

Diplomarbeit

eT - eHealth Terminal

**für die multi-modale Datenerfassung zur telemedizinischen
Überwachung von Patienten mit Herzinsuffizienz**

eingereicht von

Magdalena Leitner

Mat.Nr.: 0533677

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Abteilung für Kardiologie

unter der Anleitung von Betreuer

Univ.-Prof. Dr. Friedrich Fruhwald

und Zweitbetreuer

Ass.-Prof.Priv.-Doz. Dr. Daniel Scherr

Ort, Datum

(Unterschrift)

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Ort, Datum

(Unterschrift)

Gleichheitsgrundsatz

Um eine gute Lesbarkeit der Diplomarbeit gewährleisten zu können, habe ich mich dazu entschlossen, das generische Maskulinum zu verwenden.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt den Patienten, die sich bereiterklärt haben, an der Studie teilzunehmen.

Weiters möchte ich mich bei meinem Betreuer, Univ.-Prof. Dr. Friedrich Fruhwald, für die gewissenhafte und geduldige Betreuung während der gesamten Diplomarbeit bedanken.

Auch DI Dr. Dieter Hayn und DI Jürgen Morak gilt mein Dank, die für die technische Betreuung der Patienten verantwortlich waren und mir mit Rat und Auskunft zur Seite standen.

Zusammenfassung

Hintergrund: Die chronische Herzinsuffizienz ist die einzige Herzerkrankung mit steigender Inzidenz. Rehospitalisierungen dieser Patienten sind häufig. Besonders inadäquate und lückenhafte Erfassung klinisch relevanter Parameter wie Blutdruck, Gewicht, etc. können für eine suboptimale Therapie verantwortlich sein. Eine gute ambulante Betreuung von Herzinsuffizienz-Patienten könnte mit Home-Monitoring-Systemen verwirklicht werden. Patienten mit Herzinsuffizienz weisen zusätzlich häufig Vorhofflimmern auf. Die Prävalenz von Vorhofflimmern bei Patienten mit Herzinsuffizienz variiert zwischen 13% und 27%. Da Vorhofflimmern mit sehr großen und folgenschweren Komplikationen verbunden sein kann - v.a. zerebraler Embolie - ist es wichtig, diese Rhythmusstörung zu diagnostizieren, und bei Bedarf richtig zu behandeln.

Patienten und Methodik: Am LKH-Graz/Abteilung für Kardiologie wurde eine nicht randomisierte, monozentrische Machbarkeitsstudie durchgeführt, an der 20 Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz teilgenommen haben. Die Patienten bekamen je eine Waage, ein Blutdruckmessgerät mit integriertem EKG-Gerät, eine Symbolkarte zum Einlesen des Befindens und der Medikamenteneinnahme und ein Mobiltelefon mit nach Hause. Für 7 Tage schickten die Patienten 2x täglich ihre erfassten Parameter an eine geschützte Internetplattform, auf die der Studienarzt Zugriff hatte. Ziel der Studie war es zu sehen, wie gut die Qualität der gesendeten EKGs ist (ventrikulärer \pm atrialer Rhythmus beurteilbar oder unbrauchbar), und wie benutzerfreundlich das gesamte Telemonitoring-System ist. Dies wurde mit Hilfe eines Fragebogens erhoben.

Ergebnisse: Insgesamt kamen alle Patienten zusammen auf eine Monitoring-Dauer von 140 Tagen. Es wurden 211 EKGs übermittelt, von denen 55,4% zumindest eine ventrikuläre Rhythmusbeurteilung zuließen. Bei 12,3% aller EKGs konnte auch der atriale Rhythmus beurteilt werden. Laut Fragebogen wurde dieses Telemonitoring-System als übersichtlich, einfach und sinnvoll empfunden. Die Compliance betrug 89%.

Conclusio: Das System bietet die sinnvolle Möglichkeit, zusätzlich zu anderen Parametern auch den Herzrhythmus zu erfassen. Um diese Möglichkeit wirklich effizient nutzen zu können, muss die Signalqualität der EKGs noch verbessert werden. Durch die Benutzerfreundlichkeit und Einfachheit könnte das System für ein breites Patientengut in der ambulanten Nachsorge von Herzinsuffizienz-Patienten Anwendung finden.

Abstract

Background: Chronic heart failure is the only heart disease with increasing incidence. Re-hospitalizations of such patients are numerous. Notably inadequate and fragmentary assessment of clinically relevant parameters such as blood pressure, weight, etc. may be responsible for suboptimal therapies. A good ambulatory treatment of heart failure patients may get implemented using Home-Monitoring-Systems. Patients with heart failure often have atrial fibrillation, some of them without even knowing this. The prevalence of atrial fibrillation for patients with heart failure varies between 13% and 27%. Due to the fact that atrial fibrillation often involves serious complications – especially with cerebral embolism -, it is very important to diagnose these dysrhythmias, and to treat them if necessary.

Patients and Methods: At the University Hospital Graz/Department of Cardiology, a non-randomized, monocentric feasibility study was performed, in which 20 patients with chronic heart failure participated. The patients were given a digital weight-scale, a blood pressure meter with integrated ECG-device, a symbol card for comprising the state of health and the taking of medication, as also a cellphone to take home with them. For a period of 7 days the patients sent their gathered parameters to a secure web-platform twice a day, where the responsible doctor had access. The aim of the study was to see how well the quality of the transmitted ECGs (i.e. whether the ventricular \pm atrial rhythm can be assessed or not), and how user friendly the Telemonitoring System was as a whole. This question was answered using a questionnaire.

Results: The cumulative monitoring period of all patients was 140 days. Out of 211 ECG-signals transmitted 55.4% were suitable for ventricular rhythm evaluation, 12.3% out of these were even sufficient for atrial rhythm assessment. According to the questionnaire the Telemonitoring System was considered as clearly arranged, simple and reasonable. Compliance with the protocol was at 89%.

Conclusion: This system provides the reasonable possibility to comprise heart rhythm data along with other parameters. To make the recorded data usable, the signal quality of the ECGs has to be further improved. Due to the user-friendliness und simplicity, the system may be suitable for a broad patient population in the outpatient care of heart failure patients.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	I
Danksagung	II
Zusammenfassung	III
Abstract	IV
Abbildungsverzeichnis	IX
Tabellenverzeichnis	X
1 Einführung	1
1.1 Herzinsuffizienz und Vorhofflimmern	1
1.2 Vorhofflimmern	3
1.2.1 Ätiologie und Häufigkeit	3
1.2.2 Pathogenese	3
1.2.3 Einteilung	4
1.2.4 Klinik	4
1.2.5 Komplikationen	5
1.2.6 Diagnostik	6
1.2.6.1 Anamnese	6
1.2.6.2 EKG	6
1.2.6.3 Holter-EKG	8
1.2.6.4 Event-Recorder	8
1.2.6.5 Implantierbare Loop-Recorder	8
1.2.7 Therapie	9
1.2.7.1 Orale Antikoagulation	9
1.2.7.2 Frequenzkontrolle	9
1.2.7.2.1 Tachyarrhythmia absoluta	9
1.2.7.2.2 Bradyarrhythmia absoluta:	11

1.2.7.3	Rhythmuskontrolle	11
1.2.7.3.1	Medikamentöse Kardioversion:	12
1.2.7.3.2	EKG-getriggerte Elektrokardioversion:	13
1.2.7.4	Katheterablationsverfahren	13
1.2.8	Prognose	13
2	Methode und Material	15
2.1	Studienprotokoll	15
2.1.1	Patientenauswahl	15
2.1.1.1	Einschlusskriterien	15
2.1.1.2	Ausschlusskriterien	15
2.1.2	Studienziele	16
2.1.2.1	Primäres Studienziel	16
2.1.2.2	Sekundäres Studienziel	16
2.1.3	Therapieplan	16
2.2	Ablauf der Studie	17
2.2.1	Telemonitoring	17
2.2.2	Unterschiedliche Messanordnung	18
2.2.3	Auswertung	18
2.2.4	Vorzeitiges Ausscheiden von Patienten aus der Studie	19
2.3	Studienmaterial	20
2.3.1	Mobiltelefon	20
2.3.2	RFID-Symbolkarte	20
2.3.3	NFC-Körperwaage	21
2.3.4	Kombiniertes NFC Blutdruck-/EKG-Messgerät	21
2.3.5	AIT Telemedizin-Plattform	21
3	Ergebnisse	22
3.1	Patientencharakteristika	22
3.2	Datensätze	23
3.3	EKG-Messung	23
3.4	Fragebogen	26

4 Diskussion	30
4.1 Praxistauglichkeit	30
4.1.1 Signalqualität	30
4.1.2 Fragebogen	31
4.1.2.1 Bedienbarkeit der Geräte	33
4.1.2.2 EKG-Messung	34
4.1.2.3 Nutzen des Systems	35
4.2 Schlussfolgerung	35

Glossar und Abkürzungen

Abb.	Abbildung
AIT	Austrian Institute of Technology GmbH
AV (-Block, -Knoten)	Atrioventrikular (-Block, -Knoten)
ca.	circa
CHADS	C(congestive heart failure) H(hypertension) A(age) D(diabetes) S(stroke)
COPD	chronisch obstruktive Lungenerkrankung
EF	Ejektionsfraktion
EKG	Elektrokardiogramm
ESC	European Society of Cardiology
etc.	et cetera
INR	International Normalized Ratio
i.v.	intravenös
k.A.	keine Angabe
kg	Kilogramm
lt.	laut
LVEF	linksventrikuläre Ejektionsfraktion
min.	Minuten
MW	Mittelwert
n	Anzahl
NFC	Near Field Communication
NYHA	New York Heart Association
OAK	orale Antikoagulation
Pat.	Patient
RFID	radio frequency identification
SD	Standardabweichung
TIA	Transitorische ischämische Attacke

Abbildungsverzeichnis

1.1	EKG Vorhofflimmern	7
1.2	Orale Antikoagulation (modifiziert)	10
2.1	NFC-fähiges Mobiltelefon	18
2.2	Symbolkarte	18
2.3	Modifiziertes Blutdruckmessgerät	19
3.1	EKG 2 Experten einer Meinung (1x ventrikulärer Rhythmus beurteilbar, 2x unbrauchbar)	24
3.2	EKG ventrikulärer Rhythmus beurteilbar	24
3.3	EKG atrialer Rhythmus beurteilbar	25
3.4	EKG unbrauchbar übersteuert	25

Tabellenverzeichnis

1.1	CHADS2-Risikoklassifikation	6
2.1	Schritte zur Datenerfassung	17
3.1	Patientencharakteristika	22
3.2	Fragebogen, Teil A	26
3.3	Fragebogen, Teil B	27
3.4	Fragebogen, Teil C	28
3.5	Fragebogen, Teil D	29
3.6	Fragebogen, Teil E	29

1 Einführung

1.1 Herzinsuffizienz und Vorhofflimmern

Vorhofflimmern stellt die häufigste Rhythmusstörung dar.[1] Auch Patienten mit Herzinsuffizienz haben oft Vorhofflimmern. Die Prävalenz von Vorhofflimmern bei Herzinsuffizienz-Patienten variiert zwischen 13% und 27%. [2, 3] Der Zusammenhang dieser beiden Erkrankungen ist noch nicht gänzlich geklärt. Zum Teil kann das gleichzeitige Auftreten dadurch erklärt werden, dass typische Risikofaktoren, wie Alter, Hypertonus, Diabetes mellitus, Adipositas, Herzklappenerkrankungen, ischämische, oder nicht-ischämische Herzkrankungen vorliegen. Diese Faktoren sind assoziiert mit Veränderungen und Umbauvorgängen auf zellulärer und extrazellulärer Ebene - auch elektrophysiologische- und neurohormonale Veränderungen spielen eine Rolle -, die sowohl für Herzinsuffizienz, als auch für Vorhofflimmern die Grundlage schaffen.[2] Die Prävalenz von Vorhofflimmern steigt parallel zur Schwere der Herzinsuffizienz. Bei milder Herzinsuffizienz haben ca. 5% der Patienten Vorhofflimmern, bei moderater bereits zwischen 10-26%. [2] Und bei bis zu 50% aller Patienten mit schwerer Herzinsuffizienz kann Vorhofflimmern gefunden werden.[2] Weiters konnte gezeigt werden, dass sich Patienten mit Sinusrhythmus und Herzinsuffizienz bei einem Übergang in ein Vorhofflimmern klinisch signifikant verschlechtern.[2] Dies wird insbesondere durch das verminderte Herzminutenvolumen erklärt.[3] Herzinsuffizienz und Vorhofflimmern kommen oft zusammen vor und weisen eine erhöhte Mortalität und Morbidität auf, als Vorhofflimmern oder Herzinsuffizienz alleine.[2, 3, 4, 5, 6] Dies gilt ganz besonders bei Patienten, die eine LVEF von <35% haben. Bei diesen Patienten hat Vorhofflimmern einen großen Einfluss auf Mortalität, Morbidität, zunehmendes Pumpversagen und Rehospitalisierungsrate.[2, 7, 8] Bei milder bis moderater Herzinsuffizienz konnte kein Einfluss von Vorhofflimmern auf die Mortalität und Morbidität gezeigt werden.[9] Diese Zusammenhänge machen ersichtlich, wie wichtig das Erkennen und Behandeln von Vorhofflimmern bei Herzinsuffizienz-Patienten und ganz generell eine optimale Betreuung ist.

Telemonitoring stellt für Herzinsuffizienz-Patienten eine sehr gute Möglichkeit der ambulanten Nachsorge dar. Bei diesen Systemen werden vorgegebene Vitalparameter, wie zum Beispiel Blutdruck oder Gewicht, automatisch an ein Telemedizinisches Zentrum übermittelt. Zu den einzelnen Vitalparametern werden Grenzwerte festgelegt, deren Überschreitung eine therapeutische Maßnahme nach sich zieht. [10, 11] Erhöht sich beispielsweise das Gewicht eines Patienten innerhalb von 24 Stunden um mehr als 2 kg, kann dieser vom zuständigen Arzt angerufen werden, um gegebenenfalls die medikamentöse Therapie anzupassen. Im Vergleich zur herkömmlichen Betreuung von Herzinsuffizienz-Patienten kann eine lückenlosere Datenerfassung und eine optimierte Therapieführung gewährleistet werden. [10, 11] Telemonitoring-Systeme sind in der Regel so gestaltet, dass sie leicht zu bedienen sind und auch ältere Patienten, die unter Umständen keine familiäre Hilfe haben, damit gut zurecht kommen. Dies zeigt sich in einer hohen Patienten-Compliance. [12] Aufgrund eindeutiger Studienergebnisse wurde diese Form der ambulanten Nachsorge von Herzinsuffizienz-Patienten als Klasse1-A-Empfehlung in die aktuellen Richtlinien der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie (ESC) für die chronische Herzinsuffizienz aufgenommen.[13, 14, 15] Es konnte gezeigt werden, dass die Hospitalisierungsrate von Herzinsuffizienz-Patienten, die mit einem derartigen System ausgestattet waren, um ca. 1/5 gesunken ist.[16] Weiters kam es zu einer Reduktion der Gesamtmortalität um ca. 20% und zu einem Anstieg der Lebensqualität.[17]

AIT (Austrian Institute of Technology GmbH) hat kürzlich ein Blutdruckmessgerät mit integriertem EKG-Gerät entwickelt. Dieses macht es möglich, zusätzlich zu den anderen Vitalparametern auch einen EKG-Streifen an die Telemedizin-Plattform zu schicken. Je nach Signalqualität wäre der zuständige Arzt dann in der Lage, den ventrikulären, oder ventrikulären und atrialen Rhythmus zu bestimmen. Durch den täglich gesendeten Rhythmusstreifen könnte Vorhofflimmern aufgedeckt, und die entsprechende Therapie eingeleitet werden. Das von AIT entwickelte Blutdruckmessgerät mit integriertem EKG-Gerät wurde in der im Kapitel Methode und Material beschriebenen Studie erstmals getestet.

1.2 Vorhofflimmern

1.2.1 Ätiologie und Häufigkeit

Vorhofflimmern ist die häufigste Herzrhythmusstörung. Die Inzidenz beträgt mehr als 5%. [1] Man unterscheidet zwischen Vorhofflimmern bei Herzgesunden – sogenanntes idiopathisches Vorhofflimmern –, und bei Patienten mit zugrunde liegender organischer Herzerkrankung. Idiopathisches Vorhofflimmern hat eine Inzidenz von ca. 6% und wird z.B. durch verstärkten Kaffee- oder Nikotingenuss oder auch bei plötzlicher emotionaler Erregung ausgelöst. [1] Vorhofflimmern mit zugrunde liegender organischer Ursache ist häufig bei Patienten mit Herzinsuffizienz, Herzklappenveränderungen, Hypertonus, Koronarer Herzkrankheit, Kardiomyopathien, Hyperthyreoidismus, Perikarditis, Lungenembolie und Sick-Sinus-Syndrom. Rheumatische Herzerkrankungen kommen heutzutage in unseren Breiten eher selten als Ursache in Frage. Weiters kommt es nach Herzoperationen oft zumindest vorübergehend zu Vorhofflimmern. [1, 18]

1.2.2 Pathogenese

Als Mechanismus des Vorhofflimmerns wird eine Mikro-Reentry-Störung im Vorhof selbst beschrieben. Man geht davon aus, dass eine ungeordnete Erregungsfront ständig im Vorhof kreist und dies in einer Geschwindigkeit tut, die sie immer wieder auf erregbares Gewebe treffen lässt und eine Vorhoffrequenz von 350-600/min auslöst. In dieser Geschwindigkeit kann der Vorhof keine hämodynamisch wirksamen Kontraktionen mehr zustande bringen und das Herzzeitvolumen verringert sich um bis zu 20%. Der AV-Knoten überträgt als Filter nur einen kleinen Teil der Vorhoferregungen auf die Kammer, wo es zu absoluter Arrhythmie mit stark wechselnden Schlagvolumina und Pulsdefizit kommt. [19]

Als weiterer Mechanismus des Vorhofflimmerns werden sowohl unifokale als auch multifokale ektope atriale Impulsbildungen innerhalb der Lungenvenen diskutiert. Diese Theorie bildet auch die Grundlage für eine Ablations-Therapie. [1]

1.2.3 Einteilung[18]

- **Erste** und möglicherweise einmalige Vorhofflimmerepisode.
- **Paroxysmal:** bei dieser Form kommt es meist nach weniger als 48 h zu einer Selbstlimitierung des Vorhofflimmerns. Obwohl paroxysmales Vorhofflimmern per definitionem bis zu 7 Tage anhalten kann, ist die 48 h - Grenze klinisch wichtig, da danach die Wahrscheinlichkeit einer spontanen Beendigung gering ist und für eine ausreichende Antikoagulation gesorgt werden muss.
- **Persistierend:** das persistierende Vorhofflimmern ist dadurch gekennzeichnet, dass es länger als 7 Tage anhält, aber durch therapeutische Intervention in einen normalen Rhythmus zurückfällt.
- **Lang anhaltendes persistierendes Vorhofflimmern:** wird bei bestehendem persistierendem Vorhofflimmern mit einer Dauer von mehr als 1 Jahr eine Rhythmuskontrolle begonnen, spricht man von lang anhaltendem persistierendem Vorhofflimmern.
- **Permanent:** der Patient toleriert die Anwesenheit der Arrhythmie. Eine Rhythmuskontrolle wird laut ESC-Guidelines in diesem Fall nicht durchgeführt.[18]

1.2.4 Klinik

Vorhofflimmern kann vom Patienten gänzlich unbemerkt bleiben - sogenanntes asymptomatisches Vorhofflimmern. Die Häufigkeit dieser asymptomatischen Perioden wird in der Literatur sehr unterschiedlich angegeben. Araya beschreibt eine Häufigkeit von bis zu 50%, was diese Form besonders gefährlich im Hinblick auf Embolien macht.[20]

Besonders Patienten mit paroxysmalem Vorhofflimmern klagen über Symptome, die mitunter so massiv sein können, dass sie die Lebensqualität der Betroffenen dramatisch einschränken. Herzklopfen und ein damit verbundenes Angstgefühl sind häufig. Weiters wird von Schwindel, Synkopen und Dyspnoe bei Tachyarrhythmie mit sinkendem Herzminutenvolumen, sowie von Polyurie durch eine vermehrte Ausschüttung des Hormons ANP (atriales natriuretisches Peptid) im Vorhof, und unregelmäßigem Puls mit Pulsdefizit berichtet.[19]

1.2.5 Komplikationen

Die Hauptkomplikation des Vorhofflimmern ist die periphere Embolie. Besonders dramatisch ist ein zerebrale Embolie mit der Folge eines Insultes. In industrialisierten Ländern sterben ca. 10% der Männer und 15% der Frauen an einem Schlaganfall. Als Todesursache steht der Insult nach Herzerkrankungen und Malignomen an dritter Stelle und ist Hauptursache für Langzeitpflegefälle. In ca. 15% sind Schlaganfälle mit Vorhofflimmern assoziiert.[21] Das Embolierisiko gilt bei herzgesunden Patienten mit idiopathischem paroxysmalem Vorhofflimmern, welches <24 h andauert, als gering. Großes Embolierisiko besteht hingegen bei permanentem Vorhofflimmern, ganz besonders dann, wenn noch zusätzliche Risikofaktoren hinzukommen.[19] Diese wären:

- Alter > 75 Jahre
- Früherer Insult oder TIA
- Diabetes mellitus
- Hypertonie
- Mitralstenose
- Herzklappenersatz
- Herzinsuffizienz mit reduzierter EF
- Systemische Thrombembolie in der Anamnese[19]

Mit Hilfe der CHADS2-Risikoklassifikation kann das Risiko für eine Hirnembolie errechnet werden. Für die im Folgenden genannten Risikofaktoren wird jeweils 1 Punkt, außer bei TIA oder Schlaganfall, hier sind es 2 Punkte, vergeben.[22]

- Kürzlich aufgetretene Verschlimmerung einer Herzinsuffizienz
- Hypertonie
- Alter > 75 Jahre

- Diabetes mellitus
- TIA oder Schlaganfall

CHADS2-Punkte	Schlaganfälle/1000 Patienten/Jahr
0	19
1	28
2	40
3	59
4	85
5	125
6	182

Tabelle 1.1: CHADS2-Risikoklassifikation[22]

1.2.6 Diagnostik

1.2.6.1 Anamnese

Gibt der Patient an, an Herzklopfen, Schwindelgefühl, Dyspnoe oder gar Synkopen zu leiden und tritt bei der klinischen Untersuchung auch noch ein Pulsdefizit zu Tage, muss in jedem Fall an die Möglichkeit einer Vorhofflimmerarrhythmie gedacht werden.

1.2.6.2 EKG

EKG-Kriterien für Vorhofflimmern sind Flimmerwellen und absolute Arrhythmie der Kammern. Flimmerwellen sind dadurch gekennzeichnet, dass sie eine ständig wechselnde Größe, Gestalt und Frequenz von über 300/min haben. Die Vorhofkontraktionen können nicht in geordneter, regelmäßiger Form auf die Kammern übertragen werden, was zu völlig unterschiedlichen RR-Abständen führt – der absoluten Arrhythmie.[23] Diese Kriterien sind beispielhaft in Abbildung 1.1. zu sehen.

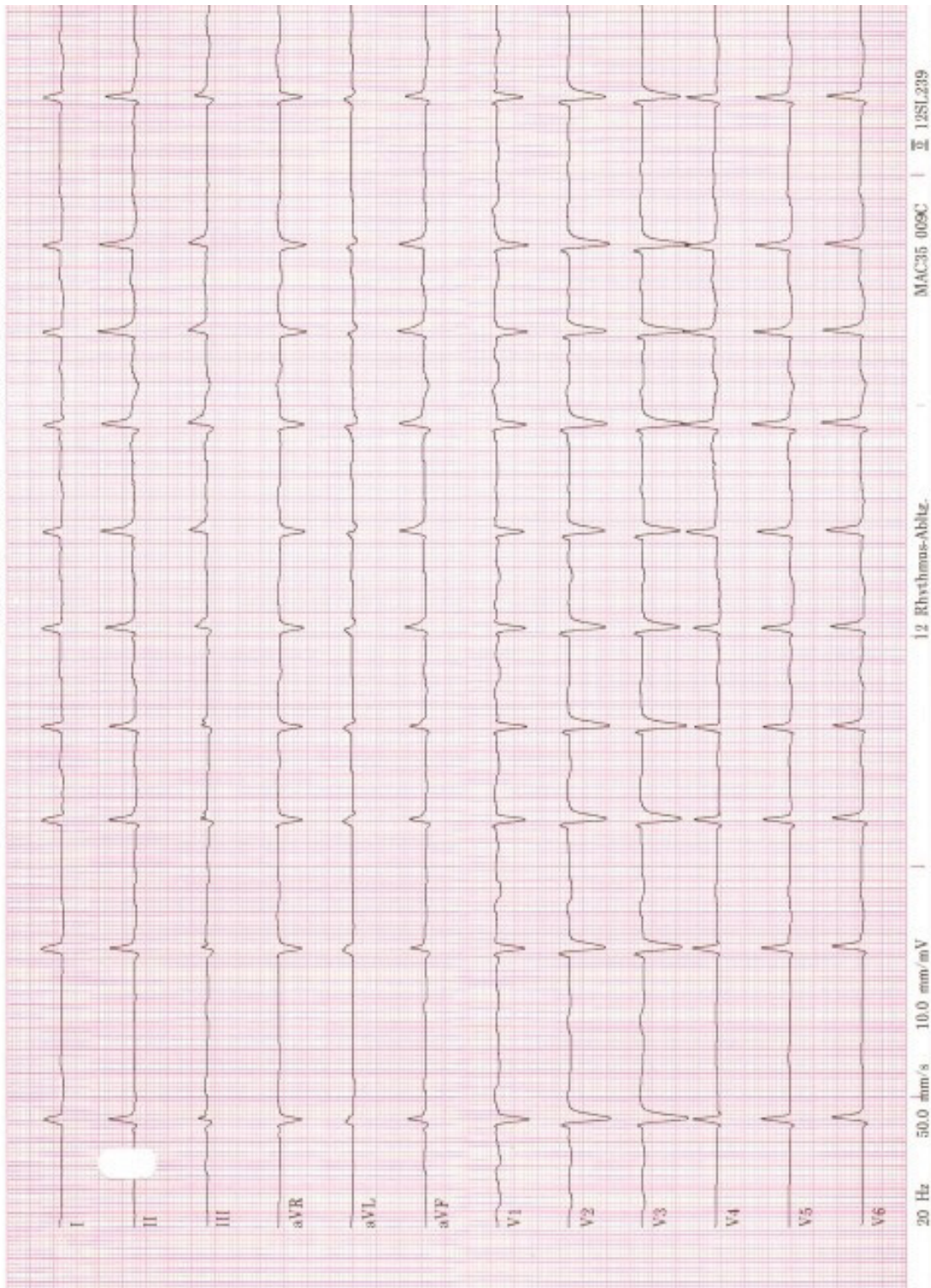


Abbildung 1.1: EKG Vorhoffimmern

1.2.6.3 Holter-EKG

Besonders bei paroxysmalem Vorhofflimmern ist die Wahrscheinlichkeit diese Arrhythmie mit Hilfe eines einfachen EKGs zu entdecken eher gering. Aus diesem Grund wird bei Verdacht auf Vorhofflimmern bei blandem EKG ein 24h-EKG geschrieben. Doch auch das Holter-EKG ist oft nicht in der Lage paroxysmales Vorhofflimmern aufzudecken.

1.2.6.4 Event-Recorder

Frederic Roche et. al. schreibt in einem Paper, dass oft die einzige Möglichkeit paroxysmalem Vorhofflimmern auf die Spur zu kommen und mehr darüber zu erfahren, eine längere Beobachtung und Aufzeichnung der elektrischen Herzaktivität ist.[24] Eine Option dies zu tun, stellt der Patienten-getriggerte-Event-Recorder dar. Dies ermöglicht eine Aufzeichnung der Herzaktion von bis zu einem Monat, welche vom Patienten gesteuert wird. Hat der Patient Symptome, so startet er die Aufzeichnung der Herzaktion. Diese Methode ist aber in zweierlei Hinsicht limitiert. Zum einen sind sehr viele Vorhofflimmerepisoden asymptomatisch und werden demnach nicht detektiert, zum anderen wurde gezeigt, dass 2/3 der Patienten, vor allem der älteren, selbst bei symptomatischen Episoden nur inkonsequent von der Aufzeichnungsmöglichkeit Gebrauch machen.[24]

1.2.6.5 Implantierbare Loop-Recorder

Dieses kleine Gerät wird in einem ambulanten Eingriff unter die Haut über dem Herzen eingesetzt und kann bis zu 2 Jahre dort belassen werden. In dieser Zeit werden die EKG-Daten telemetrisch abgenommen. Vorteil dieser Technologie ist, dass das Gerät selbst Arrhythmien erkennt und aufzeichnet. So können auch symptomlose Episoden aufgezeichnet werden. Da diese Methode aber minimal-invasiv ist, wird sie meist erst dann angewandt, wenn die anderen zu Verfügung stehenden Möglichkeiten keinen Erfolg gebracht haben.[25, 26]

1.2.7 Therapie

1.2.7.1 Orale Antikoagulation

Durch das erhöhte Embolierisiko muss in vielen Fällen bei Patienten mit Vorhofflimmern eine orale Antikoagulation eingeleitet werden. Ob ein Patient eine Antikoagulation benötigt, hängt davon ab, wie hoch sein Risiko eine Embolie zu entwickeln ist. Dies wird mit Hilfe des CHADS2-Scores eruiert (siehe oben). Patienten mit paroxysmalem Vorhofflimmern haben ein ähnlich hohes Risiko wie Patienten mit persistierendem oder permanentem Vorhofflimmern, weshalb beim Bestehen bestimmter Risikofaktoren unabhängig vom Vorhofflimmer-Typ eine Antikoagulation notwendig ist. Patienten, die jünger als 60 Jahre sind und keinen Hinweis auf eine kardiovaskuläre Erkrankung haben, haben ein sehr geringes Insult-Risiko von 1,3% in 15 Jahren. Mit jedem Risikofaktor, der hinzukommt, steigt das Risiko aber wieder. Für Patienten, die einen CHADS2-Score von ≥ 2 aufweisen, ist eine dauerhafte Antikoagulation mit Vitamin-K-Antagonisten empfohlen, die so dosiert werden soll, dass ein INR-Wert von 2,0-3,0 erreicht wird. Für Patienten mit einem CHADS2-Score von 0-1 können noch weitere Risikofaktoren hinzugezogen werden, die über die Einleitung einer Antikoagulation entscheiden (siehe Abbildung 1.2). [18]

1.2.7.2 Frequenzkontrolle

Tachyarrhythmia absoluta Arrhythmie und Tachykardie können Symptome wie Palpitationen, Dyspnoe, Müdigkeit und Schwindel auslösen. Eine gute Frequenzkontrolle kann einerseits die Symptome mildern oder beseitigen und andererseits das Herzminutenvolumen erhöhen, da der Ventrikel wieder genug Zeit hat sich ausreichend zu füllen.

Folgende Mittel stehen zur Auswahl:

- **Betablocker:** Betablocker können auch bei Herzinsuffizienz angewandt werden, sowie bei Tachyarrhythmie durch Hyperthyreose. Betablocker und Verapamil dürfen nicht kombiniert werden, da ein AV-Block entstehen kann.[19]
- **Verapamil:** Dieses Arzneimittel ist sehr wirksam zur Senkung der Kammerfrequenz, darf aber nur bei Patienten OHNE Herzinsuffizienz zur Anwendung kommen, da es

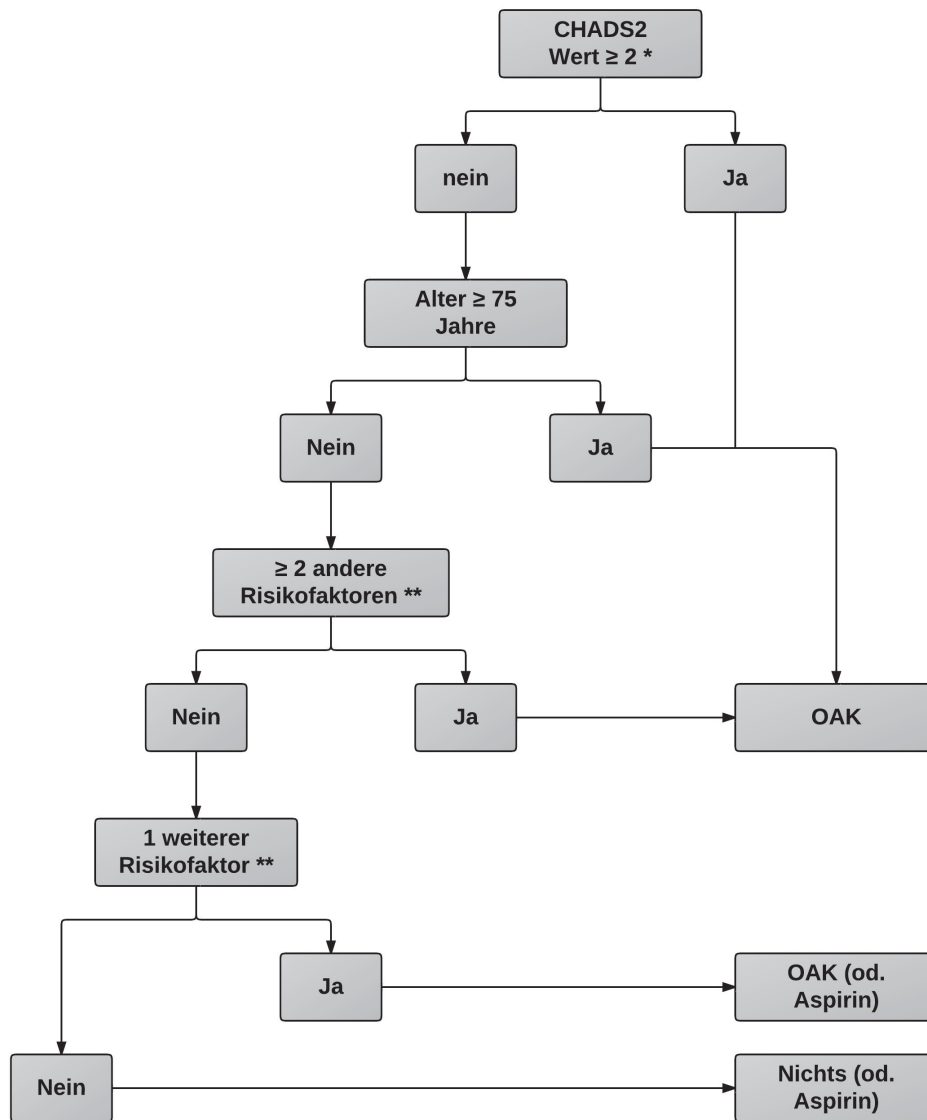


Abbildung 1.2: Orale Antikoagulation (modifiziert nach)[18], *Haupt-Risikofaktoren: Verschlimmerung einer HI, Hypertonie, Alter \leq 75 Jahre, Diabetes mellitus, Insult/TIA (2 Punkte) | **Andere klinisch relevante Neben-Risikofaktoren: Alter 65 - 74 Jahre, weibliches Geschlecht, Gefäßerkrankungen

negativ inotrop wirkt.[19, 18]

- **Digitalis:** Digitalis wirkt negativ dromotrop und sollte in Kombination mit Betablockern bei Patienten mit Herzinsuffizienz gegeben werden.[19]
- **Amiodaron:** Amiodaron gilt als sehr effektives Medikament zur Frequenzkontrolle und wird von Patienten mit zugrunde liegender Herzerkrankung gut toleriert. Allerdings muss man beachten, dass Amiodaron ernste Nebenwirkungen, wie Schilddrüsendysfunktion und Bradykardie auslösen kann.[18]

Wenn mit Hilfe der genannten Medikamente keine ausreichende Normalisierung der Herzfrequenz erreicht wird, kann als letzter Ausweg eine AV-Knoten Ablation mit gleichzeitiger VVI-Schrittmacherimplantation durchgeführt werden.[19]

Bradyarrhythmia absoluta: Dies wird meist von einer AV-Leitungsstörung ausgelöst und stellt eine Indikation zur Schrittmacherimplantation (VVI) dar. [19]

1.2.7.3 Rhythmuskontrolle

Sinn der Rhythmuskontrolle ist es, das Vorhofflimmern zu regularisieren, sprich, es wieder in einen Sinusrhythmus zu überführen. Voraussetzungen für einen Regularisierungsversuch:

- Vorhofflimmern besteht nicht länger als ca. 12 Monate (Orientierungswert)
- Linker Vorhof < 50mm Ø
- Therapierbare Ursache beseitigt (z.B. Hyperthyreose)
- Kein Vorliegen eines Sick-Sinus-Syndroms (vorher Schrittmacher legen!)
- Patienten mit kardialen Grunderkrankungen, insbes. Herzinsuffizienz, sollten stationär unter Monitorkontrolle regularisiert werden (Gefahr von proarrhythmischen Nebenwirkungen bei medikamentöser Regularisierung!). Serum-Kalium und QT-Zeit müssen normal sein.“[19]

Weiters ist Folgendes zu beachten:

- Da laut einer Studie 70% aller Vorhofflimmer-Rezidive asymptomatisch sind, wird auch nach einem Regularisierungsverfahren eine Antikoagulation empfohlen.[27] Um thrombembolischen Geschehen vorzubeugen, sollte für mindestens 4 Wochen nach dem Verfahren eine orale Antikoagulation durchgeführt werden.[18]
- Besteht das Vorhofflimmern erst seit < 48h, kann die Kardioversion umgehend unter i.v.-Gabe von UFH (Unfraktioniertes Heparin) und nachfolgender Behandlung mit NMH (Niedermolekulares Heparin) durchgeführt werden. Patienten mit einem oder mehreren Risikofaktoren für einen Insult (siehe CHADS2-Risikoklassifikation) sollten direkt nach dem Verfahren mit oraler Antikoagulation so eingestellt werden, dass sie einen INR-Wert zwischen 2 und 3 erreichen. Bis dies gewährleistet ist wird UFH oder NMH gegeben.[18]
- Sofern das Vorhofflimmern bereits länger als 48h besteht, muss mindestens für 4 Wochen eine suffiziente Antikoagulation nachgewiesen oder der Ausschluss von Thromben im linken Vorhof mittels transösophagealer Echokardiographie (TEE) gemacht werden.
- Besteht das Vorhofflimmern länger als 48h und die Patienten sind hämodynamisch instabil (z.B. nach Myokardinfarkt), wird nach Gabe von UFH oder NMH sofort eine Kardioversion durchgeführt. Danach benötigen diese Patienten orale Antikoagulation.[18]

Es gibt zwei Möglichkeiten der Kardioversion: die medikamentöse Kardioversion und die EKG-getriggerte Elektrokardioversion

Medikamentöse Kardioversion: Patienten OHNE kardiale Grunderkrankung können mit einem Antiarrhythmikum der Klasse 1 behandelt werden (z.B. Flecainid oder Propafenon)[19]

- **Flecainid:** Nach i.v.-Applikation von Flecainid haben die meisten Patienten innerhalb einer Stunde wieder einen Sinusrhythmus. Diese Substanz wird meist dann gegeben, wenn das Vorhofflimmern kürzer als 24h besteht.[18]
- **Propafenon:** Nach i.v.-Applikation kann mit Propafenon eine Konversionsrate von 41-91% erreicht werden. Der Übergang in einen Sinusrhythmus findet innerhalb weniger

Stunden statt. Bei persistierendem Vorhofflimmern ist Propafenon weniger geeignet.[18]

Bei Patienten MIT kardialer Grunderkrankung kann als wirksamste Substanz **Amiodaron** eingesetzt werden. Dies sollte allerdings aufgrund des erhöhten Risikos unter stationärer Kontrolle erfolgen.[19] Der Übergang in einen Sinusrhythmus findet mit Amiodaron einige Stunden später statt als mit Flecainid und Propafenon. Nach ca. 24 Stunden kann mit einer Konversionsrate von 80-90% gerechnet werden.[18]

EKG-getriggerte Elektrokardioversion: Ist der Patient bei Bewusstsein, sollte vor dem Verfahren eine Kurznarkose eingeleitet werden. Mit einer initialen externen Energiedosis von 200J, die R-Zacken-getriggert abgegeben wird, wird nun versucht, einen normalen Herzrhythmus herzustellen. Auch hier muss auf einen normalen Kalium-Spiegel geachtet werden. Da die Rezidivrate mit 30% nach einer Woche und bis zu 75% nach einem Jahr sehr hoch ist, werden als Rezidivprophylaxe Antiarrhythmika, und um das Embolierisiko zu reduzieren Antikoagulantien eingesetzt.[19]

1.2.7.4 Katheterablationsverfahren

Sinn dieses Eingriffs ist es, im Rahmen einer Katheteruntersuchung die ektopen uni- multifokalen Impulsbildungszentren in den Pulmonalvenen zu „veröden“. Patienten, die auf zumindest 1-2 Antiarrhythmika nicht die gewünschte Besserung gezeigt haben oder die Therapie nicht vertragen haben, können sehr von der Katheterablation profitieren. Es konnte gezeigt werden, dass Katheterablation bei Vorhofflimmer-Patienten im Bezug auf Erhaltung des Sinusrhythmus, Besserung der Symptome, Leistungsfähigkeit und Lebensqualität der medikamentösen Therapie mit Antiarrhythmika überlegen ist. Aber natürlich ist dieses Verfahren auch mit Komplikationen verbunden. Als Häufigste wären Pulmonalvenenstenose, Perikarderguss, zerebrale und periphere Embolien zu nennen.[28]

1.2.8 Prognose

Vorhofflimmern ist unabhängig von anderen Risikofaktoren mit einem Anstieg von Todesfällen assoziiert. Patienten mit Vorhofflimmern weisen eine 1.5-1.9fach erhöhte Mortalität

auf.[29] Bei Patienten zwischen 40 und 50 Jahren liegt die Prävalenz bei $<0.5\%$. Diese steigt mit dem Alter der Patienten drastisch. Die Prävalenz bei 80-jährigen Menschen ist schon zwischen 5 und 15% angesiedelt.[18] Wie schon weiter oben beschrieben, ist die größte und am meisten gefürchtete Komplikation der Insult. Schätzungen ergeben, dass ca. jeder 5. Insult durch Vorhofflimmern ausgelöst wird. Man geht davon aus, dass Vorhofflimmern auch für viele der sogenannten kryptogenen Insulte, also Insulte, für die man den Auslöser nicht kennt, Ursache sein könnte. Somit könnte die Zahl der mit Vorhofflimmern assoziierten Schlaganfälle noch höher liegen als angenommen.[18] Es hat sich gezeigt, dass Schlaganfälle, die durch Vorhofflimmern ausgelöst werden, oft schwerer und dramatischer verlaufen als solche, die aus einem anderen Grund entstehen. Durch schwere Schlaganfälle werden die Patienten häufig zu Langzeitpflegefällen, was eine große Belastung für die Patienten und ihr Umfeld darstellt. Aber auch andere thrombembolische Geschehen können durch Vorhofflimmern ausgelöst werden. Das Embolierisiko kann bei herzgesunden Patienten mit idiopathischem paroxysmalem Vorhofflimmern, welches <24 h andauert, als gering angenommen werden. Großes Embolierisiko besteht besonders bei Patienten, die permanentes Vorhofflimmern haben und zusätzliche Risikofaktoren aufweisen.[19] Weiters hat sich gezeigt, dass sich bei Patienten mit Herzinsuffizienz die Hospitalisierungsrate erhöht.[18] Patienten, die an Vorhofflimmern leiden, klagen oft über eine verminderte Lebensqualität. Dies kommt einerseits durch die verminderte Leistungsfähigkeit, und andererseits durch möglicherweise vorhandene Symptome zustande.

2 Methode und Material

2.1 Studienprotokoll

Ziel der Studie war es zu testen, ob Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz in der Lage sind, täglich neben ihren Vitalparametern Blutdruck, Gewicht und Puls auch ein 1-Kanal-EKG zu übertragen.

Die Studie wurde nicht randomisiert, monozentrisch durchgeführt.

2.1.1 Patientenauswahl

2.1.1.1 Einschlusskriterien

- Patient ist älter als 18 Jahre und jünger als 75 Jahre
- Vorliegen einer Herzinsuffizienz
- Patient ist mit der Art des Monitorings einverstanden und sieht sich in der Lage, das eT zu bedienen
- Schriftlich gegebene Einverständniserklärung
- Während der Einschlussuntersuchung Vorhandensein eines Sinusrhythmus

2.1.1.2 Ausschlusskriterien

- Geplante Revaskularisation jeglicher Art in den nächsten 7 Tagen
- Geplante Operation eines Vitium Cordis in den nächsten 7 Tagen
- Vorausgegangene oder geplante Herztransplantation
- Akute Myokarditis

- Sehschwäche, die ein Ablesen eines Handy-Displays unmöglich macht oder die Bedienung des Handys erschwert
- Tremor jeglicher Art (Mb. Parkinson oder ähnliches)

2.1.2 Studienziele

2.1.2.1 Primäres Studienziel

Evaluierung der Einsetzbarkeit und der Benutzbarkeit eines mobilfunkbasierten eT-eHealth Terminals für die multimodale Datenerfassung zur telemedizinischen Überwachung von Patienten mit Herzinsuffizienz in der klinischen Versorgung.

- Objektive Bewertungsparameter
- Usability – Anzahl der PatientInnen, die verwendbare EKGs übertragen können

2.1.2.2 Sekundäres Studienziel

Herausfinden der optimalen Konfiguration/Optimierung der Anordnung, um mittels zusätzlich aufgezeichnetem EKG eine verbesserte Diagnose von Herzrhythmusstörungen (insbesondere von Vorhofflimmern) zu ermöglichen.

- Objektive Bewertungsparameter
- Nötige Dauer der EKG-Aufzeichnung
- Signalqualität
- Erkennungsrate relevanter EKG Parameter (insbesondere QRS-Komplexe und P-Wellen)

2.1.3 Therapieplan

Patienten, die im Zuge eines regulären Ambulanzbesuches an der MEDUNI Graz vorstellig wurden, wurden gefragt, ob sie an der Studie interessiert sind und daran teilnehmen wollen.

Nachdem eine schriftliche Einwilligung gegeben wurde und der Patient entsprechend den Ein- und Ausschlusskriterien für die Studie in Frage kam, wurde der Proband zusätzlich zur Standardbehandlung mit einem Telemonitoring-System ausgerüstet. Der Patient übertrug lt. Protokoll zweimal täglich seine Vitalparameter und ein EKG, das dem Arzt via Web-Plattform zur Einsicht zur Verfügung stand. Der Review der Daten erfolgte täglich durch den Studienarzt. Bei erkannter Abweichung der Vitalparameter wäre der Patient telefonisch kontaktiert worden, um entsprechende Maßnahmen einzuleiten. Dies war aber im Laufe dieser Studie nicht notwendig. Nach einer Woche erfolgte eine Abschlussuntersuchung. Die Studie wurde von der lokalen Ethikkommission genehmigt.

2.2 Ablauf der Studie

2.2.1 Telemonitoring

Der Patient wurde aufgefordert, täglich 2 x seine Gesundheitsparameter zu erfassen, welche automatisch an die Monitoring-Zentrale übertragen werden. Der Studienarzt wird aufgefordert, regelmäßig die gesendeten Daten zu beurteilen und bei erkanntem Problemverdacht den Patienten telefonisch zu kontaktieren.

Schritte	Schritte der Datenerfassung
1	Berühren der Identifikations-Karte
2	Anlegen der Blutdruckmanschette und Berühren des Sensors
3	Berühren der Elektroden
4	Auf die Waage steigen und Berühren der NFC-Schnittstelle
5	Berühren von einem der 3 Symbole zur Bestätigung der Medikamenteneinnahme
6	Berühren eines von 3 Smileys zur Angabe des Befindens

Tabelle 2.1: Schritte zur Datenerfassung[30]



Abbildung 2.1: NFC-fähiges Mobiltelefon[30]



Abbildung 2.2: Symbolkarte

2.2.2 Unterschiedliche Messanordnung

Die Aufzeichnung der EKGs erfolgte, indem die Elektroden entweder auf die nackte Brust aufgesetzt, oder mit den Fingerspitzen berührt wurden. Um einen standardisierten Ablauf zu gewährleisten wurden die Patienten gebeten, in der Früh die Elektroden auf die Brust aufzusetzen und am Abend mit den Fingerspitzen zu berühren.

2.2.3 Auswertung

Es wurde evaluiert, wie viele Patienten in der Lage waren, EKGs in ausreichender Qualität zu übertragen. Dazu wurden alle übertragenen EKGs zufällig und anonymisiert von 3 Experten - Univ.-Prof. Dr. Friedrich Fruhwald, Ass.-Prof.Priv.-Doz. Dr. Daniel Scherr und DI. Dr.



Abbildung 2.3: Modifiziertes Blutdruckmessgerät, gelbe Pfeile kennzeichnen die Elektroden[30]

Dieter Hayn - in Bezug auf ihre Qualität bewertet, und zwar in folgenden Kategorien:

- Sehr gute Signalqualität – QRS-Komplexe und auch P-Wellen erkennbar (ventrikuläre und atriale Rhythmuskontrolle möglich)
- Mittlere Signalqualität – QRS-Komplexe erkennbar (ventrikuläre Rhythmuskontrolle möglich)
- Schlechte Signalqualität – Keine medizinischen Aussagen möglich

2.2.4 Vorzeitiges Ausscheiden von Patienten aus der Studie

Folgende Kriterien führten zu einem vorzeitigen Ausscheiden aus der Studie:

- Tod
- Abbruch durch den Patienten

- Abbruch durch den Studienarzt

Nach einem vorzeitigen Ausscheiden wurde der Patient dem Standard-Therapieplan entsprechend weiter versorgt.

2.3 Studienmaterial

2.3.1 Mobiltelefon

Mit Hilfe eines NFC (Near Field Communication)-fähigen Mobiltelefons (Nokia 6212 Classic, Nokia, Espoo, Finland) können die Messwerte von den Patienten selbständig erfasst werden (siehe Abb. 2.1). Am Mobiltelefon läuft dazu ein von AIT entwickeltes Programm, das bei Berührung mit der Identifikationskarte des Patienten automatisch gestartet wird. Anschließend wird das Messgerät berührt (Blutdruckmessgerät/Waage), die Messung wird gestartet und die Messwerte werden an das Mobiltelefon übertragen. Nach dem Einlesen werden die Messwerte am Mobiltelefon dargestellt, die Übertragung der Messwerte an die Datenzentrale erfolgt automatisch. Der Patient muss während des gesamten Prozesses keine einzige Taste drücken.

2.3.2 RFID-Symbolkarte

Die RFID (radio-frequency-identification) Symbolkarte (siehe Abb. 2.2) ermöglicht es dem Patienten, spezifische Parameter durch Berührung einzugeben. Dazu werden graphische Symbole mit RFID-Tags hinterlegt – beim Berühren des Symbols wird dann der hinterlegte Tag ausgelesen. Folgende Symbole konnten verwendet werden:

- Quantifizierung des eingenommenen Medikaments: gleiche Dosierung, mehr, weniger, nicht eingenommen
- Quantifizierung des Wohlbefindens: gut, mittelmäßig, schlecht
- Personalisierung der RFID-Symbolkarte (Platz für manuelle Beschriftung, Aufkleben)

eines Passfotos,...

2.3.3 NFC-Körperwaage

Zur einfachen Erfassung des gemessenen Körpergewichts wurde die Personenwaage UC-321 PBT von A&D durch eine extern angebrachte NFC Box erweitert. Diese Modifikation erlaubt eine drahtlose Übertragung des zuletzt gemessenen Gewichtswertes an ein NFC-fähiges Mobiltelefon.

2.3.4 Kombiniertes NFC Blutdruck-/EKG-Messgerät

Ein kommerzielles Blutdruckmessgerät (Typ UA-767 Plus BT) wurde im vorliegenden Projekt um die Möglichkeit der EKG-Aufzeichnung – parallel zur Blutdruckmessung – erweitert (siehe Abb. 2.3). Durch Berühren des modifizierten Blutdruckmessgerätes mit dem Mobiltelefon wird automatisch sowohl die Blutdruckmessung, als auch die Aufzeichnung des EKGs gestartet.

2.3.5 AIT Telemedizin-Plattform

Die AIT Telemedizin-Plattform erlaubt es dem Studienarzt, über das Internet auf die Studiendaten und die übertragenen Telemonitoring Daten der Patienten zuzugreifen. Die Darstellung der Daten erfolgt in textueller und in graphischer Form. Des Weiteren unterstützt die Plattform den Studienarzt im Therapiemanagement (Dokumentation, Arztbrief,...). Die Plattform besteht aus einem WEB-Server (Zope 2.7.4) und einem professionellen Datenbanksystem (PostgreSQL in der Version 8.1.3) und ist, mit Ausnahme einer wöchentlichen Wartungszeit von maximal zwei Stunden (jeweils Freitag von 16:00 – 18:00, wobei alle Benutzer vorher informiert werden), sieben Tage pro Woche rund um die Uhr erreichbar.

3 Ergebnisse

3.1 Patientencharakteristika

In einem Zeitraum von 10 Wochen nahmen insgesamt 21 Patienten mit chronischer Herzinsuffizienz an der oben beschriebenen Studie teil. Das mittlere Alter betrug 54,1 Jahre (\pm 14,7 Jahre). Der mittlere Herzinsuffizienz-Schweregrad aller Patienten war NYHA II. 9 Patienten hatte zusätzlich Bluthochdruck, 8 Patienten bekannte Arrhythmien, und 6 Patienten hatten eine diagnostizierte koronare Herzkrankheit oder einen Herzinfarkt. 3 Patienten hatten bereits einen Schlaganfall erlitten und 2 Patienten gaben an, an Diabetes mellitus oder COPD zu leiden.[30]

Parameter	Total	Mittelwert (SD)
Patienten (weiblich) [n]	21 (4)	
Alter [Jahre]		54,1 (14,7)
Patienten in NYHA-Klassen (I/II/III/IV) [n]	9 / 7 / 5 / 0	
Studienabbrecher (weibl.) [n]	1 (1)	
Patienten mit mindestens einer Datenübertragung pro Tag [n]	18	
		MW (SD)/Pat.
Kumulative Monitoring-Dauer [Tage]	140	
Übertragung von Datensätzen [n]	211	10,6 (3,8)
Compliance* [%]	82	
Übertragung von Datensätzen der Untergruppe mit 18 Patienten** [n]	209	11,6 (2,1)
Compliance* [%]	89	
Anzahl der Datensätze [n]	1501	
EKG-Signale [n]	211	10,6 (3,8)
Blutdruck [n]	198	9,9 (3,8)
Gewicht [n]	211	10,6 (3,8)
Befinden		
gut [n]	161	8,1 (4,1)
mittel [n]	46	2,3 (3,2)
schlecht [n]	4	0,2 (0,5)
Medikamente [n]	673	33,7 (15,3)

Tabelle 3.1: Patientencharakteristika[30],*Berechnung: Anzahl der übertragenen Datensätze/Anzahl der geplanten Übertragungen, **diese Patienten übertrugen zumindest 1x täglich 1 Woche lang ihre Daten wie vorgesehen

3.2 Datensätze

41 Datensätze wurden bereits im Krankenhaus während der Geräteeinschulung erfasst. Von zu Hause übertrugen die Patienten selbstständig insgesamt 211 Datensätze. Die einzige Person, die die Studie abgebrochen hat, war eine Patientin, die nie mit der Erfassung von Datensätzen begonnen hat. 2 Patienten haben nur einen einzigen Datensatz übertragen, da es technische Probleme gab (schwache Batterien und kaputte Waagen). Alle aktiven Patienten (N=20) zusammen kamen auf eine Monitoring-Dauer von 140 Tagen. Die vorgesehenen 13 Datensätze (1 Datensatz am Abend des Einschulungstages und je 2 Datensätze an den 6 folgenden Tagen) pro Person wurden von 82,2 % der Probanden erbracht. Die Untergruppe der 18 Patienten ohne technische Probleme erbrachten 89,3 % der vorgesehenen Datensätze.[30]

Die 211 erbrachten Datensätze enthielten 211 EKGs mit einer mittleren Dauer von $40,2 \pm 17,9$ Sekunden, 211 Gewichtsangaben, 211 Daten das Befinden der Patienten betreffend (161 x gut, 46 x mittel und 4 x schlecht), und 198 Blutdruckwerte (in 13 Fällen konnte der Blutdruck nicht ermittelt werden, da die Blutdruckmanschette nicht korrekt angelegt wurde). Abhängig von der jeweiligen Therapie, wurden zwischen 1 und 4 Medikamente pro Patient dokumentiert.[30]

3.3 EKG-Messung

Wie weiter oben beschrieben, wurden die EKG-Signalen von 3 Experten hinsichtlich Qualität in 3 Kategorien eingeteilt. Hohe Signalqualität bedeutete, dass eine Beurteilung des atrialen Rhythmus möglich war, mittlere Signalqualität, dass der ventrikuläre Rhythmus beurteilbar war, und unbrauchbar, dass keine Rhythmusbeurteilung möglich war. 131 von 211 EKGs wurden von den 3 Experten einstimmig in die gleiche Kategorie eingestuft. In 78 Fällen waren 2 Experten der gleichen Meinung. Von diesen 78 EKGs wurden 76 eine Kategorie anders und 2 EKGs zwei Kategorien anders eingestuft. In 2 Fällen waren sich alle 3 Experten uneinig.

117 der 211 EKGs wurden zumindest in die Kategorie „mittlere Signalqualität“ eingestuft (55,4% aller EKGs), 26 EKG-Signale dieser 117 zeigten eine „hohe Signalqualität“ (12,3%

aller EKGs).

105 EKG-Signale entstanden durch Berühren der Elektroden mit den Fingerspitzen, 106 EKGs durch Aufsetzen der Elektroden auf die Brust. Die Signalqualität betreffend zeigten sich keine signifikanten Unterschiede.[30]

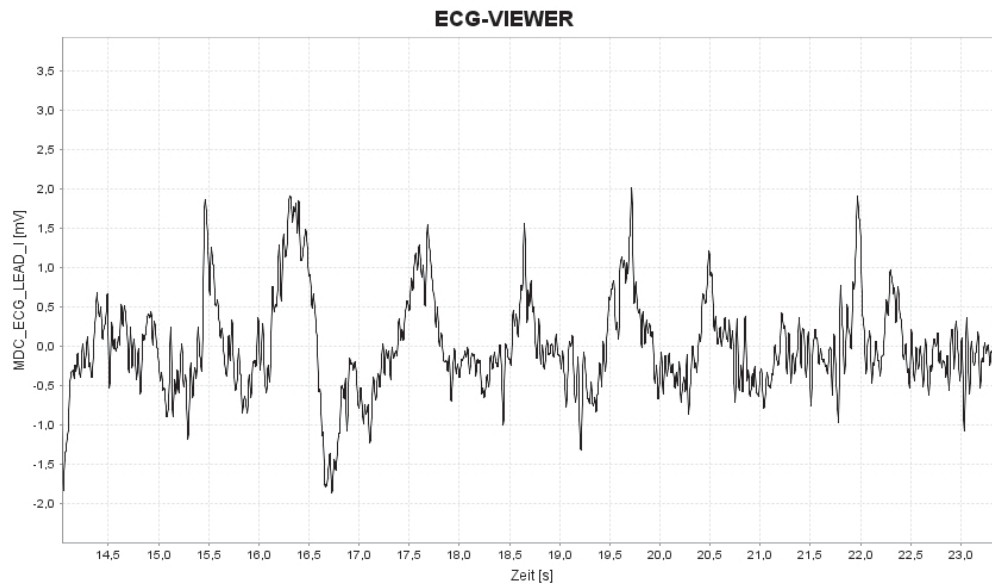


Abbildung 3.1: EKG 2 Experten einer Meinung (1x ventrikulärer Rhythmus beurteilbar, 2x unbrauchbar)

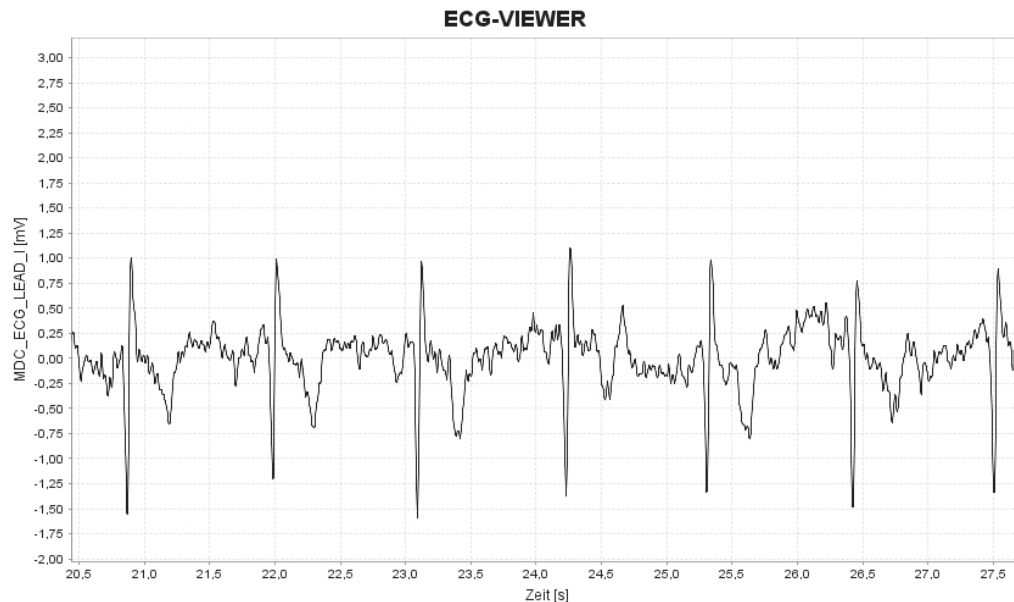


Abbildung 3.2: Ventrikulärer Rhythmus beurteilbar (3 Experten einer Meinung)

Analysen der EKGs der Untergruppe von 18 Patienten, die zumindest 1 x täglich für 7 Tage ihre Datensätze übertragen haben, zeigten, dass mehr als 16 dieser Patienten in der Lage waren EKG-Signale zu erzeugen, von denen zumindest 33% eine mittlere Signalqualität hatten.

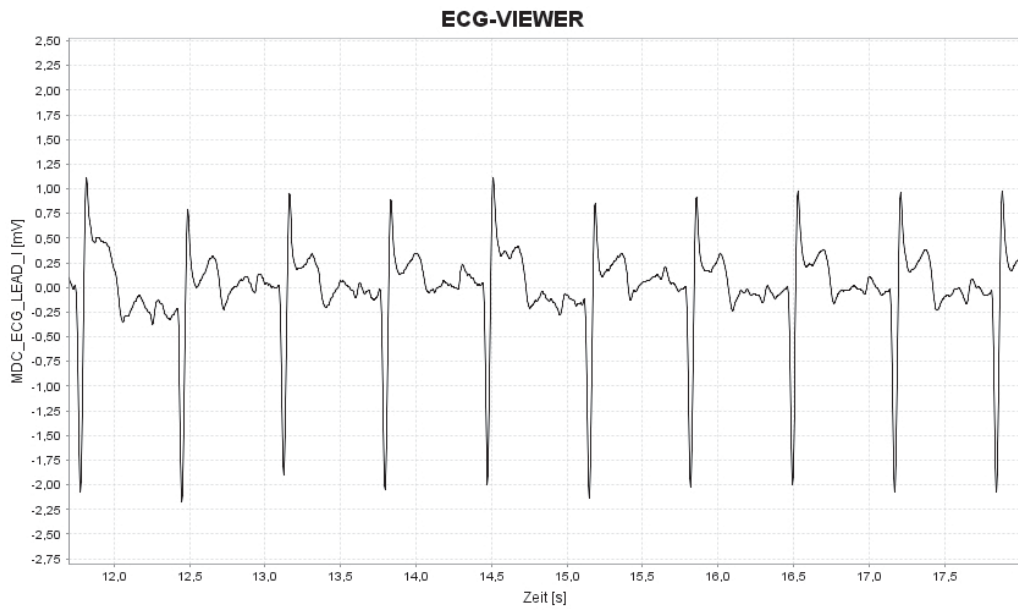


Abbildung 3.3: Atrialer Rhythmus beurteilbar (3 Experten einer Meinung)

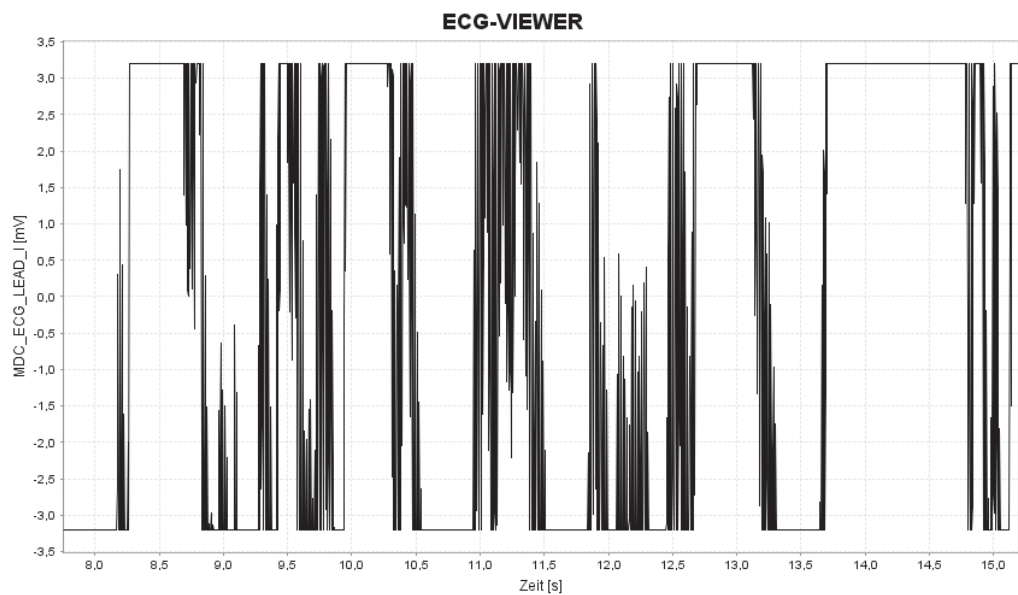


Abbildung 3.4: Unbrauchbar übersteuert (3 Experten einer Meinung)

6 Patienten konnten EKG-Signale erzeugen, von denen zumindest 66% eine mittlere Signalqualität aufwiesen. 3 Patienten schickten EKGs, von denen mehr als 33% in die Kategorie „hohe Signalqualität“ fielen.[30]

3.4 Fragebogen

Alle 20 Patienten brachten einen komplett ausgefüllten Fragebogen zurück.

Auf die Praxistauglichkeit des Systems wurde in dieser Studie großen Wert gelegt. Im ersten Teil des Fragebogens wollten wir wissen, wie viele Patienten ein Mobiltelefon besitzen und somit den Umgang damit gewöhnt sind und wie viele Patienten auch schon Erfahrungen mit mobilen Web-Anwendungen haben. Fast alle Patienten waren im Besitz eines Handys aber nur 2 Patienten hatten bereits mobile Web-Anwendungen verwendet. Dies ist deshalb interessant, da uns die nachfolgende Bewertung des Systems durch die Patienten zeigt, ob es notwendig ist, bereits Vorkenntnisse zu besitzen oder nicht.

A Allgemeine Fragen	Beurteilung	
Besitzen Sie ein Mobiltelefon?	Ja: 19	Nein: 1
Haben Sie bereits mobile Web Anwendungen verwendet?	Ja: 2	Nein: 18
Wieviel Geld geben Sie pro Monat für Ihre Gesundheit aus? 5-10 € / 10-20 € / 20-30 € / 30-40 € / > 40 € / k.A.	1 / 3 / 5 /	
	3 / 7 / 1	

Tabelle 3.2: Fragebogen, Teil A

Der zweite Teil des Fragebogens bezog sich auf die Eigenschaften des Systems. Hier war es uns wichtig einen Hinweis darauf zu bekommen, wie die Patienten dieses System sehen: ist es verwirrend oder übersichtlich, unverständlich oder verständlich, herkömmlich oder neuartig, etc. Es wurden Benotungen zwischen 1 und 7 gegeben, wobei 7 die beste Note darstellte. Die nachfolgende Übersicht zeigt, dass die Patienten das System sehr positiv bewertet haben.

B Systemeigenschaften (1-7, je höher, desto besser)	Mittel- werte	SD
Verwirrend/übersichtlich	5,7	1,59
Schwer zu lernen/leicht zu lernen	6,5	0,94
Unverständlich/verständlich	6,7	0,59
Herkömmlich/neuartig	6,2	1,35
Phantasielos/kreativ	6,3	0,97
Konservativ/innovativ	6,2	1,13
Konventionell/originell	6,3	0,73
Einschläfernd/aktivierend	6,1	1
Langweilig/spannend	6,0	1
Minderwertig/wertvoll	6,4	0,75
Uninteressant/interessant	6,3	0,98
Behindernd/unterstützend	6,3	0,98
Nicht erwartungskonform/erwartungskonform	6,1	1,02
Unberechenbar/berechenbar	6,1	1,1
Unsicher/sicher	5,7	1,5
Ineffizient/effizient	5,9	1,16
Langsam/schnell	5,9	1,18
Überladen/aufgeräumt	6,1	1,05
Unpragmatisch/pragmatisch	5,5	1,5

Tabelle 3.3: Fragebogen, Teil B

Teil C des Fragebogens bezog sich auf die Bedienbarkeit der Geräte. Wir wollten wissen, ob die Anzeige am Studien-Handy gut lesbar war, ob die Sprachanweisung verständlich und

hilfreich war und ob es beim Erfassen der Daten Schwierigkeiten gab. Weiters war interessant, ob es im Bezug auf die EKG-Messung Probleme gab und ob die Anzeige der Signalqualität den Patienten eine Hilfe war.

C Fragen zur Bedienbarkeit der Geräte	Beurteilung	
Konnten Sie die Anzeige am Studien-Handy gut lesen?	Ja: 20	Nein: 0
Waren die Sprachanweisungen gut verständlich?	Ja: 20	Nein: 0
Waren die Sprachanweisungen hilfreich?	Ja: 19	Nein: 1
Hatten Sie Probleme beim Einsammeln der Daten mit dem Handy?	Ja: 6	Nein: 14
Hatten Sie Probleme beim Messen Ihres EKGs?	Ja: 9	Nein: 11
War die Anzeige der Signalqualität während der EKG-Messung hilfreich?	Ja: 18	Nein: 2
Wie lange benötigten Sie im Durchschnitt zur Eingabe? (min)	3,9	2,3

Tabelle 3.4: Fragebogen, Teil C

Für uns war auch von Interesse, wie sinnvoll die Patienten das System fanden. Empfanden sie es als gute Idee, waren sie so zufrieden damit, dass sie es anderen Patienten weiterempfehlen würden und würden sie es selbst gerne weiterverwenden? Wären sie auch bereit - sofern technisch möglich - ihr eigenes Mobiltelefon für dieses Service zu nutzen und wären sie auch bereit Geld dafür auszugeben? Diese und mehr Fragen sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

D Fragen zum Nutzen des Systems	Beurteilung	
Finden Sie, dass dieses Service generell eine gute Idee ist? (1 = sehr gut – 5 = sehr schlecht)	Mittelwert=1,2	SD = 0,4
Würden Sie dieses Service anderen Patienten weiterempfehlen?	Ja: 20	Nein: 0
Würden Sie Ihr eigenes Handy für die Übermittlung von Gesundheitsdaten verwenden (vorausgesetzt es ist technisch möglich)?	Ja: 20	Nein: 0
Würden Sie dieses Service gerne weiter verwenden?	Ja: 10	Nein: 10
Wenn ja, würden Sie dieses Service auch verwenden, wenn es nicht kostenlos wäre?	Ja: 7	Nein: 13
Wenn ja, wieviel wären Sie bereit im Monat dafür auszugeben?	3x 10€, 3x 20€, 1x 30€	
Haben sie mit anderen Leuten über das System gesprochen?	Ja: 11	Nein: 9
Haben Sie mit Ihrem Hausarzt über das System gesprochen?	Ja: 1	Nein: 19
Wenn ja, wie ist seine Meinung dazu?	interessiert	

Tabelle 3.5: Fragebogen, Teil D

Der letzte Teil des Fragebogens gab den Patienten die Möglichkeit, weitere Rückmeldung zu liefern. Nur 4 Patienten haben davon Gebrauch gemacht.

Weitere Kommentare
Nach der Datenübertragung wäre eine Rückmeldung sinnvoll.
Eine Erinnerungsfunktion wäre hilfreich.
Es wäre gut, wenn man die Sprachanweisung abschalten könnte.
Konnte die Qualität des EKG-Signals nicht interpretieren.

Tabelle 3.6: Fragebogen, Teil E

4 Diskussion

Ziel der Studie war es zu erfahren, wie benutzerfreundlich das Telemonitoring-System ist, und die technische Machbarkeit zu evaluieren. Die hohe Compliance der Patienten spricht für eine hohe Praxistauglichkeit des Systems.

4.1 Praxistauglichkeit

Ein System zur ambulanten Nachsorge von Patienten kann noch so gut sein, wenn die Patienten damit nicht umgehen können, weil es sich als zu schwierig oder kompliziert erweist, hat es keinen Nutzen. Deshalb war es uns sehr wichtig zu sehen und zu erfragen, wie es den Studienteilnehmern mit dem oben beschriebenen Telemonitoring-System ergangen ist. Bei der Studie ging es in erster Linie um die Erprobung des neu entwickelten Blutdruckmessgeräts mit integriertem EKG-Gerät. Rückschlüsse auf die Praxistauglichkeit des Systems konnten nun gezogen werden, indem geschaut wurde, wie viele Patienten in der Lage waren, die Daten - insbesondere die EKGs - wie vorgesehen zu senden. Andererseits wurde von den Patienten am Ende der Woche, die sie die Geräte zu Hause hatten, ein Fragebogen ausgefüllt, der genau darauf abzielt zu sehen, wie benutzerfreundlich das System ist.

4.1.1 Signalqualität

Die Signalqualität betreffend hat sich gezeigt, dass es sehr auf die Person ankommt, die das Signal überträgt. Manche schaffen es anscheinend besser, andere nicht so gut. 16 Patienten konnten in ca. 1/3 der Fälle EKGs aufzeichnen, die zumindest eine ventrikuläre Rhythmusbeurteilung zuließen. Unter diesen 16 Patienten waren 6, die in 2/3 der Fälle ein EKG in mittlerer Signalqualität zu Stande brachten. Nur 3 Patienten schafften in ca. 1/3 der Fälle EKGs, bei denen sowohl der ventrikuläre, als auch der atriale Rhythmus beurteilbar waren. Nur ca. 12% (26 von 211 EKGs) aller EKGs waren von der Signalqualität ausreichend, um bei Patienten ein Vorhofflimmern beweisen zu können. Allerdings muss hier angemerkt

werden, dass auch der bloße ventrikuläre Rhythmus ausreicht, um eine absolute Arrhythmie erkennen und so ein Vorhofflimmern vermuten zu können. Dies wiederum könnte den Arzt dazu veranlassen, die betroffenen Patienten weiter abzuklären. Um den EKG-Streifen wirklich sinnvoll in der täglichen Routine und zur Detektion von Vorhofflimmern einsetzen zu können, müsste die Signalqualität noch verbessert werden. Dies könnte durch folgende Maßnahmen realisiert werden:

- Längere Aufzeichnungsdauer: Die mittlere Aufzeichnungsdauer betrug ca. 40 Sekunden. Wäre die Aufzeichnungszeit länger, hätten die Patienten mehr Zeit, um den Elektrodenkontakt so zu optimieren, dass der Zeiger, welcher die Signalqualität (rot = schlecht, grün = gut) anzeigt, sich länger im grünen Bereich befindet. So könnten zumindest Teile des EKGs eine bessere Signalqualität aufweisen.
- Eine weitere Möglichkeit bestünde darin, mit der EKG-Aufzeichnung so lange fortzufahren, bis die Signalqualität für eine bestimmte Zeit gut genug war. Damit der Patient dann nicht stundenlang vor dem Gerät sitzt, müsste es natürlich eine obere zeitliche Grenze geben, die ich mit 2 Minuten ansetzen würde.
- Möglicherweise könnte auch ein optisches Signal helfen, welches beim optimalen Druck auf die Elektroden aufleuchtet und so dem Patienten zeigt, wann der Elektrodenkontakt ausreicht, um eine gute Signalqualität zu erzielen.

Wie weiter oben beschrieben, erfolgte die Aufzeichnung der EKGs, indem die Elektroden entweder auf die nackte Brust aufgesetzt, oder mit den Fingerspitzen berührt wurden. Wir wollten sehen, ob dies einen Einfluss auf die Signalqualität hat. Wir hatten vermutet, dass möglicherweise die Variante, bei der auf der Brust gemessen wird, qualitativ höherwertige EKGs liefert, da das leichte, muskuläre Zittern der Hände wegfällt. Allerdings konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

4.1.2 Fragebogen

Im Nachfolgenden gehe ich exemplarisch auf einzelne Teile des Fragebogens ein, die mir als sehr wichtig erscheinen.

Es wurde sehr großen Wert darauf gelegt, die einzelnen Schritte der Datenerfassung so übersichtlich wie nur möglich zu gestalten. Dies wurde insofern realisiert, als einfache, klare und kurze Anweisungen der einzelnen Schritte am Display des Handys zu lesen waren. Gleichzeitig hat eine Stimme langsam und gut verständlich durch das Programm geführt. Haben die Patienten aus irgendeinem Grund nicht gut zugehört oder waren gedanklich noch beim letzten Schritt, konnten sie jederzeit das Gesagte am Display nachlesen. Zusätzlich bekamen alle Patienten eine Din A4-Karte, auf der noch einmal die genaue Reihenfolge und der Ablauf der einzelnen Schritte nachzulesen war. Auf der Rückseite dieser Karte waren Telefonnummer des Studienarztes und eines Technikers angegeben, die bei Problemen hätten jederzeit kontaktiert werden können. Weiters waren dort ein paar Tipps zu lesen, wie beispielsweise das Anfeuchten der Finger im Falle einer schlechten Signalqualität des EKGs.

Im Fragebogen haben die Patienten der Übersichtlichkeit des Systems die Note 5,7 gegeben, wobei 1 die schlechteste, und 7 die beste Note war. Dies zeigt, dass das System von den Patienten durchwegs als übersichtlich empfunden wurde.

Übersichtlichkeit ist ein sehr wichtiger Punkt, da nur durch klare, gute und übersichtliche Anweisungen auch mit einem guten Ergebnis gerechnet werden kann.

Ein System, das für eine große Patientenzahl vorgesehen ist, muss so gestaltet sein, dass keine besondere Schul- oder Technik-Ausbildung notwendig ist, um es zu begreifen. Es sollte also übersichtlich und möglichst einfach sein. Die Patienten wurden alle auf die Geräte eingeschult: zuerst wurde das System erklärt, dann bekamen sie es einmal von einem Techniker vorgezeigt und machten den Ablauf schließlich einmal selbstständig durch. So skeptisch manche Patienten noch ganz zu Beginn waren, ob sie es wohl schaffen würden, nachdem sie die einzelnen Schritte einmal selbst durchgegangen sind, haben sie gesehen, dass dies keine Schwierigkeiten bereitet. Bei keinem einzigen Patient war es notwendig, ein weiteres Mal zu trainieren.

Mit der Note 6,5 bekamen wir von den Patienten die Rückmeldung, dass es ein sehr leicht zu erlernendes System ist.

Die Verständlichkeit des Systems wurde mit der Note 6,7 bewertet. Dies bestätigt uns in der Richtigkeit und Wichtigkeit, keine medizinischen oder technischen Fachausdrücke zu verwenden, damit die Patienten kein Grundwissen mitbringen müssen. Auf eine einfache und klar verständliche Sprache wurde Wert gelegt.

Mit der Note 6,2 wurde die Neuartigkeit des Systems bewertet. Man sieht, dass noch nicht viele Patienten mit Telemonitoring in Kontakt gekommen sind. In Österreich wurde ein Telemonitoring-System bereits erfolgreich von den Elisabethinen in Linz etabliert.[15] Überall sonst ist es noch nicht in die tägliche Routine des Klinikalltags integriert.

Ein derartiges System, welches von den Patienten selbstständig und täglich von zu Hause aus verwendet werden soll, darf von den Patienten in keinem Fall als behindernd empfunden werden. Der Patient muss das Gefühl haben, dass es eine Stütze für ihn ist, da es sonst nicht ausreichend in Anspruch genommen wird und die Compliance niedrig wäre. Es ist sehr wichtig, dass der Patient den Sinn hinter diesem System erkennt und versteht, dass es zur Erhaltung oder Verbesserung seine Gesundheit wesentlich beitragen kann. Aus diesem Grunde wird er auch bei der Einschulung auf das System ausreichend über den Nutzen aufgeklärt. Außerdem muss es so gestaltet sein, dass der Patienten in seinem Alltag nicht eingeschränkt, und demnach behindert wird. Da der Ablauf der Datenerfassung mit allen Schritten nur wenige Minuten in Anspruch nimmt - im Schnitt waren es nicht ganz 4 Minuten -, ist dieses System in jeden Alltag gut integrierbar.

Diesen Punkt haben die Patienten mit der Note 6,3 bewertet. An der hohen Compliance (82-89%) sieht man die Zufriedenheit der Patienten mit diesem System.

4.1.2.1 Bedienbarkeit der Geräte

Besonders für Menschen, die in ihrem Alltag nur wenig mit elektronischen Geräten zu tun haben, ist es wichtig, dass die Bedienung der Geräte einfach und leicht verständlich ist.

Alle Patienten konnten die Anzeige am Mobiltelefon gut lesen. Allerdings muss hier erwähnt werden, dass Sehschwäche ein Ausschlusskriterium in dieser Studie war. Es kann also davon ausgegangen werden, dass alle Patienten, die an dieser Studie teilgenommen haben, gut genug gesehen haben, um die Schrift am Display zumindest mit Lesebrille lesen zu können. Als ein limitierender Faktor dieses System betreffend könnte eine stark ausgeprägte Sehschwäche gelten, wobei in diesem Fall immer noch die klare Sprachanweisung eine Nutzung des Systems möglich machen würde. Käme allerdings noch eine Schwerhörigkeit hinzu, ist dieses System dann wohl nicht mehr für diese Patienten geeignet.

Die Sprachanweisung haben alle Patienten als gut verständlich und hilfreich empfunden. Hier muss wiederum angemerkt werden, dass Schwerhörigkeit, die so stark ausgeprägt ist, dass trotz maximal möglicher Lautstärke der Sprachanweisung kein Verstehen möglich ist, einen limitierenden Faktor darstellen könnte. Allerdings ist es - wie bereits oben erwähnt - gut möglich, die einzelnen Schritte zur Datenerfassung auch nur mit entweder schriftlicher Anweisung oder Sprachanweisung auszuführen.

Alle Patienten haben angegeben, dass die Sprachanweisung gut verständlich war. Für 19 Patienten war sie darüber hinaus auch hilfreich, für 1 Patienten nicht. Im letzten Teil des Fragebogens konnten die Patienten noch zusätzliche Kommentare abgeben. Ein Patient schrieb, dass er sich wünschen würde, die Sprachanweisung auch abschalten zu können, da es seiner Meinung nach nicht mehr notwendig ist, wenn man einmal verstanden hat, wie es geht.

Beim Einsammeln der Daten hatten 14 Patienten keine Probleme. 6 Patienten gaben an Probleme gehabt zu haben. 2 Patienten konnten aufgrund technischer Schwierigkeiten jeweils nur einen Datensatz übertragen.

Auch wenn durch ein akustisches und ein optisches Signal die erfolgreiche Übertragung der Daten vom jeweiligen Gerät auf das Handy für den Patienten bereits überprüfbar war, wäre hier noch eine kleine Verbesserung möglich, indem man zum Beispiel an den jeweiligen Geräten dort einen roten Punkt macht, wo sich der RFID-Tag befindet. So könnte der Patient zielgerichteter die Daten mit dem Handy einlesen und bräuchte den Bereich nicht zu suchen. Ich glaube, dass abgesehen von den 2 Patienten, die technische Probleme hatten, das Einsammeln aus diesem Grund Schwierigkeiten bereitet.

4.1.2.2 EKG-Messung

9 Patienten gaben an beim Messen des EKGs Probleme gehabt zu haben, 11 Patienten hatten damit keine Schwierigkeiten. Die Aufzeichnung des EKGs erfolgte, indem morgens die drei dafür vorgesehenen Elektroden am Blutdruckmessgerät an die Brust gehalten wurden, und abends mit den Fingerspitzen berührt wurden. Da der Kontakt mit den Elektroden kontinuierlich gleich fest (nicht zu fest und nicht zu locker) sein sollte und man möglichst nicht zittern sollte, ist es in der Tat gar nicht so leicht, ein EKG in guter Signalqualität aufzuzeichnen. Während der Aufzeichnung ist am Display ein farbiger Kreis zu sehen, in dem ein

Zeiger ist, der anzeigt, wie gut die Signalqualität ist. Rot bedeutet schlechte Signalqualität, grün steht für gute Signalqualität. Für 18 Patienten war diese Anzeige hilfreich, für 2 nicht. Da diese Anzeige den Patienten die Möglichkeit gibt zu sehen, wie gut die Aufzeichnung bei ihnen funktioniert und dies die einzige Rückmeldung bezüglich Qualität des EKGs ist, wurde sie von fast allen Patienten als unterstützend empfunden. Zittern jeglicher Art war ein Ausschlusskriterium. Und in der Tat ist es auch für Patienten, die nicht zittern, schon schwer genug ein brauchbares EKG aufzuzeichnen, so dass man davon ausgehen kann, dass dieses System z.B. für Patienten mit Parkinson nicht geeignet ist.

4.1.2.3 Nutzen des Systems

Im Teil D des Fragebogens wollten wir wissen, ob die Patienten dieses System als sinnvoll erachten. Alle Patienten fanden, dass so ein System eine sehr gute Idee ist. Alle Patienten gaben an, dass sie es auch weiterempfehlen würden. Dies spricht natürlich sehr für das Telemonitoring-System. Auf der anderen Seite würden es aber nur 10 Patienten - also die Hälfte - für sich weiterverwenden wollen. Warum dies so ist, geht leider aus dem Fragebogen nicht hervor und so können nur Mutmaßungen angestellt werden. Möglicherweise wurde bei subjektivem Wohlbefinden dieses System als nicht notwendig erachtet. Generell stellt die Schmerzlosigkeit der Herzinsuffizienz (so sie nicht zu stark ausgeprägt ist) die Compliance betreffend ein Problem dar. Denn so lange Patienten keine Beschwerden oder nur mäßige Beschwerden haben, sehen sie oft die Notwendigkeit einer Therapie nicht. Hier wäre eine sehr, sehr gute Aufklärung der Patienten notwendig, damit sie verstehen, warum dieses System gerade ihnen sehr helfen könnte.

4.2 Schlussfolgerung

In der durchgeführten Studie wurde ein von AIT modifiziertes Blutdruckmessgerät erstmals getestet, welches es ermöglicht, die ambulante Nachbetreuung von Herzinsuffizienz-Patienten im Rahmen eines Telemonitoring-Systems um die Aufzeichnung eines 1-Kanal-EKGs zu erweitern. Die tägliche Aufzeichnung von Vitalparametern wie Blutdruck und Gewicht, ergänzt durch ein EKG, ermöglicht eine Rhythmusbeurteilung und somit das Erken-

nen einer gefährlichen Rhythmusstörung wie Vorhofflimmern. Das getestete System wurde so gestaltet, dass es sehr einfach zu bedienen ist, und somit für ein breites Patientengut Anwendung finden könnte.

Literaturverzeichnis

- [1] Arastéh K, Baenkler HW, Bieber C, et al. Innere Medizin. 2nd ed. Thieme; 2009.
- [2] Anter E, Jessup M, Callans DJ. Atrial Fibrillation and Heart Failure, Treatment Considerations for a Dual Epidemic. American Heart Association. 2009;119:2516–2525.
- [3] Roy D, Talajic M, Dubuc M, et al. Atrial fibrillation and congestive heart failure. Current Opinion in Cardiology. 2008;24:29–34.
- [4] Straube F, Dorwarth V, Janko S, et al. Frequenzkontrolle versus Rhythmuskontrolle mit und ohne Herzinsuffizienz. Herz. 2008;33:568–579.
- [5] Middlekauff HR, Stevenson WG, Stevenson LW. Prognostic significance of atrial fibrillation in advanced heart failure: a study of 390 patients. Circulation. 1991;84:40–48.
- [6] Wang TJ, Larson MG, Levy D, et al. Temporal relations of atrial fibrillation and congestive heart failure and their joints influence on mortality. The Framingham Heart Study. Circulation. 2003;107:2920–2925.
- [7] Dries DL, Exner DV, Gersh BJ, et al. Atrial fibrillation is associated with an increased risk for mortality and heart failure progression in patients with asymptomatic and symptomatic left ventricular systolic dysfunction: a retrospective analysis of the SOLVD trials. Studies of Left Ventricular Dysfunction. J Am Coll Cardiol. 1998;32:695–703.
- [8] Mathew J, Hunsberger S, Fleg J, et al. Incidence, predictive factors and prognostic significance of supraventricular tachyarrhythmias in congestive heart failure. Chest. 2000;118:914–922.
- [9] Carson PE, Johnson GR, Dunkman WB, et al. The influence of atrial fibrillation on prognosis in mild to moderate heart failure. The V-HeFT Studies. Circulation. 1993;87:102–110.
- [10] Korb H. Integrierte Versorgung bei chronischer Herzinsuffizienz: Optionen für die Gesundheitsversorgung von morgen durch die Möglichkeit der Telemedizin. Teleme-

dizinführer Deutschland. 2005;p. 134–138.

- [11] Coleland JGF, Louis AA, Rigby AS, et al. Noninvasive Home Telemonitoring for Patients With Heart Failure at High Risk of Recurrent Admission and Death (TEN-HMS Study). *J AM COLL CARDIOL*. 2005;45:1654–1664.
- [12] Mortara A, Pinna G, Johnson P, et al. Home telemonitoring in heart failure patients: the HHH study (Home or Hospital in Heart Failure). *EUR J HEART FAIL*. 2009;11:312–318.
- [13] Scherr D, Kastner P, Kollmann A, et al. Effect of Home-Based Telemonitoring Using Mobile Phone Technology on the Outcome of Heart Failure Patients After an Episode of Acute Decompensation: Randomized Controlled Trial. *JMIR*. 2009;11(3):e34.
- [14] Scherr D, Zweiker R, Kollmann A, et al. Mobile phone-based surveillance of cardiac patients at home. *J Telemed Telecare*. 2006;12(5):255–261.
- [15] Kastner P, Morak J, Modre R, et al. Innovative telemonitoring system for cardiology: from science to routine operation. *ACI*. 2010;1:165–176.
- [16] Inglis SC, Clark RA, McAlister FA, et al. Structured telephone support or telemonitoring programmes for patients with chronic heart failure (Review). *The Cochrane Library*. 2010;8.
- [17] Clark RA, Inglis SC, McAlister FA, Cleland JGF, Stewart S. Telemonitoring or structured telephone support programmes for patients with chronic heart failure: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2007;334(7600):942.
- [18] Camm A, Kirchdorf P, Lip G, et al. Guidelines for the management of atrial fibrillation. *Eur Heart J*. 2010;31:2369–2429.
- [19] Herold G, editor. *Innere Medizin, Eine vorlesungsorientierte Darstellung*. o.V.; 2007.
- [20] Arya A, Piorkowski C, Sommer P, et al. Clinical Implications of Various Follow Up Strategies After Catheter Ablation of Atrial Fibrillation. *PACE*. 2007;30:458–462.
- [21] Peer C, Schreier G, Kastner P, et al. *EASYG-Electrocardiogram Analysis System Graz*.

4th International IEEE EMBS Special Topic Conference on Information Technology Applications in Biomedicine. 2003;p. 338–341.

- [22] Gage B, Waterman A, Shannon W, et al. Validation of Clinical Classification Schemes for Predicting Stroke. *JAMA*. 2001;285:2864–2870.
- [23] Schuster HP, Trappe HJ. *EKG-Kurs für Isabel*. vol. 4. Georg Thieme Verlag; 2005.
- [24] Roche F, Gaspoz J, da Costa A, et al. Frequent and Prolonged Asymptomatic Episodes of Paroxysmal Atrial Fibrillation Revealed by Automatic Long-Term Event Recorders in Patients with a Negative 24-Hour Holter. *PACE*. 2002;25:1587–1593.
- [25] Krahn A, Klein G, Yee R, et al. Maturation of the sensed electrogram amplitude over time in a new subcutaneous implantable loop recorder. *PACE*. 1997;20(6):1686–1690. Abstract.
- [26] Naccarelli G. Ambulatory Electrocardiographic Monitoring: Has Mobile Cardiac Out-patient Telemetry Changed the Playing Field? *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. 2007;18:248–249.
- [27] Fetsch T, Bauer P, Engberdin R, et al. Prevention of atrial fibrillation after cardioversion: results of the PAFAC trial. *Eur Heart J*. 2004;25:1385–1394.
- [28] Forleo G, Santini L, Romeo F. Present concepts in management of atrial fibrillation: From drug therapy to ablation. *World Journal of Cardiology*. 2009;1(1):11–22.
- [29] Hennersdorf M, Strauer B. Vorhofflimmern. *Der Internist*. 2006;10:990–992.
- [30] Morak J. Intuitive Near Field Communication-based telemonitoring with seamlessly integrated ECG recordings; 2011. Unpublished.