and a footer for AIT Austrian Institute of Technology GmbH © 2015.

Patient (Geburtsdatum)	Offene Ereignisse	Letztes Ereignis	Letzte Kommunikation
Heinz Mustermann (22.01.1960)	3	18.06.2014 14:55	18.06.2014 14:55
Martha Grußmeier (13.02.1944)	2	15.05.2014 08:35	16.06.2014 11:55
Hubert Neumüller (14.12.1928)	5	22.05.2014 11:13	23.11.2014 12:08
Lukas Eberharter (08.03.1975)	2	17.05.2014 15:10	18.07.2014 15:02
Gregor Morgenstern (15.03.1955)	3	22.01.2015 13:02	02.04.2015 16:22
Patrick Kraft (26.01.1955)	2	26.03.2015 09:17	27.03.2015 09:03
Katja Goldberger (05.11.1965)	5	16.03.2015 14:55	18.06.2014 14:55
Christoph Reichelt (16.03.1955)	2	16.07.2014 16:02	18.06.2014 14:55

Abbildung 3.31.: Übersichts-Dashboard eines Benutzers

Über die Patientenliste konnte ein Patient ausgewählt werden und man gelangte anschließend auf das spezifische Patienten-Dashboard dieses Patienten (siehe Abbildung 3.32). Beim Anklicken eines Buttons wurde jeweils ein Modulfenster geöffnet, das gezielte Eingaben ermöglichte, wie zum Beispiel das in der Abbildung 3.33 dargestellte Eingabefenster nach dem Klicken des *Plus*-Buttons bei *Medikamente*.

Kapitel 3. Ergebnisse

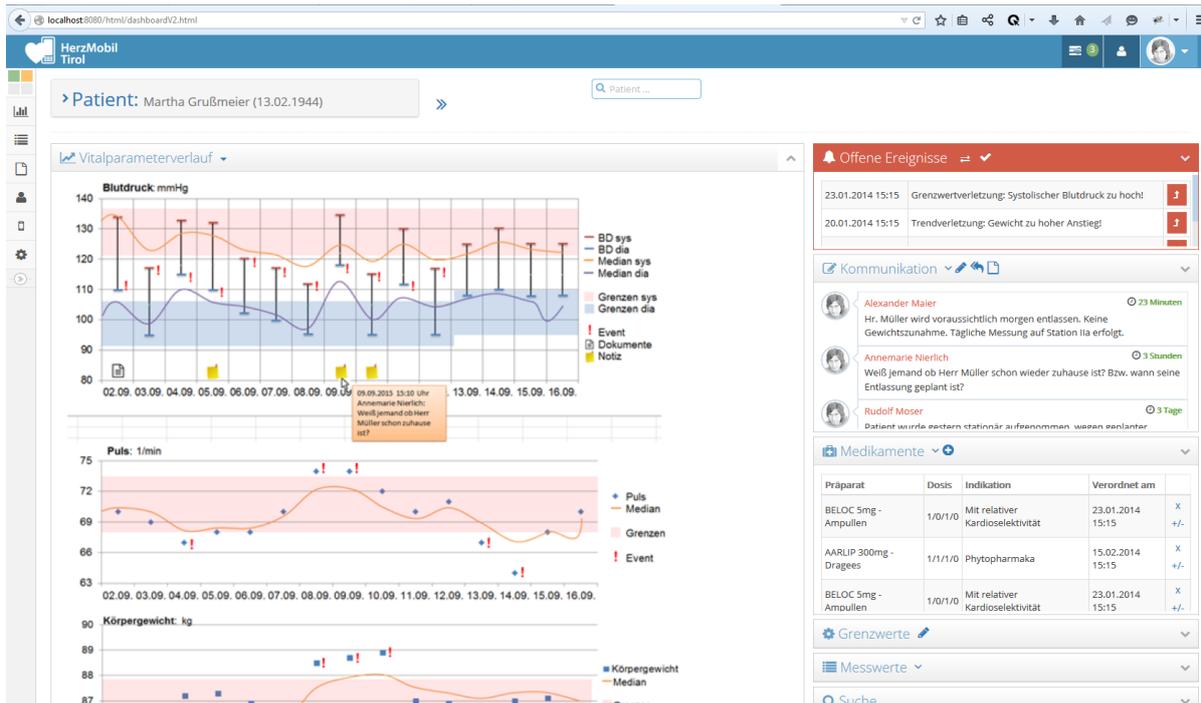


Abbildung 3.32.: Patienten-Dashboard eines Benutzers

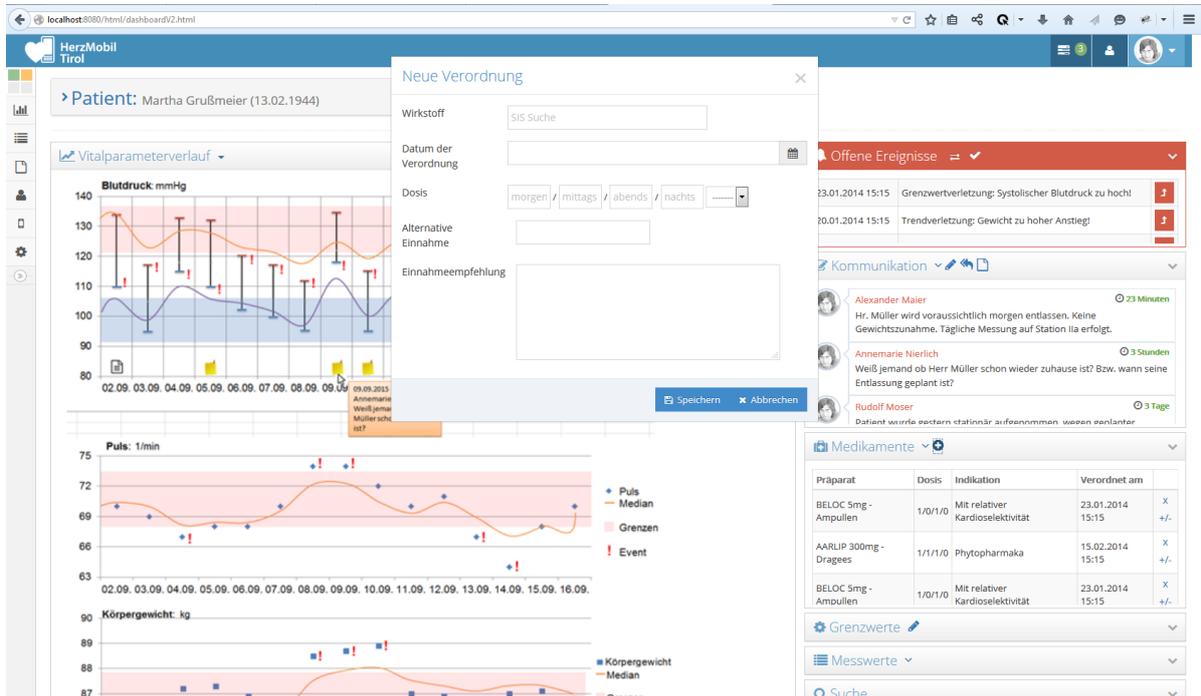


Abbildung 3.33.: Dialogfenster für das Anlegen einer neuen Medikamentenverordnung

4. Diskussion

Die Entwicklungen im Projekt HerzMobil Tirol zeigten, dass ein Trend existiert, von einem reinen Telemonitoring-Behandlungsprogramm, bei dem nur eine Interaktion zwischen Patient und Arzt stattfindet, hin zu einem kollaborativen Netzwerk, in das neben dem Patient und dem behandelnden Arzt auch Klinikärzte und vor allem Pflegekräfte eingebunden sind. Das führte dazu, dass auch die Software für das Monitoring der Patienten auf die Anforderungen eines kollaborativen Netzwerkes angepasst werden musste.

4.1. Datenanalyse

Um das System entsprechend weiterentwickeln zu können, wurden die vorhandenen Daten aus dem Projekt im ersten Schritt analysiert. Zum einen wurden genaue Analysen mit den Notizen durchgeführt, um einen Überblick über die Kommunikation im Netzwerk zu bekommen. Zum anderen wurden alle verordneten Medikamente sowie automatisch generierten Events analysiert, um feststellen zu können, ob das Medikamentenmanagement auch weiterhin im System abgebildet werden soll.

Das zugrunde liegende Datenbank-Modell, aller von AIT eingesetzten Telemonitoringsysteme, ist dasselbe, unabhängig von der Indikation (Diabetes, Bluthochdruck oder Herzschwäche). Daher wurde für die Analyse eine Pipeline entwickelt mit dem Ziel, diese auch für zukünftige Analysen wiederverwenden zu können. So konnte die Medikamentenanalyse-Pipeline bereits auf Daten aus einem anderem Herzschwächeprojekt angewendet werden und die Ergebnisse daraus wurden in einer Publikation veröffentlicht [37]. Ebenso wurde auch die Keyword-Analyse-Pipeline bereits auf Daten aus einem Diabetes-Telemonitoringprogramm angewendet.

4.1.1. Analyse der textuellen Kommunikation

Studien zeigten, dass die Freitext-Dokumentation von Pflegekräften oder Ärzten für die Behandlung von Patienten von großer Bedeutung ist und eine größere Hilfe für die Entscheidungsfindung des betreuenden Arztes darstellt, als einfache Listen [38]. Ebenso gaben meisten beteiligten Ärzte an, dass die Notizen für sie sehr hilfreich waren und die weitere Behandlung entscheidend beeinflussten. Daher wurde in dieser Arbeit der textuellen Kommunikation sehr viel Aufmerksamkeit geschenkt und mit zwei verschiedenen Ansätzen wurde versucht, zusätzliche, nützliche Informationen aus den Notizen zu extrahieren. Diese beiden Ansätze können im Telemonitoringsystem angewendet werden, um die Information entsprechend darzustellen. Die gesamten Notizen wurden von drei Pflegekräften, zehn Netzwerkärzten und von einem Koordinator erfasst. Aufgrund der 14 unterschiedlichen Autoren kann man davon ausgehen, dass ein *Overfitting* bzgl. F-Measure-Wert vermieden wurde.

Im Laufe des Projekts stellte sich heraus, dass es auch noch die zusätzliche Rolle der Koordinator-Pflegekraft gab, welche unter den Pflegekräften eine Art Koordinator-Rolle einnahm. Die von der Koordinator-Pflegekraft erfassten Notizen wurden daher bei den Stakeholder-Analysen als diejenigen eines eigenen Stakeholders berücksichtigt. Weiters muss es daher im Dashboard für bestimmte Benutzer, denen mehrere Rollen zugeordnet sind, möglich sein, zwischen den rollenabhängigen Dashboardansichten wechseln zu können.

Keyword-Analyse

Mithilfe der Anwendung einer Keyword-Analyse auf die aus der Kollaboration heraus entstandenen Notizen, konnten verschiedene (zeitliche) Verteilungen von unterschiedlichen Themen gewonnen werden. Wie aufgrund der Zweckbestimmung des Netzwerkes schon zu vermuten war, sind die medizinischen und organisatorischen Kommentare die häufigsten. Vor allem die Kategorien *Gesundheitszustand*, *Medikamente/Therapie* und *Angehörige involviert* sind sehr häufig vorkommende Kategorien. Abgesehen von der Kategorie *Datenübermittlung/Handy* sind technologische Kommentare eher selten Themen der Notizen (Vergleich mit Abbildung 3.6).

Der für die Keyword-Analyse manuell aufwändigste Schritt war die Erstellung des Wörterbuchs für das Ersetzen der Abkürzungen. Es entstand beim Durchlesen von einigen hundert Notizen. Es zeigte sich, dass dasselbe Dictionary auch auf andere Telemonitoringdaten mit geringen Anpassungen anwendbar ist. Einige Adaptierungen werden jedoch immer notwendig sein.

Bezüglich der Stakeholder-Analyse konnte festgestellt werden, dass die Pflegekräfte zum einen die meisten Notizen verfassten, was wiederum deren Wichtigkeit im HI-Netzwerk unterstrich [4]. Zum anderen war vor allem die Anzahl der technischen Kommentare im Vergleich zu anderen Stakeholdern deutlich höher (Vergleich mit Abbildung 3.8). Sollte es zu einer tirolweiten Ausrollung kommen, muss daher unbedingt ein First Level technischer Helpdesk eingerichtet werden, um die Pflegekräfte zu entlasten. Im Vergleich dazu konnten die Netzwerkärzte ihr Hauptaugenmerk auf medizinische bzw. organisatorische Kommentare setzen. Es gab keine Notizen, die von Klinikärzten verfasst wurden, da die Hauptaufgaben der Klinikärzte *Arztbriefeinstellungen* und *Schwellwertereinstellungen* waren. Daher wurde diese Rolle beim Erarbeiten des Dashboard-Designs nicht berücksichtigt.

Die Detailanalyse der Kategorie *Datenübermittlung/Handy* zeigte, dass die Anzahl der Patienten, bei denen gewisse Themen in den Notizen vorkamen, über den Zeitverlauf hinweg sank. Vor allem bei der Kategorie *Anwendungsschwierigkeiten* zeigte sich, dass im ersten Monat fast jeder zweite Patient Anwendungsschwierigkeiten hatte, nach dem ersten Monat hingegen nur noch 20 Prozent der Patienten (Vergleich mit Abbildung 3.22). Der große Anteil an Anwendungsschwierigkeiten zu Beginn des Monitorings ließ sich auf das hohe Durchschnittsalter der Patienten von 75 Jahren (36 - 93 Jahre) zurückführen. Diese waren vielfach vor dem Projekt noch nicht mit Smartphones in Berührung gekommen. Die Anzahl der Patienten, die Notizen zum Thema *Übertragungsproblem* aufwiesen, stieg in den Monaten fünf und sechs noch einmal an, was sich rein aus der Detailanalyse nicht begründen ließ. Aufgrund der allgemeinen Keyword-Analyse konnte man allerdings darauf schließen, dass sich der Anstieg in diesen Monaten auf die Probleme mit der Waage zurückführen ließ. Eine Detailanalyse alleine konnte daher nicht immer alles begründen. Man konnte jedoch zusätzliche Erkenntnisse gewinnen, die man sich ebenso bei einer Detailanalyse von anderen Kategorien wie *Gesundheitszustand* oder *Medikamente* erwarten würde. Aus technischer Sicht war eine Detailanalyse für weitere Kategorien jedoch nicht notwendig. Tag-Clouds haben sich bewährt und waren eine gute Hilfe um einen ersten Überblick zu bekommen, welche Subthemen in der jeweiligen Kategorie behandelt wurden.

4.1.2. Medikamentenanalyse

Die niedrige Adhärenz bei der Einnahme von verordneten Medikamenten ist ein ernstes Problem bei der Behandlung von chronischen Patienten. Mit dem Einsatz eines Telemonitoringsystems wird versucht, diese zu steigern. Daneben zeigte die Analyse der Medikamentenänderungen mit durchschnittlich mehr als neun Medikamentenänderungen pro Patient im

Telemonitoring-Programm (Vergleich mit Tabelle 3.4), dass die Medikamente auch weiterhin im System abgebildet werden müssen, da diese für die gewünschte Therapieoptimierung eine wichtige Rolle spielen.

Um die Medikamente im System abbilden zu können, muss allerdings der behandelnde Arzt diese im System eingeben, was vielfach zu einer Doppeldokumentation führt. Werden Medikamente innerhalb des Systems nicht erfasst, werden diese auch nicht angezeigt. Daher ist in naher Zukunft eine Integration des ELGA-Service *e-Medikation* anzudenken. Für den Patienten hätte das den Vorteil, dass alle Medikamente, die er verordnet bekommen hat, über die App am Smartphone abgerufen werden können.

Alle verordneten Medikamente in den jeweiligen Medikamentengruppen haben laut Richtlinien einen Zielwert, den sie für Herzinsuffizienz-Patienten bei einer optimierten Therapie erreichen sollen. Im Zuge der Medikamentenanalyse wurden die Verläufe dieser Gruppen visualisiert, um zu analysieren, ob die Zielwerte in diesem HI-Netzwerk erreicht werden. Die statistische Signifikanz nimmt ab einer bestimmten Anzahl an Monitoringtagen ab, da dann nur mehr eine zu geringe Anzahl an Patienten Medikamente aus dieser Medikamentengruppe verordnet bekommen hat (Vergleich mit Abbildung 3.24). Um eine aussagekräftige Bewertung der Verläufe machen zu können, wurden daher nur die ersten 170 Monitoringtage berücksichtigt. Keine Medikamentengruppe erreichte im Durchschnitt aller Patienten die von den Richtlinien vorgegebene Zieldosis. Im Design des Dashboards muss daher das Medikamentenmanagement berücksichtigt werden, damit der Therapieoptimierung mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird und die Zieldosen erreicht werden.

Die grafische Darstellung in früheren Medikamentengrafiken zeigte immer nur die aktuell verordneten Medikamente mit der Zusatzinformation *mehr, weniger, genau wie verordnet* oder *gar nicht* eingenommen. Die Abfrage wurde vereinfacht, indem der Patient jetzt nur noch gefragt wird: "Medikament wie verordnet eingenommen – Ja oder Nein?" Die Grafik im Dashboard beinhaltet nur noch allgemein für die Medikamente ein *x* bei *nicht wie verordnet eingenommen* und einen Haken bei *wie verordnet eingenommen*. Dafür wird zusätzlich mit einer eingblendeten Information am jeweiligen Tag die aktuelle Medikamentenverordnung in der Grafik angezeigt.

4.1.3. Anwendung von maschinellen Lernverfahren

Da die textuelle Kommunikation in HI-Netzwerken von zentraler Bedeutung ist, wurde ein automatischer Weg gesucht, wie die Information darin auch für die Therapieoptimierung nutzbar gemacht werden kann. Das Telemonitoringsystem sollte die betreuende Person nicht nur beim

Reagieren, sondern auch beim Agieren (bei der Therapieoptimierung) unterstützen. Mithilfe extrahierter Statusinformationen über den Patienten könnte dies im zukünftigen System möglich sein.

Die Ergebnisse zeigten, dass manche Tasks bzw. Statusinformationen extrahiert werden konnten (z. B. *allgemeiner Gesundheitszustand* oder *Hausbesuch*), andere (z. B. *technischer Helpdesk* oder *Compliance*) wiederum keine zufriedenstellenden Ergebnisse beim Einsatz des Klassifikators lieferten. Die Gründe für die Schwankungen der Scorer-Werte waren mannigfaltig: Ein Unterschied zwischen Kategorien mit höheren F-Measure-Werten und jenen mit niedrigeren ist die Anzahl der annotierten Notizen. Zum Beispiel gab es für die Kategorie *allgemeiner Gesundheitszustand* 1388 annotierte Notizen, während alle anderen Kategorien im Durchschnitt 229 annotierte Notizen besaßen (Vergleich mit Tabelle 3.5 und 3.6). Die Kategorie *Compliance* lieferte die niedrigsten F-Measure-Werte, was daran liegen könnte, dass diese Kategorie am mehrdeutigsten war. Zum Beispiel beinhalteten die beiden Notizen “Der Patient möchte keinen Hausbesuch haben” und “Der Patient nimmt seine Medikation regelmäßig” die Information über die Compliance des Patienten. Diese mehrdeutigen Kategorien könnten durch eine Verfeinerung des Annotierungsguides verhindert werden. Rückfragen von Studenten bzgl. dieser Kategorie zeigten, dass nicht eindeutig klar war, wann sie diesen Status zuordnen sollten. Weiters war die Extraktion von Tasks generell schwierig, da es eine starke Ähnlichkeit zwischen offenen und bereits erledigten Tasks gab. Je nach Anwendungsfall ist es wesentlich, ob nur offene Aufgaben oder geschlossene und offene Aufgaben gesucht sind. Generell ist die Unterscheidung zwischen offenen und geschlossenen Tasks für den Klassifikator sehr schwierig.

Um eine Baseline zum Vergleich der Güte eines Klassifikators zu haben, wurde ein 3-Keyword-Klassifikator eingesetzt, der jeweils dann eine Notiz dem entsprechenden Task bzw. der entsprechenden Statusinformation zuordnete, wenn eines der drei Keywords dieser Kategorie in den Notizen vorkam. Der Klassifikator für die Statusinformation *Selbstständigkeit* erreichte einen F-Measure-Wert von 0.95, während der SVM-Klassifikator einen Wert von 0.47 erreichte (siehe Tabelle 3.8). Die Keywords für diese Kategorie waren *selbstständig*, *versucht* und *durchgeführt*. Für diese Kategorie waren die Keywords so charakteristisch, dass der SVM-Klassifikator mit der geringen Anzahl an annotierten Notizen nicht mithalten konnte. In den meisten Kategorien erreichte der SVM-Klassifikator hingegen höhere F-Measure-Werte als der einfache 3-Keyword-Klassifikator. Die Aufgabe *Patientendeaktivierung* mit einem F-Measure-Wert von 0,58 für den SVM-Klassifikator und einem F-Measure-Wert von 0,26 für den 3-Keyword-Klassifikator ist nur ein repräsentatives Beispiel für die bessere Performance des SVM-Klassifikators.

4.2. Dashboard-Design und Prototyp-Implementierung

Das Designen von Dashboards bzw. von Software im Allgemeinen ist ein iterativer Prozess, bei dem man den Kunden so früh als möglich einbinden sollte, um nicht an den Anforderungen und Bedürfnissen des Kunden vorbei zu designen. Der Ansatz des verschachtelten Modells, der in dieser Arbeit verfolgt wurde, ermöglichte es die Ergebnisse der drei einzelnen Schritte (Abstraktion, Visual Encoding und Screendesign) mit den Stakeholdern abzustimmen und somit Änderungswünsche einzubauen oder Missverständnisse aus dem Weg zu räumen. Weiters war mit diesem Modell eine strukturierte und durchdachte Vorgehensweise möglich.

Die Visualisierung der Messwerte mithilfe von Grafiken ist eines der Kernelemente des Dashboards. Es wurden die Richtlinien von Microsoft Health für das Design eines Common User Interface berücksichtigt, die zusammen mit Akteuren des britischen Gesundheitswesens evaluiert wurden. Sollte sich aufgrund einer Neubewertung eine Medizinprodukte-Relevanz für die Grafiken ergeben, dann müsste dies beim Design der Dashboards berücksichtigt werden. Aus diesem Grund wurden bereits jetzt die evaluierten Richtlinien beachtet.

4.3. Fazit und Ausblick

Chronische Erkrankungen, wie Herzinsuffizienz, werden in den nächsten Jahren bzw. Jahrzehnten immer stärker zu einer Belastung der Bevölkerung und des Gesundheitswesens werden. Dies erfordert neue, innovative Ansätze, die alle Akteure entlang des Behandlungspfades aktiv einbinden. Das bringt neue Anforderungen an IT-Systeme mit sich, die eine solche kollaborative Netzwerkversorgung unterstützen sollen.

Aufgrund der Analyse der Notizen konnten entscheidende Akzente beim Designen der Dashboards (z. B. Bedeutung des Arztbriefes nach der Entlassung, Notwendigkeit eines Kalenders oder Workflow-Unterstützung) gesetzt werden. Ebenso wurde ein Ansatz vorgestellt, der zeigt, wie es künftig möglich sein soll, die Informationen aus den Notizen im laufenden System besser nutzbar zu machen. Darüber hinaus wurde mit dem Design der rollenabhängigen Dashboards, eine grafische Schnittstelle für die Akteure im Netzwerk geschaffen, die es ihnen ermöglichen soll, ihre Aufgaben so effizient als möglich zu erledigen.

Es ist denkbar, dass in Zukunft das Dashboard noch vereinfacht wird, sodass alle wichtigen Funktionen, wie das Verschieben von Grenzwerten, direkt in der Grafik erfüllbar sind.

Im derzeit eingesetzten System gibt es für den Patienten keine Zugriffsmöglichkeit auf die

Kapitel 4. Diskussion

erfassten Daten über das Webportal. In Zukunft wäre es aber denkbar, dass ein eigenes Dashboard für den Patienten designt wird, womit sich dieser einen Überblick über seine übertragenen Daten machen kann. Dabei kann man analog wie beim Design des Dashboards für einen Netzwerkarzt vorgehen und die selben Methoden verwenden.

Literaturverzeichnis

- [1] Guha K., McDonagh T. Heart Failure Epidemiology: European Perspective. *Current Cardiology Reviews*, (9):123–127, 2013.
- [2] Statistik Austria. <http://www.statistik.at/>. abgerufen am: 2015-02-02.
- [3] Fonarow G. C., Abraham W. T. et al. Factors Identified as Precipitating Hospital Admissions for Heart Failure and Clinical Outcomes: Findings from OPTIMIZE-HF. *Arch Intern Med*, 168(8):847–854, 2008.
- [4] Von der Heide A., Ammenwerth E. et al. HerzMobil Tirol network: rationale for and design of a collaborative heart failure disease management program in Austria. *Wiener klinische Wochenschrift*, 126(21-22), 2014.
- [5] BMG Telemedizin. http://www.bmg.gv.at/home/Schwerpunkte/E_Health_Elga/Telemedizin/. abgerufen am: 2015-02-03.
- [6] Menche N. *Innere Medizin*. Elsevier Urban und Fischer, 2012.
- [7] Ess M., Pözl G. Patienten-Leitfaden Herzschwäche/Herzinsuffizienz.
- [8] McMurray J., Adamopoulos S. et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012. *European Heart Journal*, 33:1787–1847, 2012.
- [9] Desai A. S., Stevenson L. W. Rehospitalization for Heart Failure. *Circulation*, 126:501–506, 2012.
- [10] Ambulante Betreuungsmodelle zur HI-Therapie. <http://www.kardiomobil.at/index.php?id=24>. abgerufen am: 2015-02-03.
- [11] Modre-Osprian R., Pözl G. et al. Closed-Loop Healthcare Monitoring in a Collaborative Heart Failure Network. *Studies in health technology and informatics*, 198:17–24, 2014.

- [12] Keep in touch - Telemedical Solutions homepage. <https://kit.ait.ac.at/>.
abgerufen am: 2015-04-01.
- [13] Few S. Dashboard Confusion. *Intelligent Enterprise*, März 2004.
- [14] Few S. *Information Dashboard Design - The Effective Visual Communication of Data*.
O'Reilly, Jänner 2006.
- [15] Europäische Union. Richtlinie 93/42/EWG des Europäischen Parlaments und des Rates
vom 14. Juni 1993 über Medizinprodukte. Juli 1993.
- [16] Muigg D. Evaluation von HerzMobil Tirol - Ein Telemonitoring Pilot-Projekt für die
Herzinsuffizienz-Versorgung in Tirol. *Bachelorarbeit - UMIT-Private Universität für
Gesundheitswissenschaften, Medizinische Informatik und Technik*, Juli 2014.
- [17] Berthold M. R., Cebron N. et al. KNIME - The Konstanz Information Miner: Version
2.0 and Beyond. *SIGKDD Explorations*, 11(1):26–31, 2009.
- [18] Toutanova K., Klein D. et al. Feature-Rich Part-of-Speech Tagging with a Cyclic De-
pendency Network. In *NAACL '03 Proceedings of the 2003 Conference of the North
American Chapter of the Association for Computational Linguistics on Human Language
Technology*, volume 1, pages 173–180, 2003.
- [19] JFreeChart - free Java Chart Library. <http://www.jfree.org/jfreechart/>.
abgerufen am: 2015-03-28.
- [20] Modre-Osprian R., Hayn D. et al. Mhealth Supporting Dynamic Medication Manage-
ment during Home Monitoring of Heart Failure Patients. *Biomedizinische Technik/Bio-
medical Engineering*, September 2013.
- [21] Joachims T. Text categorization with Support Vector Machines: Learning with many
relevant features. *Lecture Notes in Computer Science*, 1398:137–142, 2005.
- [22] Yang Y., Pederson J. O. A Comparative Study on Feature Selection in Text Categori-
zation. *ICML '97 Proceedings of the Fourteenth International Conference on Machine
Learning*, pages 412–420, 1997.
- [23] Platt J. C. *Fast training of support vector machines using sequential minimal optimiza-
tion*, pages 185–208. MIT Press Cambridge, MA, USA, 1999.
- [24] Jacob O., Weiß N., Schweig J. Konzeption und Gestaltung von Management Dashboards.
HNU Working Paper, 18, August 2011.

Literaturverzeichnis

- [25] Munzner T. A Nested Model for Visualization Design and Validation. *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on*, 15:921–928, 2009.
- [26] Stapelkamp T. *Screen- und Interfacedesign. Gestaltung und Usability für Hard- und Software*. Springer, Jänner 2007.
- [27] Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung. *EN ISO 9241-110:2006*, September 2008.
- [28] Nielsen J., Pernice K. *Eyetracking Web Usability*. New Riders, Dezember 2009.
- [29] ACE-Bootstrap Theme. <https://wrapbootstrap.com/theme/ace-responsive-admin-template-WB0B30DGR>. abgerufen am: 2015-02-19.
- [30] Mustache - Logic-less Templates. <https://mustache.github.io/>. abgerufen am: 2015-02-26.
- [31] node.js Plattform. <http://nodejs.org/>. abgerufen am: 2015-02-26.
- [32] Thielen C. Vorläufige Guidelines für das Tagging deutscher Textcorpora mit STTS. *Seminar für Sprachwissenschaften; Draft*, November 1995.
- [33] Modre-Osprian R., Gruber K. et al. Textual analysis of collaboration notes of the telemedical heart failure network HerzMobil Tirol. *in press*, 2015.
- [34] Gruber K., Modre-Osprian R. et al. Development of text mining based classification of written communication within a telemedical collaborative network. *in press*, 2015.
- [35] eHealth Konferenz. <http://www.ehealth20xx.at/eHealth2015/index.html>. abgerufen am: 2015-03-17.
- [36] Microsoft. Design Guidance - Displaying Graphs and Tables. November 2008.
- [37] Kropf M., Modre-Osprian R., Gruber K. et al. Evaluation of a clinical decision support rule-set for medication adaptations in mHealth-based heart failure management. *in press*, 2015.
- [38] Weir C., Dunlea R. et al. Comparing Narrative versus Numerical Display of Functional Information: Impact of Sense-Making. *European Federation for Medical Informatics and IOS Press*, pages 609–613, 2014.

Abbildungsverzeichnis

1.1. Closed-Loop-Healthcare mittels Telemonitoring	2
1.2. Kollaborationsnetzwerk rund um den Patienten im HMT-Projekt [12]	7
1.3. Übersicht über alle relevanten Schritte für die Weiterentwicklung von TMS-cardio	10
2.1. Übersicht über alle verwendeten KNIME-Workflows	14
2.2. Überblick über die einzelnen Schritte der Keyword-Analyse	15
2.3. Analyse-Teil der KNIME-Pipeline	17
2.4. Schritte für die Analyse der Medikamentendaten	18
2.5. Überblick über die einzelnen Verarbeitungsschritte zum Trainieren eines Klassifikators für die Notizen	20
2.6. Modell zur Erstellung einer Visualisierung mit vier verschachtelten Ebenen [25]	24
2.7. Prioritätszonen beim Screen-Anblick [28]	27
2.8. Beteiligte Files beim Erstellen eines Dashboard Prototypen	27
3.1. Histogramm der Monitoringdauer aller Patienten	29
3.2. Verteilung der Notizen auf die Patienten	30
3.3. Verteilung der Notizen nach Erfasser bzgl. der unterschiedlichen Akteure im Netzwerk	31
3.4. Word-Cloud aus allen vorkommenden Verben, Adjektiven und Nomen in den Notizen	33
3.5. Tag-Cloud aller verwendeten Wörter zur Klassifizierung	34
3.6. Verteilungen der Notizen auf die Gruppen (oben) und auf die einzelnen Subklassen (unten)	35
3.7. Verteilung der Gruppen ohne die Kategorie <i>Telefonat</i>	36
3.8. Verteilung der Gruppen für die einzelnen Stakeholder	37
3.9. Verteilung der Kategorien beim <i>Koordinator</i>	38

Abbildungsverzeichnis

3.10. Verteilung der Kategorien beim <i>Netzwerkarzt</i>	38
3.11. Verteilung der Kategorien bei der <i>Pflegekraft</i>	39
3.12. Verteilung der Kategorien beim <i>Pflegekraft-Koordinator</i>	39
3.13. Verteilung der Kategorien bei Betrachtung der gesamten Notizen	40
3.14. Verteilung der Kategorien bei Betrachtung jener Notizen, die nach der zweiten Monitoringwoche entstanden sind.	40
3.15. Verteilung der Kategorien bei Betrachtung jener Notizen, die nach dem ersten Monitoringmonat entstanden sind.	41
3.16. Verteilung der Kategorien bei Betrachtung jener Notizen, die nach dem dritten Monitoringmonat entstanden sind.	41
3.17. Relativer Anteil an Notizen je Klasse an Gesamtnotizen	42
3.18. Absolute und relative Anzahl jener Patienten, die eine Notiz der Kategorie <i>Angehörige involviert</i> aufweisen – Ganz links: Alle erfassten Notizen eines Patienten wurden berücksichtigt. Halb links: Die nach der zweiten Monitoringwoche erfassten Notizen wurden berücksichtigt. Halb rechts: Die nach dem ersten Monitoringmonat erfassten Notizen wurden berücksichtigt. Ganz rechts: die nach den ersten drei Monitoringmonaten erfassten Notizen wurden berücksichtigt.	42
3.19. Absolute und relative Anzahl jener Patienten, die eine Notiz der Kategorie <i>externe Pflegekraft involviert</i> aufweisen – Ganz links: Alle erfassten Notizen eines Patienten wurden berücksichtigt. Halb links: Die nach der zweiten Monitoringwoche erfassten Notizen wurden berücksichtigt. Halb rechts: Die nach dem ersten Monitoringmonat erfassten Notizen wurden berücksichtigt. Ganz rechts: Die nach den ersten drei Monitoringmonaten erfassten Notizen wurden berücksichtigt.	43
3.20. Absolute und relative Anzahl jener Patienten, die eine Notiz der Kategorie <i>stationärer Aufenthalt</i> aufweisen – Ganz links: Alle erfassten Notizen eines Patienten wurden berücksichtigt. Halb links: Die nach der zweiten Monitoringwoche erfassten Notizen wurden berücksichtigt. Halb rechts: Die nach dem ersten Monitoringmonat erfassten Notizen wurden berücksichtigt. Ganz rechts: Die nach den ersten drei Monitoringmonaten erfassten Notizen wurden berücksichtigt.	43
3.21. Verteilung der Subkategorien innerhalb der Kategorie <i>Datenübermittlung/Handy</i>	44
3.22. Anzahl der Patienten mit Kommentaren zu den jeweiligen Subkategorien über die Zeit	44

Abbildungsverzeichnis

3.23. Verlauf der durchschnittlichen Medikamentendosis bezogen auf die Zieldosis	45
3.24. Anzahl der Patienten je Monitoringtag, die ein Medikament der entsprechenden Medikamentengruppe verordnet bekommen haben.	46
3.25. Diagramm für die Wahl der Anzahl an Features	50
3.26. Alle Funktionen im System TMSCardio für den Netzwerkarzt, nach Priorität sortiert	52
3.27. Visual Encoding der Darstellung des Vitalparameters Blutdruck	56
3.28. Visual Encoding - <i>Kommunikation</i>	56
3.29. Screendesign (Anordnung der einzelnen Module am Bildschirm für das Benutzer-Dashboard)	58
3.30. Screendesign (Anordnung der einzelnen Module am Bildschirm für das Patienten-Dashboard)	59
3.31. Übersichts-Dashboard eines Benutzers	60
3.32. Patienten-Dashboard eines Benutzers	61
3.33. Dialogfenster für das Anlegen einer neuen Medikamentenverordnung	61

Tabellenverzeichnis

2.1. Alle analysierten Medikamentengruppen mit den verwendeten Abkürzungen .	18
2.2. Alle festgelegten Aufgaben bzw. Status	21
2.3. Abstraktion von bestimmten Wörtern	22
2.4. Drei Keywords je Aufgabe oder Statusinformation	23
3.1. Statistik über die Verteilung der Monitoringdauer	30
3.2. Statistik über die Verteilung der Notizen	30
3.3. Die festgelegten Gruppen und Klassen für die Klassifizierung der Notizen . .	33
3.4. Dokumentierte Medikamentenänderungen von Ärzten und Patienten	46
3.5. Anzahl an annotierten Notizenschnipseln für die einzelnen Aufgaben	49
3.6. Anzahl an annotierten Notizenschnipseln für die einzelnen Status	49
3.7. Scorer-Ergebnisse der binären Klassifikatoren für die Aufgaben-Klassifizierung	50
3.8. Scorer-Ergebnisse der binären Klassifikatoren für die Status-Klassifizierung .	51

A. Liste zur Normalisierung der Notizen

Anhang A. Liste zur Normalisierung der Notizen

Telefonnummer, Tell.nrl.
Telefonat, Tell., tell., Tell.Kontakt
Patient ,Pat
Patient, Patl.
Nummer, nrl.
Blutdruck, RR
laut , ll.
Verdacht, Vdl.
Montag, Mo., Mo
Dienstag , Di., .Di
Mittwoch , Mi., .Mi
Donnerstag , Do., .Do
Herr ,Hr., .Hrnl., herr ,herrn
Frau ,Fr., .frau
Kontrolle ,Kol., KO
Pfleger, Pfl.
Laut, Lt.
Allgemeinzustand, AZ
HerzMobilTirol, HMT
Krankenhaus, KH
Arztbrief , AB
bezüglich, bzgl.
Ambulanz, Amb.
kardiologisch, kardl.
okay ,o., kl., .o.kl., .ok
Ordination ,Ordi ,Ord.
Gewicht ,GW
technisch, tech., techn.
Medikation ,Medl., Med ,Medi ,Medik
ACE-Hemmer ,ACE-H
Blutzucker, BZ
Badlschl, Bad Ischl
Bedarf , Bed
dass, daß
Nachmittag, NM
Hausarzt , HA
Rehabilitation ,Reha ,Rehab , REHA
Schwester ,Sr ,Srl.
Innsbruck, IBK
Rhythmusstörung, Rhythmusstrg
Operation ,OP ,Op ,op
Tablette, Tbl., Tbl
Oberarzt, OA
Hausbesuch ,HB
Dekompensation, Dekomp.
Körpergewicht, KG
HKP, Hauskrankenpflege
automatisch, automatl.
eventuell, evtl., evl.
Eventuell, Evtl.
Kardiologisch, Kardiol.
ambulant, amb.
vor allem, v.a.
das heißt, d., h.
Zur Zeit, Zl., Ztl.
beziehungsweise, bzw.
zumb Beispiel, z.B.
gegebenfalls, ggf.
circa, ca.
inzwischen, inzwi.
bei Bedarf, b.B., .b.Bed.
reduziert, redl.
links, ll.
rechts, re.
Kardiologische, Kardl.
täglich, tgl.
Medikamente, Medl.
Familie, Faml.
allgemeine, allg.
teilweise, tlw.
Eventuell, Evtl., Evtl.
zum Teil, z.T.
in Ordnung, i.O.
regelmäßig, rglm.
ohne Befund, o.B.
systolisch, systl.
Bezüglich, Bzgl.
Stunden, Std.
Das heißt, D., h.
besonderen, bes.
zur Zeit, z.Ztl.
Dozent , Dozl.
peripheren, periphl.

B. Medikamenten-Zieldosis

Anhang B. Medikamenten-Zieldosis

sis_id	ACE-I	ARB	BB	MRA	Zentral wirksame Antihypertensiva	Schleifen Diuretika	Thiazid-Diuretika	Calciumkanal-Blocker	Sonstige	Medikamentenname
50959	0	0	0	0	0	0	0	0	1	TRAJENTA 5 mg - Filmtabletten
45066	0	320	0	0	0	0	0	10	0	Filmtabletten
52724	0	32	0	0	0	200	40	0	0	CANDESARTAN/HCT Sandoz 32 mg/12,5 mg - Tabletten
48022	0	320	0	0	0	200	40	10	0	EXFORGE HCT 5 mg/160 mg/12,5 mg - Filmtabletten
48034	0	320	0	0	0	200	40	10	0	EXFORGE HCT 10 mg/160 mg/25 mg - Filmtabletten
45065	0	320	0	0	0	0	0	10	0	EXFORGE 10 mg/160 mg - Filmtabletten
43216	20	0	0	0	0	200	40	0	0	LISINOPRIL "Arcana" comp. 20 mg/12,5 mg - Tabletten
42436	20	0	0	0	0	200	40	0	0	LISINOPRIL-HCT "Sandoz" 20 mg/12,5 mg - Tabletten
31643	20	0	0	0	0	0	0	0	0	ACEMIN 5 mg - Tabletten
31642	20	0	0	0	0	0	0	0	0	ACEMIN 10 mg - Tabletten
31644	20	0	0	0	0	0	0	0	0	ACEMIN 20 mg - Tabletten
39999	0	0	0	0	10	0	0	0	0	ITERIUM 1 mg - Tabletten
42543	0	0	0	0	10	0	0	0	0	DOXAZOSIN "1A Pharma" 2 mg - Tabletten
42544	0	0	0	0	10	0	0	0	0	DOXAZOSIN "1A Pharma" 4 mg - Tabletten
40056	20	0	0	0	0	0	0	0	0	ENALAPRIL "1A Pharma" 5 mg - Tabletten
40053	20	0	0	0	0	0	0	0	0	ENALAPRIL "1A Pharma" 10 mg - Tabletten
40055	20	0	0	0	0	0	0	0	0	ENALAPRIL "1A Pharma" 20 mg - Tabletten
42107	20	0	0	0	0	0	0	0	0	LISINOPRIL "1A Pharma" 5 mg - Tabletten
42108	20	0	0	0	0	0	0	0	0	LISINOPRIL "1A Pharma" 10 mg - Tabletten
42109	20	0	0	0	0	0	0	0	0	LISINOPRIL "1A Pharma" 20 mg - Tabletten
42288	10	0	0	0	0	0	0	0	0	RAMIPRIL "1A Pharma" 1,25 mg - Tabletten
42287	10	0	0	0	0	0	0	0	0	RAMIPRIL "1A Pharma" 2,5 mg - Tabletten
42286	10	0	0	0	0	0	0	0	0	RAMIPRIL "1A Pharma" 5 mg - Tabletten
42284	10	0	0	0	0	0	0	0	0	RAMIPRIL "1A Pharma" 10 mg - Tabletten
37038	0	32	0	0	0	0	0	0	0	ATACAND 8 mg - Tabletten
36968	0	32	0	0	0	0	0	0	0	BLOPRESS 8 mg - Tabletten
36969	0	32	0	0	0	0	0	0	0	BLOPRESS 16 mg - Tabletten
47588	0	32	0	0	0	0	0	0	0	CANDESARTAN 1A Pharma 8 mg - Tabletten
40851	0	320	0	0	0	0	0	0	0	DIOVAN - Filmtabletten 160 mg

Anhang B. Medikamenten-Zieldosis

45335	0	150	0	0	0	0	0	0	0	0	LOSARTAN "1A Pharma" 50 mg - Filmtabletten
40848	0	320	0	0	0	0	0	0	0	0	DIOVAN - Filmtabletten 80 mg
46791	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	BISOPROLOL "1A Pharma" 1,25 mg - Filmtabletten
46794	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	BISOPROLOL "1A Pharma" 5 mg - Filmtabletten
46804	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	BISOPROLOL "Sandoz" 2,5 mg - Filmtabletten
39041	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	Filmtabletten
39042	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	Filmtabletten
39044	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	CONCOR Cor 5 mg - Filmtabletten
47291	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	NEBILAN 5 mg - Tabletten
45735	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	NEBIVOLOL 1A Pharma 5 mg - Tabletten
48143	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	Tabletten
35695	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	NOMEXOR - Tabletten 5 mg
31496	0	0	190	0	0	0	0	0	0	0	SELOKEN retard 47,5 mg - Filmtabletten
42012	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	CARVEDILOL "1A Pharma" 25 mg - Tabletten
35981	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	DILATREND 6,25 mg - Tabletten
35982	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	DILATREND 12,5 mg - Tabletten
32494	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	DILATREND 25 mg - Tabletten
43172	0	0	190	0	0	0	0	0	0	0	METOHEXAL retard 47,5 mg - Filmtabletten
43174	0	0	190	0	0	0	0	0	0	0	METOHEXAL retard 95 mg - Filmtabletten
47193	0	0	190	0	0	0	0	0	0	0	METOPROLOLSUCCINAT "Actavis" 47,5 mg - Retardtabletten
24666	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	SINTROM - Tabletten
50608	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	ELIQUIS 2,5 mg - Filmtabletten
52485	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	ELIQUIS 5 mg - Filmtabletten
51305	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	XARELTO 15 mg - Filmtabletten
33038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Filmtabletten
33029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Filmtabletten
42455	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	ASS "Hexal" 100 mg - Tabletten
48051	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	CLOPIDOGREL 1A Pharma 75 mg - Filmtabletten
37919	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	PLAVIX 75 mg - Filmtabletten
44969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	AMLODIPIN "1A Pharma" 5 mg - Tabletten
44971	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	AMLODIPIN "1A Pharma" 10 mg - Tabletten
48048	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	LERCANIDIPIN Sandoz 10 mg - Filmtabletten
22700	0	0	0	50	0	160	0	0	0	0	Kapseln
22701	0	0	0	50	0	160	0	0	0	0	Kapseln
23431	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	Tabletten
20454	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	ALDACTONE - ueberzogene Tabletten 50 mg
51532	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	EPLERENON Genericon 25 mg - Filmtabletten
51237	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	EPLERENON ratiopharm 25 mg - Filmtabletten

Anhang B. Medikamenten-Zieldosis

43085	0	0	0	50	0	0	0	0	0	INSPIRA 25 mg - Filmtabletten
43086	0	0	0	50	0	0	0	0	0	INSPIRA 50 mg - Filmtabletten
35376	0	0	0	50	0	0	0	0	0	SPIROBENE 50 mg - Tabletten
21480	0	0	0	50	0	0	0	0	0	SPIRONO "Genericon" 50 mg - Tabletten
22706	0	0	0	0	0	160	0	0	0	LASIX - retard 30 mg - Kapseln
22709	0	0	0	0	0	160	0	0	0	LASIX - Tabletten 40 mg
22710	0	0	0	0	0	160	0	0	0	LASIX - Tabletten 80 mg
22711	0	0	0	0	0	160	0	0	0	LASIX - Tabletten 500 mg
42702	0	0	0	0	0	40	0	0	0	Tabletten
42703	0	0	0	0	0	40	0	0	0	Tabletten
42704	0	0	0	0	0	40	0	0	0	Tabletten
20626	0	0	0	0	0	160	0	0	0	AQUAPHORIL - Tabletten
00029	0	0	0	0	0	0	0	0	1	SEDACORON 200 mg - Tabletten
34618	0	0	0	0	0	0	0	0	1	DANCOR 10 mg - Tabletten
00272	0	0	0	0	0	0	0	0	1	MOLSIDOLAT 4 mg - Tabletten
43990	0	0	0	0	0	0	0	0	1	PROCORALAN 5 mg - Filmtabletten
21523	0	0	0	0	0	0	0	0	1	DIGIMERCK - Tabletten 0,07 mg
24170	0	0	0	0	0	0	0	0	1	PREDNISOLON "Nycomed" 25 mg - Tabletten
41582	0	0	0	0	0	0	0	0	1	SIMVASTATIN "1A Pharma" 40 mg - Filmtabletten
49133	0	0	0	0	0	0	0	0	1	ATORVASTATIN 1A Pharma 20 mg - Filmtabletten
49134	0	0	0	0	0	0	0	0	1	ATORVASTATIN 1A Pharma 40 mg - Filmtabletten
41933	0	0	0	0	0	0	0	0	1	CRESTOR 20 mg - Filmtabletten
42915	0	0	0	0	0	0	0	0	1	PRAVASTATIN "1A Pharma" 20 mg - Tabletten
42901	0	0	0	0	0	0	0	0	1	PRAVASTATIN "Sandoz" 10 mg - Tabletten
36422	0	0	0	0	0	0	0	0	1	SORTIS - Filmtabletten 10 mg
36424	0	0	0	0	0	0	0	0	1	SORTIS - Filmtabletten 40 mg
22399	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Dragees

C. Annotierungsguides

Notizen Annotierungs-Guideline (Tasks)

Kennzeichne **jede** Notiz mit einer oder mehreren der unten angeführten Task-Kategorien:

Task-Kategorie	Beschreibung	Beispiele
Medikation- oder Grenzwertanpassung	Eine Medikations- oder Grenzwertanpassung soll eventuell durchgeführt werden.	<i>BITTE an Koordinator: Medikation von Lisinorpil verändern! Laut Oberarzt xx müsse Medikation umgestellt werden. Ob man mehr an Diuretika geben sollte!? Möglicherweise bräuchte Patient(1065) eine Form von Stimmungsaufheller!? ...insofern wäre eine Optimierung der Schmerztherapie wohl sinnvoll.</i>
Technischer Helpdesk	Aufgaben für techn. Helpdesk (Fehler, Rückfragen, Geräte austausch...)	<i>...auch heute scheint etwas damit nicht zu klappen. BITTE um Rückmeldung: Ist es möglich, dass Patient(1452) am Handy immer die Meldung „...“ hat. Hausbesuch: scheinbar funktioniert die ID-Karte des Patienten nicht. Morgen soll das Gerät ausgetauscht werden.</i>
Organisatorischer Task	Arztbrief hochladen/weitersenden, Netzwerkerzt festlegen, Kontaktaufnahme mit dem Patienten oder mit einem anderen Arzt	<i>Vielleicht ist dieser Arztbrief eruierbar und ins Netz zu stellen!? BITTE abrufen und an Dr. R weitergeben und bitte ans LKH H faxen lassen Ein Arztbrief sei nicht vorhanden!? Eventuell müsste man Dr. S kontaktieren!? BITTE sobald als möglich den betreuenden NW-Arzt bekanntgeben!! BITTE mit der Patientin am Montag Kontakt aufnehmen. Dennoch wird morgen ein Gespräch mit den Angehörigen geführt.</i>
Hausbesuch	Aufgrund verschiedener Gründe muss ein Hausbesuch durchgeführt werden.	<i>Werde morgen vor dem ND noch einmal einen Hausbesuch machen. Hausbesuch wird für nächste Woche geplant auch zur Erhebung des Fragebogens Für Montag ist ein Hausbesuch geplant. Da die Datenübertragung nicht funktioniert, wurde ein Hausbesuch für heute am Nachmittag angesetzt.</i>
Patientendeaktivierung	Patient beendet seine Teilnahme an HMT, Patient stirbt oder Patient pausiert aus einem bestimmten Grund die Datenübertragung (Stationär, Urlaub...)	<i>Der Patient ist für 3d - 1.5. - 3.5. im Ausland. Anruf von Frau Patient(1392): Patient ist heute im Heim verstorben. Patient(1362) ist am 22.3.14 abends im Krankenhaus verstorben. Patient(494) wurde am 9.11. erneut stationär auf die Neurointensiv aufgenommen Wiederaufnahme auf Kardiologie 4B am 14.11.13 bei dekomp. Herzinsuff. Patient möchte derzeit nicht bei HerzMobilTirol mitmachen. Derzeit Geräte zurückgenommen.</i>
Urlaubsvertretung	Ein Akteur bekommt die Aufgabe zusätzliche Patienten zu kontrollieren, da der zu vertretende Kollege in den Notizen angibt, auf Urlaub zu gehen.	<i>bin bis 3.3. im Ausland, werde mich ab 4.3. wieder einklinken bin vom 5. bis 26. 8. im Ausland und nicht erreichbar, im Notfall bitte an Klinik wenden Bin in Urlaub und am 14.7. wieder erreichbar</i>
Unbekannt	Wenn die Notiz keinen aufgelisteten Task enthält	

Anhang C. Annotierungsguides

Notizen Annotierungs-Guideline (Statusinformation)

Kennzeichne **jede** Notiz mit einer oder mehreren der unten angeführten Status-Kategorien:

Status-Kategorie	Beschreibung	Beispiele
Compliance	Grad mit dem das Verhalten eines Patienten mit dem ärztlichen oder gesundheitlichen Rat korrespondiert (z.B. Medikamenteneinnahme, Datenübertragung)	<p><i>Die Datenübertragung ist sehr mangelhaft. Freut sich über Teilnahme am HerzMobilTirol-Projekt - sehr motiviert seine Gesundheit zu verbessern. ...scheint sehr compliant. ...sehr motivierte Patient. Patient wollte KEINEN Hausbesuch haben. Nimmt Medikamente regelmäßig ein. Patient ist zu "gemütlich" alle Medikation zu bejahen - "I nimm s eh, wie der Doktor s vorschreibt!"</i></p>
Med. Allgemeinzustand	Psychisch und physischer Allgemeinzustand des Patienten	<p><i>Die Mutter sei weiterhin sehr müde und wirke schwach. ... körperlich deutlich red. Allgemeinzustand. ...wie die Patientin trotz ihres schlechten Allgemeinzustandes zuhause versorgt werden kann. Er wird in sehr gutem Allgemeinzustand entlassen. Beschwerden habe er im Moment kaum. Auch der psychische Zustand sei stabiler. Heute physisch und psychisch besser. Wirkt heute psychisch stabiler trotz leichter Atemnot. Patient psychisch labil. fühlt sich etwas besser. Scheint "im Sterben zu liegen". Nicht med. Allgemeinzustand: Reduktion von Torasemid auf 10mg 1 x tgl. Patient derzeit in Münster auf Reha.</i></p>
Selbstständigkeit	Selbstständigkeit eines Patienten beim Übertragen von Daten bzw. beim Handling der Geräte.	<p><i>Problemloses Handling mit Geräten. scheint keine Probleme zu geben in der Geräteanwendung. macht Übertragung inzwischen selbständig. Patientenbesuch auf 4 C: Patient misst selbständig nicht. Patient kommt mit der Waage (Gewichtsübertragung) nicht zurecht. Hat keine Probleme mit Datenübertragung fühlt sich ohne Hilfe durch Pflegepersonal noch überfordert mit der Datenübertragung.</i></p>
Häusliches Umfeld	Beschreibung des persönlichen Umfeldes beim Patienten zuhause; Unterstützung von der Familie, 24h-Hilfe...	<p><i>Sohn wird vorerst bei Datenübertragung behilflich sein. Kann Haus derzeit nicht verlassen und wird von Kindern versorgt. Haushalt und Versorgung ums Haus wird hauptsächlich durch Gattin gemacht. ...hat aber bei größeren Problemen Hilfe von Bekannten (auch Schwester aus HKP). Die neue 24h Pflege kann nicht Deutsch. Haben HKP abbestellt, machen Übertragung und Körperpflege selbständig.</i></p>
Unbekannt	Wenn die Notiz keine aufgelistete Statusinformation enthält	

D. Klassifizierungskriterien

Anhang D. Klassifizierungskriterien

Klassifizierungskriterien		
Klasse	Gruppe	Beispielnotiz
KIT	Technische Kommentare	Telefonat mit Herr Patient(654): "KIT von Waage leuchtet rot" - versucht morgen die Batterien zu tauschen, meldet sich, falls die Übertragung dann auch nicht funktioniert.
Datenübermittlung/Handy	Technische Kommentare	Telefonat heute mit Gattin des Patient(1472): Gewicht kann nicht übertragen werden...
Waage	Technische Kommentare	...Waage wird nach Rücksprache mit Dr. xy von mir vermutlich nach Hochrum gebracht."
Blutdruckmessgerät	Technische Kommentare	Telefonat mit Herrn xy bezüglich größerer Blutdruck-Manschette, um genaue Blutdruck-Messung zu gewährleisten. ...
Batterie/Anderes	Technische Kommentare	... evtl. Batterien schwach, wird neue besorgen. Blutdruck trägt sie evtl. händisch ein ...
Geräterücknahme	Technische Kommentare	Telefonat mit Herr Patient(504): Geräte werden von mir am Freitag abgeholt.
Gesundheitszustand	Medizinische Kommentare	...Patient(504) geht es gut und fühlt sich sicher im Umgang mit HI.
Medikamente/Therapie	Medizinische Kommentare	Mit Patient(539) telefoniert und Ramipril morgens auf 10 mg gesteigert (= 2 Tablette a 5 mg)
Grenzwertänderung	Medizinische Kommentare	Anpassung der Grenzwerte für gew. auf 79-83 kg
Ernährung	Medizinische Kommentare	...vermehrter Appetit, nimmt jetzt Nahrungsergänzungsmittel, derzeit kein Durchfall, Beine seien nicht dicker geworden.
Tod	Medizinische Kommentare	Herr Patient(1362) ist am 22.3.14 abends im Krankenhaus Natters verstorben.
Externe Pflegekraft involviert	Organisatorische Kommentare	Anruf von Hauskrankenpflege zur Anleitung bezüglich Datenübertragung
Angehörige involviert	Organisatorische Kommentare	Telefonat mit Tochter des Patient(1231),...
Arztbrief	Organisatorische Kommentare	Arztbrief online. Patient(1054) wurde entlassen.
Schulung	Organisatorische Kommentare	Patient(1362) geschult, wurde heute aus dem Krankenhaus Natters entlassen;
Rehabilitation	Organisatorische Kommentare	Patient(1512) in Münster Reha
Stationär	Organisatorische Kommentare	Wiederaufnahme auf Kardiologie 4B am 14.11.13 bei dekomp. Herzinsuff. Entlassung am 18.11.13 nach i.v. Entwässerung.
Ambulanzbesuch	Organisatorische Kommentare	Patient(654) hat Termin für Abschlussgespräch in kardiologisch Ambulanz, gibt dort die Geräte zurück...
Hausbesuch	Organisatorische Kommentare	Hausbesuch: KIT funktioniert - Raster auf Rückseite der Waage war falsch...
Netzwerkarztbesuch	Organisatorische Kommentare	Patient(1054) fühlt sich trotz Gewichtszunahme sehr wohl, kommt morgen zu mir in die Ordination
Externer Arztbesuch	Organisatorische Kommentare	Telefonat mit Tochter: Herr Patient(690) leide derzeit an einer schweren Enteritis mit Fieber. Antibiotische Therapie durch Hausarzt begonnen...
Telefonat	Organisatorische Kommentare	Telefonat mit Herr Patient(504): Geräte werden von mir am Freitag abgeholt.
Teilnahme am Projekt	Organisatorische Kommentare	Telefonat mit Frau Patient(1562): das Ehepaar komme mit den Geräten nicht zurecht und wolle die Sache abberechen, da man die Nichte, die jeden Tag helfe nicht so belasten könne...
Urlaub	Allgemeines	bin vom 5. bis 26. 8. im Ausland und nicht erreichbar, im Notfall bitte an Klinik wenden
Anmerkung zum HMT-Projekt	Allgemeines	...Patient(517) fühlt sich gut - geht gerade zum Schwimmen und betont wiederum, dass sie unbedingt im HerzMobilTirol weiter betreut werden möchte.

E. Keywords

Anhang E. Keywords

Begriff	Häufigkeit der Vorkommnis	Kategorie bzw. Gruppe
telefonat	435	Telefonat
gut	320	Gesundheitszustand
hausbesuch	247	Hausbesuch
gattin	164	Angehörige involviert
medikation	159	Medikamente/Therapie
fühlt	131	Gesundheitszustand
arztbrief	125	Arztbrief
blutdruck	111	Gesundheitszustand
geplant	105	organisatorische Kommentare
vereinbart	103	organisatorische Kommentare
besser	95	Gesundheitszustand
tochter	84	Angehörige involviert
ambulanz	80	Ambulanzbesuch
übertragung	79	Datenübermittlung/Handy
termin	76	organisatorische Kommentare
stationär	74	Stationär
geräte	73	technische Kommentare
entlassen	71	organisatorische Kommentare
herzmobiltirol	71	Anmerkung zum HMT-Projekt
atemnot	69	Gesundheitszustand
kontrolle	68	organisatorische Kommentare
datenübertragung	68	Datenübermittlung/Handy
krankenhaus	66	organisatorische Kommentare
lasix	64	Medikamente/Therapie
hochgeladen	63	Arztbrief
allgemeinzustand	62	Gesundheitszustand
funktioniert	61	technische Kommentare
therapie	60	Medikamente/Therapie
gewicht	59	Gesundheitszustand
stabil	59	Gesundheitszustand
ödeme	59	Gesundheitszustand
hausarzt	59	externer Arztbesuch
urlaub	58	Urlaub
übertragen	56	Datenübermittlung/Handy
daten	52	Datenübermittlung/Handy
telefoniert	49	Telefonat
natters	49	organisatorische Kommentare
waage	46	Waage
frau	45	Angehörige involviert
aufgenommen	44	Stationär
beschwerden	44	Gesundheitszustand
hochzirl	42	organisatorische Kommentare
angepasst	42	Medikamente/Therapie
beinödeme	41	Gesundheitszustand
dyspnoe	41	Gesundheitszustand
schmerzen	40	Gesundheitszustand
torasemid	39	Medikamente/Therapie
schwindel	39	Gesundheitszustand
telefonisch	38	Telefonat
schwiegertochter	37	Angehörige involviert
ordination	36	Netzwerkarztbesuch
medikamente	34	Medikamente/Therapie
mg	34	Medikamente/Therapie
handy	34	Datenübermittlung/Handy
informiert	32	organisatorische Kommentare
lkrankenhaus	32	organisatorische Kommentare
reduziert	32	medizinische Kommentare

Anhang E. Keywords

tel	31	Telefonat
station	31	Stationär
klagt	31	Gesundheitszustand
anruf	30	Telefonat
angehörigen	29	Angehörige involviert
unverändert	28	Gesundheitszustand
fragebogen	28	Anmerkung zum HMT-Projekt
gewichtszunahme	27	Gesundheitszustand
kardiologisch	27	Gesundheitszustand
eingegeben	27	Datenübermittlung/Handy
telefon	26	Telefonat
stationären	26	Stationär
system	25	technische Kommentare
geschult	25	Schulung
schulung	25	Schulung
kg	25	Gesundheitszustand
puls	25	Gesundheitszustand
schlecht	25	Gesundheitszustand
eingekommen	24	Medikamente/Therapie
befinden	24	Gesundheitszustand
ausgefüllt	24	Anmerkung zum HMT-Projekt
schwester	23	Angehörige involviert
münster	22	organisatorische Kommentare
belastung	22	Gesundheitszustand
sohn	22	Angehörige involviert
klinik	21	organisatorische Kommentare
atmung	21	Gesundheitszustand
mutter	21	Angehörige involviert
aufnahme	20	Stationär
funktionieren	19	technische Kommentare
geändert	19	medizinische Kommentare
abgesetzt	19	Medikamente/Therapie
kit	19	KIT
hi-fragebogen	19	Anmerkung zum HMT-Projekt
entlassung	18	Stationär
ambulanzbrief	18	Arztbrief
geräten	17	technische Kommentare
lisinopril	17	Medikamente/Therapie
tablette	17	Medikamente/Therapie
blutzucker	17	Gesundheitszustand
appetit	17	Ernährung
innsbruck	16	organisatorische Kommentare
beine	16	Gesundheitszustand
bewegung	16	Gesundheitszustand
körpergewicht	16	Gesundheitszustand
körperlich	16	Gesundheitszustand
spazieren	16	Gesundheitszustand
essen	16	Ernährung
händisch	15	technische Kommentare
ko	15	organisatorische Kommentare
praxis	15	Netzwerkarztbesuch
beinen	15	Gesundheitszustand
leistungsfähigkeit	15	Gesundheitszustand
schwach	15	Gesundheitszustand
schwäche	15	Gesundheitszustand
anrufen	14	Telefonat
einnahme	14	Medikamente/Therapie
gesteigert	14	Medikamente/Therapie

Anhang E. Keywords

spirobene	14	Medikamente/Therapie
aszites	14	Gesundheitszustand
teilnahme	13	Teilnahme am Projekt
genommen	13	Medikamente/Therapie
verordnet	13	Medikamente/Therapie
müdigkeit	13	Gesundheitszustand
schwindlig	13	Gesundheitszustand
blutdruck-gerät	13	Blutdruckmessgerät
aktiviert	12	technische Kommentare
aktualisiert	12	technische Kommentare
hochrum	12	organisatorische Kommentare
vidit	12	organisatorische Kommentare
dosis	12	Medikamente/Therapie
nomexor	12	Medikamente/Therapie
grenzwerte	12	Grenzwertänderung
besserung	12	Gesundheitszustand
blutdruck-werte	12	Gesundheitszustand
guter	12	Gesundheitszustand
smiley	12	Gesundheitszustand
wohlbefinden	12	Gesundheitszustand
brief	12	Arztbrief
familie	12	Angehörige involviert
tele	11	Telefonat
deaktiviert	11	technische Kommentare
gerät	11	technische Kommentare
aufenthalt	11	Stationär
einschulung	11	Schulung
rehabilitation	11	Rehabilitation
procoralan	11	Medikamente/Therapie
psychisch	11	Gesundheitszustand
schlechter	11	Gesundheitszustand
verschlechterung	11	Gesundheitszustand
ernährung	11	Ernährung
geräteschulung	10	Schulung
klaraheim	10	organisatorische Kommentare
erhöht	10	medizinische Kommentare
diuretika	10	Medikamente/Therapie
ramipril	10	Medikamente/Therapie
checkit	10	KIT
kurzatmig	10	Gesundheitszustand
abgeholt	10	Geräterücknahme
24h-hilfe	10	externe Pflegekraft involviert
schwiegermutter	10	Angehörige involviert
angerufen	9	Telefonat
exforge	9	Medikamente/Therapie
medikament	9	Medikamente/Therapie
diurese	9	Gesundheitszustand
flüssigkeitsbeschränkung	9	Gesundheitszustand
müde	9	Gesundheitszustand
zugenommen	9	Gesundheitszustand
rücknahme	9	Geräterücknahme
heim	9	externe Pflegekraft involviert
display	9	Datenübermittlung/Handy
ausfüllen	9	Anmerkung zum HMT-Projekt
herzmobil	9	Anmerkung zum HMT-Projekt
installiert	8	technische Kommentare
aquaphoril	8	Medikamente/Therapie
dilatrend	8	Medikamente/Therapie

Anhang E. Keywords

einnehmen	8	Medikamente/Therapie
eliquis	8	Medikamente/Therapie
medikamentenliste	8	Medikamente/Therapie
schmerzmedikation	8	Medikamente/Therapie
sedacoron	8	Medikamente/Therapie
körperliche	8	Gesundheitszustand
stuhlgang	8	Gesundheitszustand
wassereinlagerung	8	Gesundheitszustand
übelkeit	8	Gesundheitszustand
24h-pflege	8	externe Pflegekraft involviert
hkp	8	externe Pflegekraft involviert
isst	8	Ernährung
eingespielt	8	Datenübermittlung/Handy
batteriewechsel	8	Batterie/Anderes
gatten	8	Angehörige involviert
telefonkontakt	7	Telefonat
handling	7	technische Kommentare
krankenhaus-aufenthalt	7	Stationär
dosierung	7	Medikamente/Therapie
einnimmt	7	Medikamente/Therapie
xarelto	7	Medikamente/Therapie
elyte	7	Gesundheitszustand
erkrankung	7	Gesundheitszustand
symptomatik	7	Gesundheitszustand
überträgt	7	Datenübermittlung/Handy
fragebogens	7	Anmerkung zum HMT-Projekt
ambulant	7	Ambulanzbesuch
ausland	6	Urlaub
stationäre	6	Stationär
rehab	6	Rehabilitation
amlodipin	6	Medikamente/Therapie
einzunehmen	6	Medikamente/Therapie
medikationsänderung	6	Medikamente/Therapie
molaxole	6	Medikamente/Therapie
novalgin	6	Medikamente/Therapie
red	6	Medikamente/Therapie
therapievorschlagn	6	Medikamente/Therapie
grenzwert	6	Grenzwertänderung
beschwerdefrei	6	Gesundheitszustand
geschwollen	6	Gesundheitszustand
gewichtsabnahme	6	Gesundheitszustand
husten	6	Gesundheitszustand
gegessen	6	Ernährung
eingabe	6	Datenübermittlung/Handy
handys	6	Datenübermittlung/Handy
smartphone	6	Datenübermittlung/Handy
übertragungen	6	Datenübermittlung/Handy
entlassungsbrief	6	Arztbrief
ambulanzbesuch	6	Ambulanzbesuch
ambulanztermin	6	Ambulanzbesuch
aktivieren	5	technische Kommentare
reha	5	Rehabilitation
axams	5	organisatorische Kommentare
badischl	5	organisatorische Kommentare
kardiologie	5	organisatorische Kommentare
0-1-0	5	Medikamente/Therapie
inspra	5	Medikamente/Therapie
medikamenteneinnahme	5	Medikamente/Therapie

Anhang E. Keywords

mexalen	5	Medikamente/Therapie
sintrom	5	Medikamente/Therapie
compliance	5	Gesundheitszustand
erbrechen	5	Gesundheitszustand
fühle	5	Gesundheitszustand
gebessert	5	Gesundheitszustand
gw-zunahme	5	Gesundheitszustand
herzfrequenz	5	Gesundheitszustand
hypertensive	5	Gesundheitszustand
flugmodus	5	Datenübermittlung/Handy
abbrechen	4	Teilnahme am Projekt
anleitung	4	technische Kommentare
anpassung	4	medizinische Kommentare
5mg	4	Medikamente/Therapie
acemin	4	Medikamente/Therapie
bisoprolol	4	Medikamente/Therapie
concor	4	Medikamente/Therapie
digimerck	4	Medikamente/Therapie
diovan	4	Medikamente/Therapie
doxazosin	4	Medikamente/Therapie
entlassungsmedikation	4	Medikamente/Therapie
medi-einnahme	4	Medikamente/Therapie
metohexal	4	Medikamente/Therapie
sedacorone	4	Medikamente/Therapie
hausbesuche	4	Hausbesuch
bauch	4	Gesundheitszustand
dekompensation	4	Gesundheitszustand
dekompensiert	4	Gesundheitszustand
durchfall	4	Gesundheitszustand
durstgefühl	4	Gesundheitszustand
hypotonen	4	Gesundheitszustand
infekt	4	Gesundheitszustand
krank	4	Gesundheitszustand
kreuzschmerzen	4	Gesundheitszustand
kurzatmigkei	4	Gesundheitszustand
symptome	4	Gesundheitszustand
abholung	4	Geräterücknahme
altersheim	4	externe Pflegekraft involviert
blutdruck-messung	4	Blutdruckmessgerät
angehörige	4	Angehörige involviert
enkelkind	4	Angehörige involviert
gatte	4	Angehörige involviert
ambulante	4	Ambulanzbesuch
ambulanter	4	Ambulanzbesuch
verstorben	3	Tod
id-karte	3	technische Kommentare
aufenthaltes	3	Stationär
krankenhausaufenthalt	3	Stationär
20mg	3	Medikamente/Therapie
40mg	3	Medikamente/Therapie
candesartan	3	Medikamente/Therapie
diuretikum	3	Medikamente/Therapie
dosisreduktion	3	Medikamente/Therapie
dosissteigerung	3	Medikamente/Therapie
nebilan	3	Medikamente/Therapie
atembeschwerden	3	Gesundheitszustand
atemsituation	3	Gesundheitszustand
bein	3	Gesundheitszustand

Anhang E. Keywords

belastungsdyspnoe	3	Gesundheitszustand
blutdruck-werten	3	Gesundheitszustand
borreliose	3	Gesundheitszustand
depressiv	3	Gesundheitszustand
erysipel	3	Gesundheitszustand
hypertensiv	3	Gesundheitszustand
nierenversagen	3	Gesundheitszustand
nykturie	3	Gesundheitszustand
parkinson	3	Gesundheitszustand
rückenschmerzen	3	Gesundheitszustand
geräteübergabe	3	Geräterücknahme
hausärztin	3	externer Arztbesuch
appetitlos	3	Ernährung
mittagessen	3	Ernährung
sms-funktion	3	Datenübermittlung/Handy
blutdruck-manschette	3	Blutdruckmessgerät
batterien	3	Batterie/Anderes
evaluierung	3	Anmerkung zum HMT-Projekt
ehefrau	3	Angehörige involviert
ehegattin	3	Angehörige involviert
enkelin	3	Angehörige involviert
schwägerin	3	Angehörige involviert
burgenland	2	Urlaub
england	2	Urlaub
tod	2	Tod
arztbesuche	2	organisatorische Kommentare
0-0-1	2	Medikamente/Therapie
atorvastatin	2	Medikamente/Therapie
ingenommene	2	Medikamente/Therapie
lovenox	2	Medikamente/Therapie
neivolol	2	Medikamente/Therapie
kit-system	2	KIT
gewichtsgrenze	2	Grenzwertänderung
gw-werte	2	Grenzwertänderung
hämatom	2	Gesundheitszustand
heimplatz	2	externe Pflegekraft involviert
blutdruck-übertragung	2	Datenübermittlung/Handy
herzmobiltirol-projekt	2	Anmerkung zum HMT-Projekt
enkel	2	Angehörige involviert
deutschland	1	Urlaub
lande	1	Urlaub
urlaubsdauer	1	Urlaub
urlaubswochen	1	Urlaub
wackelkontakt	1	technische Kommentare
ord	1	Netzwerkarztbesuch
medi	1	Medikamente/Therapie
spironolacton	1	Medikamente/Therapie
kit.	1	KIT
antriebslosigkeit	1	Gesundheitszustand
24h-pflege	1	externe Pflegekraft involviert
24hpflege	1	externe Pflegekraft involviert
heimleitung	1	externe Pflegekraft involviert
pflegeheim	1	externe Pflegekraft involviert
pflegehelferin	1	externe Pflegekraft involviert
pflegekraft	1	externe Pflegekraft involviert
pflegekräfte	1	externe Pflegekraft involviert
pflegeplatz	1	externe Pflegekraft involviert
weitermachen	1	Anmerkung zum HMT-Projekt