

ENAS – Das EKG Navigationssystem: Intelligente Verteilung von EKG-Daten

ENAS – The ECG Navigation System: Intelligent Distribution of ECG Data

Sven MEISTER ^{a,*}, Hans W. HÖPP ^b, Guido MICHELS ^b

^a *Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST*

^b *Klinik III für Innere Medizin, Herzzentrum Uniklinik Köln*

Zusammenfassung. Die Anzahl der Patienten mit einem kardiologischen Risikoprofil innerhalb der Industriestaaten ist fortwährend hoch geblieben. Gemäß der Metapher “time is heart muscle” muss die Zeitspanne bis zur Versorgung eines Herzinfarktes, also die “time to balloon”, so kurz wie möglich sein. Die schnelle Intervention erfordert eine optimale Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen dem Rettungsdienst vor Ort und spezialisierten Interventionszentren. ENAS ermöglicht deshalb eine intelligente Verteilung von EKG- und entscheidungsunterstützenden Daten, gemäß informationslogistischer Prinzipien. Hierzu werden bekannte und etablierte Technologien, wie Fax und SMS, als verlässliche Kommunikationsstrecke eingesetzt. Wir zeigen anhand einer dreistufigen Evaluation, wie mithilfe von ENAS die Kommunikation optimiert werden kann.

Abstract. The amount of patients with myocardial infarction still remains high within the industrialized countries. Because time is muscle and the time to balloon has to be minimized as much as possible. The fast intervention requires good cooperation and communication between the emergency rescue service and specialized intervention centres. ENAS enables an intelligent routing of ECG and decision supporting data according to the principles of information logistics. Well known technologies like fax or SMS are used to build a reliable information chain deployable on top of existing products. Within three levels of evaluation we will show the ability of ENAS to optimize the communication process.

Keywords. Telemedicine, Information Logistics, Cardiology

* Corresponding Author.

Einleitung

Das European Heart Network und die European Society of Cardiology (ESC) betonen in ihrer Statistik, dass Herz-Kreislauf-Erkrankungen (HKL) ca. 4 Millionen Todesfälle pro Jahr in Europa verursachen [1]. Die hieraus resultierenden Kosten innerhalb der EU belaufen sich auf ungefähr €196 Milliarden pro Jahr. Die Todesrate für HKL in Deutschland beläuft sich auf 40,2 %. Innerhalb dieser Gruppe ist der Herzinfarkt, mit über 25 %, eine der häufigsten Todesursachen [2].

Im Falle eines Herzinfarktes ist die Blutzufuhr zum Herzen unterbrochen und muss schnellstmöglich wiederhergestellt werden. Nach den aktuellen europäischen (2012) und amerikanischen Leitlinien (2013), ist die perkutane Koronarintervention (PCI) die zu bevorzugende Reperfusionstherapie für Patienten mit einem ST-Hebungsinfarkt (STEMI) [3]. Die Zeit zwischen dem ersten medizinischen Kontakt und der Balloninflation soll hierbei weniger als 90 Minuten betragen. Die zeitnahe Diagnose eines STEMI ist somit der wesentliche Schlüssel für ein erfolgreiches STEMI Management. Die Diagnose unter Nutzung eines EKG sollte hierbei so früh wie möglich für alle Patienten mit einer entsprechenden Verdachtsdiagnose erfolgen. Die Europäische Richtlinie der European Society of Cardiology gibt vor, dass ein EKG bereits beim ersten medizinischen Kontakt, mit einer Verzögerung von maximal 10 Minuten, aufzunehmen ist [4]. Die Analyse des EKG kann zuweilen schwierig sein, insbesondere für solche Notärzte mit nur geringer Erfahrung im kardiologischen Bereich. In solchen Fällen können telemetrische Kommunikationslösungen die Entscheidungsfindung unterstützen. Es gibt einen Bedarf für Technologien zur Optimierung der Kommunikation und Kooperation zwischen spezialisierten Interventionszentren, welche über eine 24-Stunden-Herzkatheterbereitschaft verfügen, und dem Rettungsdienst vor Ort.

ENAS – Das EKG Navigationssystem – ist eine Telemetrielösung zur Unterstützung der Kommunikation und Kooperation, indem eine intelligente Verteilung von EKG-Daten und entscheidungsunterstützenden Informationen nach informationslogistischen Prinzipien ermöglicht wird. Informationslogistik (ILOG) bedeutet die richtige Information, zur richtigen Zeit an den richtigen Ort zu bringen [5], [6]. Auf dem Markt befindet sich eine Vielzahl an Produkten und Projekten, welche sich um eine innovative Zustellung von EKG-Daten bemühen. Zumeist erfordert eine solche Zustellung eine flächendeckende Verfügbarkeit von 2G/3G Datennetzen [7–9]. Drei Gründe verhindern jedoch eine Einführung: 1. Kommunen müssen für die Beschaffung entsprechend ausgerüsteter EKG-Geräte hohe Investitionen tätigen. 2. Ein 2G/3G Datennetz ist in Deutschland flächendeckend nicht verfügbar. 3. Den Lösungen fehlen Konzepte für eine intelligente und bedarfsgerechte Zustellung von EKGs.

Gemäß dem Motto “Fortschritt durch Rückschritt” geht ENAS über die Leistungsfähigkeit der existierenden Projekte und Produkte hinaus, indem es auf bewährte Technologien zurückgreift. Hierzu wird eine Middleware, genannt ENAS Infarktzentrale (EIZ), bereitgestellt. Die EIZ aggregiert wohl bekannte und etablierte Technologien, wie FAX und SMS, mit einer regelbasierten Engine zur intelligenten Verteilung von EKGs. ENAS ist somit kompatibel mit den auf dem Markt befind-

lichen Technologien und unterstützt eine hochqualitative Versorgung von STEMI Patienten durch Bereitstellung einer Zweitmeinung. Die Evaluation von ENAS erfolgt unter der Leitung des Universitätsklinikums Köln (Herzzentrum), in Kooperation mit dem Fraunhofer ISST und der Feuerwehr Köln in drei Phasen.

1. Notfallversorgung des Myokardinfarktes

Im Folgenden erfolgt eine Beschreibung des Prozesses zur Notfallversorgung eines STEMI-Patienten vor sowie nach der Einführung von ENAS. Die Basis zur Notfallversorgung von STEMI-Patienten innerhalb der Region Köln wurde definiert durch den Verein Kölner Infarkt Modell (KIM) e.V. KIM ist bundesweit der bislang einmalige Versuch, in einer Millionenstadt mit komplexer Versorgungsstruktur Sektoren-übergreifende Vorgaben zu etablieren und damit Leitlinienempfehlungen im Alltag konsequent umzusetzen [10]. An diesem Zusammenschluss sind 16 Kliniken sowie der Rettungsdienst der Feuerwehr Köln beteiligt. Bei fünf der 16 Kliniken handelt es sich um sog. Interventionszentren, welche über eine 24-Stunden-Herzkatheterbereitschaft verfügen.

Die durch KIM definierte Versorgungsleitlinie sieht nun folgenden Prozess vor: Der Notarzt nimmt vor Ort ein EKG des betroffenen Patienten auf. Sofern der Verdacht auf einen STEMI besteht, kontaktiert der Notarzt per Handy das nächstgelegene Interventionszentrum. Sofern die Kapazitäten des Interventionszentrums nicht erschöpft sind, wird ein Herzkatheterarbeitsplatz vorbereitet und vom Rettungsdienst angefahren. Andernfalls muss der Notarzt das nächste Interventionszentrum kontaktieren.

Die Bewertung eines EKGs kann, bedingt durch äußere Störeinflüsse, zeitweise nicht trivial sein – insbesondere für wenig erfahrene oder nicht hinreichend geschulte Notärzte. Hieraus leiten sich zwei negative Implikationen ab:

1. Die Verzögerungen bei der Einleitung notwendiger Interventionen kann zu einer Schädigung des Herzmuskelgewebes führen.
2. Die Vorbereitung und Blockierung des Katheterlaborarbeitsplatzes ist zum einen kostenintensiv und zum anderen steht dieser (wirklichen) Notfällen nicht zur Verfügung.

An dieser Stelle unterstützt ENAS indem die initiale Kontaktaufnahme mit dem Interventionszentrum optimiert und durch das Einholen einer Zweitmeinung die Verdachtsdiagnose abgesichert wird. Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt den optimierten Ablauf unter Nutzung von ENAS.

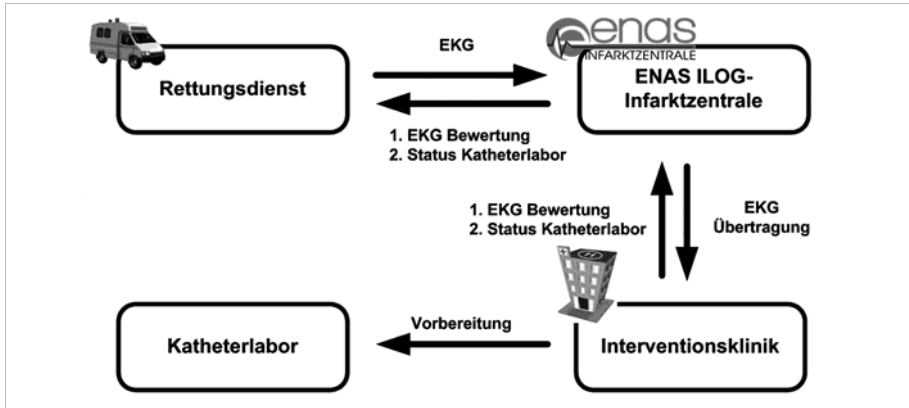


Abbildung 2. Optimierter Ablauf unter Nutzung von ENAS.

Das vom Notarzt vor Ort am Patienten aufgenommene EKG wird aus dem Rettungstransportwagen (RTW) heraus an das nächstgelegene Interventionszentrum gesendet. Als Vermittler fungiert hierzu die EIZ. Neben der Aufbereitung der EKG-Daten zur Anzeige dieser auf einem mobilen Endgerät, sind hier auch Regeln zur informationslogistischen Verteilung hinterlegt, d. h. Transport zur richtigen Zeit, zur richtigen Klinik und zum richtigen Arzt. Die Benachrichtigung erfolgt entlang einer dreistufigen zeitliche Eskalation: Stufe 1 und Stufe 2 sind durch diensthabende Ärzte besetzt und Stufe 3 durch den Arzt in Bereitschaft. Der jeweilige Arzt erhält eine Notifikation auf seinem Smartphone und wird aufgefordert das EKG über das ENAS Mobilinterface zu bewerten. Hierzu hat dieser genau zwei Minuten Zeit. Wird dieses Zeitfenster überschritten, erfolgt die Weiterleitung an den Arzt der Stufe 2. Sofern eine Bewertung erfolgt, wird das Ergebnis zusammen mit dem Beleg-Status des Katheterlabors zurück an den Notarzt gesendet. Sofern es sich um einen STEMI-Verdachtsfall handelt, bereitet der Arzt im Interventionszentrum den Katheterlaborarbeitsplatz vor. Sollten Erst- und Zweitmeinung differieren, besteht die Möglichkeit zur telefonischen Rückkommunikation. Die Entscheidung am Einsatzort obliegt immer dem jeweiligen Notarzt.

Wir nehmen an, dass durch den Einsatz von ENAS die sog. „time to balloon“ Zeit minimiert werden kann und zudem die Gesamtqualität in der Versorgung von STEMI Patienten erhöht wird, wie in der nachfolgenden Abbildung 3 gezeigt.

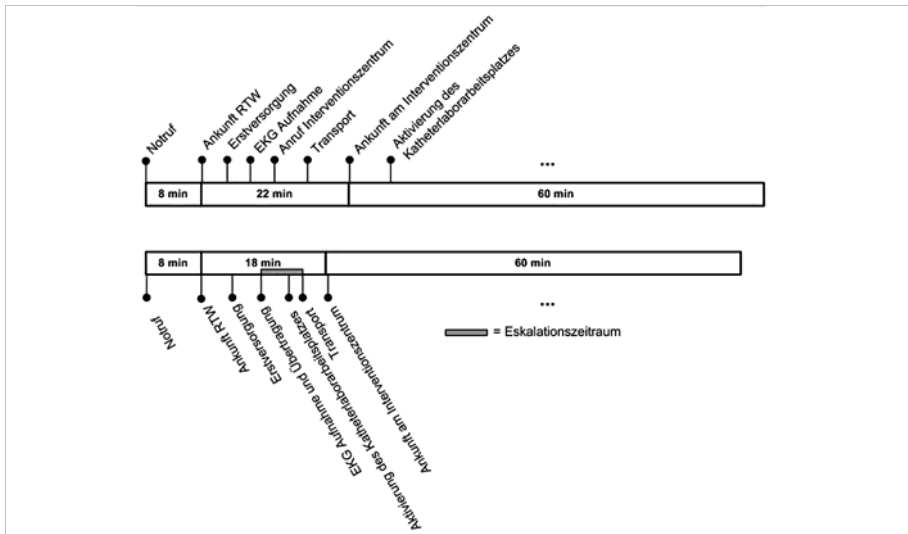


Abbildung 3. Optimierter Ablauf unter Nutzung von ENAS.

2. Die ENAS-Infrastruktur

Eine wesentliche Anforderung galt es bei der Konzeption und Implementierung von ENAS zu berücksichtigen: Die gegebene technische Infrastruktur des Rettungsdienstes der Feuerwehr Köln muss sich an das System anbinden lassen. Durch die sich im Einsatz befindlichen EKG-Geräte war somit der Weg per Fax zur Übertragung der EKG-Daten fest vorgegeben. Diese Anforderung findet sich nicht nur in Köln sondern in einer Vielzahl von Städten innerhalb Deutschlands. Den Kommunen fehlen die finanziellen Mittel zur Investition in neue IP-basierte Gerätetypen. Zur Forcierung einer weiten Verbreitung von ENAS wurde eine modulare Infrastruktur, unter Nutzung etablierter Kommunikationstechnologien, wie z. B. SMS, Fax und 2G/3G konzipiert.

Insgesamt können innerhalb dieser Infrastruktur drei Hauptkomponenten identifiziert werden (siehe Abbildung 4): Die ENAS Infarktzentrale (EIZ), das ENAS Administrationsinterface (EAI) und das ENAS Mobileinterface (EMI).

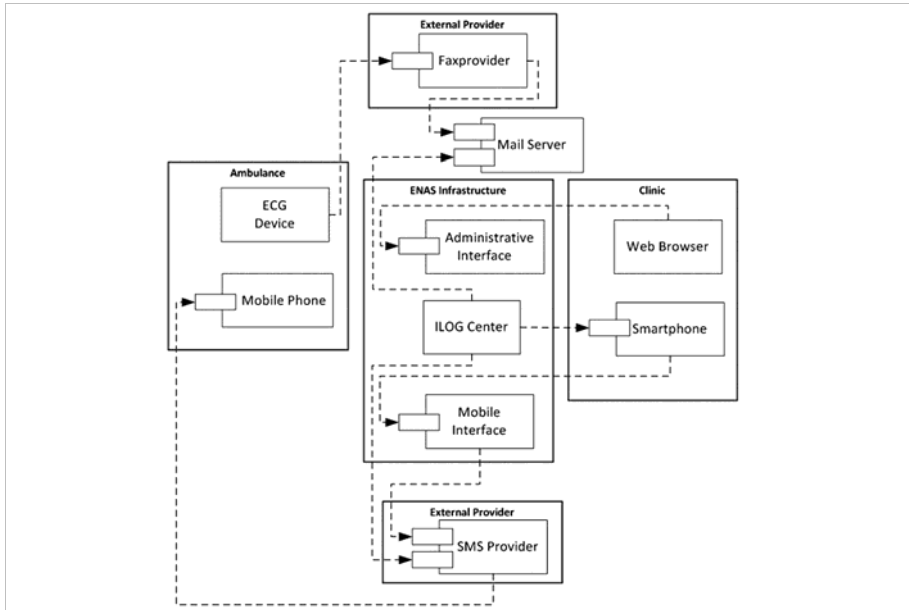


Abbildung 4. Übersicht über die ENAS Infrastrukturkomponenten.

Sowohl das EMI wie auch das EAI sind als plattformunabhängige Webbrowserlösung entwickelt worden. Hierzu wurde das Framework Vaadin eingesetzt [11]. Die EIC ist als nativer JAVA Service implementiert worden. Das Nutzer- und Rollenkonzept zur Authentisierung wurde auf Basis des Apache Shiro Frameworks realisiert [12]. Alle Webapplikationen werden auf einem Glassfish Application Server betrieben [13]. Zum Empfang und Versand von Fax- bzw. SMS Nachrichten wurden externe Serviceanbieter mit entsprechenden Service Level Agreements angebunden.

2.1 Die ENAS Infarktzentrale (EIZ)

Die Aufgabe der EIZ ist die Vorverarbeitung und Verteilung des eintreffenden EKG Abbilds. Das am Notfallort aufgenommene EKG wird in einem ersten Schritt per Fax an einen FAX Provider gesendet, welcher die Daten per E-Mail an die EIZ sendet. Neben dem EKG Abbild enthält diese E-Mail auch Informationen über die Rufnummer des RTWs aus welchem die Übertragung erfolgte. Hier ist darauf hinzuweisen, dass die übertragenen EKGs keine weiteren personenbezogenen Daten beinhalten. Die EIZ verarbeitet nur solche Daten, die definierten Vorbedingungen genügen, um einen Missbrauch zu vermeiden. So werden nur solche EKG Abbilder interpretiert, die von einer im System hinterlegten Absendenummer gesendet wurden. Sofern es sich um ein gültiges Datum handelt, werden sämtliche Daten als sog. Infarkteintrag gespeichert. Aus den EKG Bilddaten werden, abhängig von der

Anzahl der Kanäle die relevanten Ableitungen I-III, aVR, aVL, aVF, V₁₋₆ extrahiert. Die Extraktion geschieht durch Anwendung vordefinierter Pattern zur Zerlegung des EKG-Abbilds in einzelne Bildbereiche.

Der Notifikationsprozess “RTW-zu-Interventionszentrum” wird durch die nachfolgende Event Condition Action (ECA) Regel ausgelöst [14]:

- E: Das Ereignis (Event) ist durch einen Infarkteintrag repräsentiert. Neben den Bilddaten sind hier Zeit- und Ortsinformationen für eine informationslogistische Verarbeitung hinterlegt. Relevante Parameter sind: Zeit, Rufnummer des RTW, EKG, Interventionszentrum, Kommunikationskanal.
- C: Die Bedingung (Condition) entscheidet darüber welcher Arzt, zu welcher Zeit über welchen Kommunikationskanal eine Benachrichtigung erhalten soll. Der Kommunikationskanal wird durch das jeweilige Krankenhaus übergreifend vorgegeben. Der zu benachrichtigende Arzt ist implizit an die oben benannten Dienstfunktionsgruppen gebunden.
- A: Die Aktion (Action) umfasst die Aufbereitung der zu Benachrichtigung des Arztes notwendigen Informationen zum Zweck des Versands.

Abhängig von der Parametrierung wird die Benachrichtigung des Arztes per SMS oder per E-Mail versendet, welche einen Link auf die mobile Webapplikation enthält. Gemäß den Regeln zur Eskalation der Benachrichtigung wird nach einer definierten Zeitspanne automatisch die nächste Regel ausgelöst.

Die Rückantwort des Bewertungsprozess an den RTW (Interventionszentrum-zu-RTW) erfolgt wie nachfolgend beschrieben:

- E: Das Ereignis wird beschrieben durch die Bewertung des EKGs durch den Arzt sowie den Belegstatus des Katheterlabors.
- C: Die Bedingung entscheidet, auf Basis des o. g. Ereignisses, darüber welche Art von Information an den RTW transportiert wird.
- A: Die Aktion hat Einfluss auf den Inhalt der an den RTW gesendeten SMS.

Zusammengefasst haben wir somit eine Regelmenge der Art $R=\{r1,r2\}$ bestehend aus zwei Basisregeln der Form $r:e_i x C \rightarrow A$ wobei e_i ein gegebenes Ereignis ist und C, A wie oben beschrieben.

2.2 ENAS Administrative Interface

Das ENAS Administrationsinterface (siehe Abbildung 5) ist die Zentrale zur Administration aller Verarbeitungsprozesse innerhalb von ENAS. Über einen Webbrowser kann der Systemadministrator z. B. neue Interventionszentren hinzufügen oder Parameter, wie die Eskalationsdauer konfigurieren. Jedes Interventionszentrum sowie der Rettungsdienst besitzen Nutzeraccounts. So kann für jedes Interventionszentrum situationsgerecht entschieden werden ob Benachrichtigungen per SMS oder per E-Mail gesendet werden sollen und welche Rufnummern zu berücksichtigen sind.

Des Weiteren dient das ENAS Administrationsinterface der Generierung des sog. Security-Tokens. Hierbei handelt es sich um einen alphanummerischen Code, der auf den einzelnen Smartphones der Interventionszentren in Form eines Cookies abgelegt wird und mit der jeweiligen Geräte IMEI verknüpft ist. Die IMEI ist eine weltweit eindeutige Nummer zur Identifikation von GSM bzw. UMTS Endgeräten. Nur mit einem gültigen Token kann das Smartphone das ENAS Mobilinterface aufrufen. Bei Verlust des Geräts ist dieses dem ENAS Administrator mitzuteilen damit dieser das Token sperren kann.

The screenshot shows the ENAS Administrationsinterface. At the top left is the logo 'enas INFARKTZENTRALE'. To its right are icons for 'Kliniken', 'Benutzer', and 'Statistiken'. Further right are 'Hilfe' and 'Logout' buttons. Below the header is a navigation bar with 'Dashboard' and 'Funktionswert'. The main content area contains two tables.

Assessment nach Klinik und Dienstleistungsgruppe

Klinik	Dienstleistungsgruppe	HERFUNKT	HERFUNKT BEWERTET	HER_KE	HER_NKE	HERF BEWERTET	HERF_KE	HERF_NKE
Herzambulanz Köln	Bereitschaft	12	5	0	1	0	0	0
Herzambulanz Köln	Dienstleistungsgruppe 1	17	2	0	1	1	0	0
Herzambulanz Köln	Dienstleistungsgruppe 2	13	1	0	1	0	0	0
		9	2	0	0	0	2	0

Assessment nach RTW

Klinik	HERFUNKT BEWERTET	HERFUNKT BEWERTET
HERF 1	14	3
HERF 2	1	1

Abbildung 5. Das ENAS Administrationsinterface.

2.3 ENAS Mobile Interface

Das ENAS Mobilinterface wird von den einzelnen Ärzten innerhalb der Interventionszentren zur Bewertung eines EKGs eingesetzt. Es wird über einen beliebigen, auf dem Smartphone installierten Webbrowser aufgerufen. Der Aufbau der Web-oberfläche ist in der unten gezeigten Abbildung 6 skizziert.

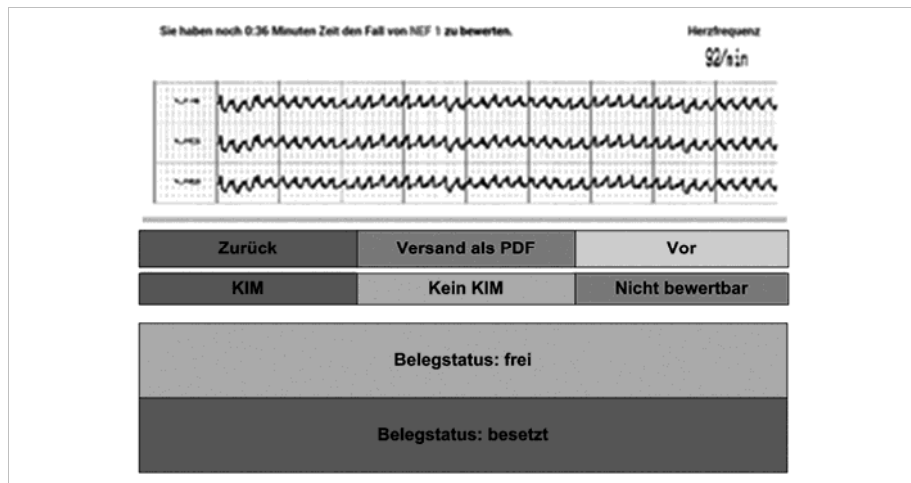


Abbildung 6. Visuelle Umsetzung des ENAS Mobilinterfaces.

Aus Sicht des ENAS Ablaufs ist die URL in jeder Benachrichtigung hinterlegt, d. h. der Arzt braucht lediglich den Link zu betätigen womit sich automatisch der Browser und die mobile Weboberfläche öffnen. Wie im letzten Kapitel bereits beschrieben ist die Kommunikation durch Nutzung eines Security-Tokens geschützt. Der Arzt erhält neben dem EKG auch die Herzfrequenz, die noch verbleibende Zeit zur Bewertung sowie den anfragenden RTW angezeigt. Über den „vor“ und „zurück“ Button kann sich der Arzt durch die einzelnen EKG Segmente navigieren. Des Weiteren kann er durch pinch-to-zoom (Zwei-Finger-Geste) einzelne Bereiche vergrößern.

Die Bewertung des EKGs kann erfolgen sobald der Arzt sich alle EKG-Ableitungen hat anzeigen lassen. Zur Bewertung stehen ihm im ersten Schritt drei Optionen zur Verfügung: Es ist wahrscheinlich, dass es sich um einen STEMI Patienten handelt (KIM). Es ist unwahrscheinlich, dass es sich um einen STEMI Patienten handelt (Kein KIM). Das EKG ist, z. B. aufgrund von zu vielen Artefakten, nicht bewertbar (Nicht bewertbar). Im zweiten Schritt werden zwei Buttons angezeigt, welche den Arzt auffordern den Belegstatus des Katheterlabors anzugeben. Die im Rahmen der Evaluation vorgegebene Zeit zur Durchführung des o. g. Prozesses beträgt zwei Minuten.

3. ENAS Pilotierung und Evaluation

Die Pilotierung und Evaluation von ENAS erfolgt in drei Phasen. Innerhalb der ersten Pilotierungsphase, gestartet im November 2012 und endend im Dezember 2012, erfolgte der technische Test der ENAS Infrastruktur. Wesentlich hierbei war

es Probleme im Zusammenspiel mit den externen Dienstleistern für Fax und SMS aufzudecken sowie die Zuverlässigkeit der EKG Übertragung aus dem RTW zu bewerten. Zur Durchführung der Tests erfolgte eine Begleitung des Rettungsdienstes bei insgesamt 8 realen Einsätzen. Die Zusammensetzung des Rettungsteams war hierbei stets gleich. Es zeigte sich, dass das System vom Rettungspersonal schnell verstanden wurde und selbständig eingesetzt werden konnte. Anfängliche Probleme bei der zeitnahen Zustellung von SMS konnten durch eine höhere Service Level Klasse behoben werden.

Im Zeitraum vom 01.02.2013 bis zum 30.04.2013 erfolgte die Durchführung der zweiten Pilotierungsphase. Der Evaluationsaufbau sah wie folgt aus: Als leitendes Interventionszentrum wurde das Herzzentrum des Universitätsklinikums Köln an ENAS angebunden. Des Weiteren wurden drei RTWs mit Telemetriemodulen zum Versand der EKG-Daten per Fax ausgestattet. Zielsetzung war es zum einen die gesamte Telekommunikationsstrecke auf mögliche Problemfelder hinsichtlich der technischen Zuverlässigkeit hin zu überwachen und zum anderen Probleme in der Zusammenführung des neuen ENAS Prozesses mit den existierenden Prozessen aufzudecken. Insgesamt wurden 15 Realdatensätze erfasst, also 15 Fälle über ENAS verarbeitet. Des Weiteren wurden 40 Testdatensätze zur Aktivierung der Strukturen im Interventionszentrum versendet. Diese Datensätze wurden nach einem Zufallsmuster entweder tagsüber oder nachts versendet. So konnten verschiedene Teams adressiert werden.

Nachfolgend werden die Ergebnisse pointiert dargestellt:

- Empfangsqualität innerhalb von Kliniken: Es zeigte sich, dass eine durchgängige und hinreichende Abdeckung mit WLAN oder GSM innerhalb des Interventionszentrums nicht garantiert werden konnte. Dies führte zu Verzögerungen bei der Benachrichtigungszustellung oder zu Abbrüchen beim Aufruf des EKGs über das ENAS Mobilinterface.
- Bewertungszeitfenster: Das initiale Bewertungszeitfenster von zwei Minuten war, unter Berücksichtigung der Abläufe im Interventionszentrum, zu klein gewählt.
- Eskalationsstufen: Die Eskalationsstufe 3 war jeweils mit dem „Arzt in Bereitschaft“ verknüpft. Die Mitnahme des Smartphones nach Hause ist jedoch nicht zielführend, da der Belegstatus des Katheterlabors nicht bekannt sein kann.
- Akzeptanz und Technifizierung: Die beteiligten Ärzte am UK Köln besitzen eine hohe Affinität zu neuen Technologien und verstehen die Notwendigkeit einer Evaluation. Die Einführung der neuen Technologie in weiteren Interventionszentren wird eine intensive Betreuung und Schulung der beteiligten Ärzte erfordern. Die Nutzung eines Smartphones ist nicht jedem Anwender geläufig.
- Darstellung auf mobilen Endgeräten: Die Erkennung eines ST-Hebungsinfarktes auch auf kleinen Bildschirmen ist für Experten keine Herausforderung. Zudem können Inhalte über die pinch-to-zoom Geste vergrößert werden.

Basierend auf den oben identifizierten Problemen werden nachfolgend, gemeinsam mit dem UK-Köln, Lösungsstrategien erarbeitet, welche zum Start der dritten Pilotierungsphase umgesetzt werden sollen. Als Starttermin für diese ist derzeit der 01.07.2013 festgesetzt und wird ab dann sechs Monate betragen. Der Evaluationsaufbau sieht die Anbindung von zwei weiteren Interventionszentren sowie min. fünf RTWs vor. Innerhalb dieser Phase sollen nicht mehr die technologischen Hürden im Vordergrund stehen sondern ein Fokus auf die medizinische Evidenz gelegt werden.

4. Diskussion und Ausblick

Mit ENAS wurde eine Lösung zur Optimierung der Versorgung von STEMI Patienten am Notfallort vorgestellt. Durch intelligente Verarbeitung und Verteilung von EKG Daten unter Nutzung etablierter Kommunikationstechnologien wird die Kommunikation zwischen den beteiligten Akteuren optimiert. Die Basis hierzu bildet die ENAS Infarktzentrale welche über das ENAS Administrationsinterface konfiguriert wird. Die Zustellung eines am Notfallort aufgenommenen EKGs erfolgt auf mobile Endgeräte, unter Nutzung des ENAS Mobilinterfaces. Durch Übertragung einer Zweitmeinung wird die Verdachtsdiagnose vor Ort abgesichert und durch Übermittlung des Belegstatus des jeweiligen Katheterlabors der Transport des Patienten optimiert. Zur Evaluation von ENAS wurde eine Pilotierung in drei Phasen vorgesehen. Hieraus wurde ersichtlich, dass es insbesondere Probleme in der Verfügbarkeit von drahtlosen Kommunikationstechnologien (WLAN, GSM) innerhalb der weitläufigen Gebäude der Interventionszentren gibt.

Es existiert eine Vielzahl weiterer Projekte, welche sich um eine innovative Kommunikation von EKG-Daten bemühen. Hierbei werden die Daten aus einem RTW zumeist in Echtzeit zu einem Klinikum oder einem medizinischen Experten-zentrum übertragen [7–9]. Die Stärken von ENAS liegen auf der Nutzung etablierter Technologien. Um ein hohes Maß an Verfügbarkeit und Sicherheit sowie Quality of Service zu haben, wurden externe Dienstleister angebunden. Diese können, mit nur minimalen Anpassungen, gegen Mitbewerber ausgetauscht werden. Eine Nutzung von Open Source Lösungen erscheint nicht sinnvoll, handelt es sich bei ENAS doch um ein zeitkritisches System.

Im Ausblick ist eine Weiterentwicklung hin zu ENAS 2.0 angedacht, welche insbesondere das Problem der GSM/WLAN Abdeckung in Krankenhäusern adressiert. Hierzu soll eine Notifikation über die in den Interventionszentren eingesetzten Pieper erfolgen. Zudem ist zu diskutieren inwiefern eine Integration mit den existierenden Softwaresystemen, wie z. B. dem Krankenhausinformationssystem, notwendig ist.

Danksagung

Das Projekt ENAS wurde durch den Förderverein Herzzentrum Köln e. V. gefördert.

Referenzen

- [1] M. Nichols, N. Townsend, P. Scarborough, and M. Rayner, "European Cardiovascular Disease Statistics," 2012.
- [2] Gesundheitsberichterstattung des Bundes, "Sterbefälle, Sterbeziffern (je 100.000 Einwohner, altersstandardisiert).(Primärquelle: Statistisches Bundesamt)," 2011. [Online]. Available: www.gbe-bund.de. [Accessed: 24-Jan-2013].
- [3] M. van den Akker, E. M. Antman, G. Ellrodt, D. P. Faxon, T. Gregory, G. A. Mensah, P. Moyer, J. Ornato, E. D. Peterson, L. Sadwin, and S. C. Smith, "Recommendation to Develop Strategies to Increase the Number of ST-Segment–Elevation Myocardial Infarction Patients With Timely Access to Primary Percutaneous Coronary Intervention," *Circulation*, vol. 113, no. 17, pp. 2152–2163, May 2006.
- [4] P. G. Steg, S. K. James, D. Atar, L. P. Badano, C. B. Lundqvist, M. A. Borger, C. Di Mario, K. Dickstein, G. Ducrocq, F. Fernandez-Aviles, A. H. Gershlick, P. Gianniuzzi, S. Halvorsen, K. Huber, P. Juni, A. Kastrati, J. Knuuti, M. J. Lenzen, K. W. Mahaffey, M. Valgimigli, A. van't Hof, P. Widimsky, D. Zahger, E. S. C. C. for P. G. (CPG), J. J. Bax, H. Baumgartner, C. Ceconi, V. Dean, C. Deaton, R. Fagard, C. Funck-Brentano, D. Hasdai, A. Hoes, P. Kirchhof, P. Kolh, T. McDonagh, C. Moulin, B. A. Popescu, Ž. Reiner, U. Sechtem, P. A. Simes, M. Tendera, A. Torbicki, A. Vahanian, S. Windecker, D. Reviewers, F. Astin, K. Åström-Olsson, A. Budaj, P. Clemmensen, J.-P. Collet, K. A. Fox, A. Fuat, O. Gustiene, C. W. Hamm, P. Kala, P. Lancellotti, A. Pietro Maggioni, B. Merkely, F.-J. Neumann, M. F. Piepoli, F. Van de Werf, F. Verheugt, and L. Wallentin, "ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force on the management of ST-segment elevation acute myocardial infarction of the European Society of Cardiology (ESC)," *European Heart Journal*, Aug. 2012.
- [5] W. Deiters, C. Lienemann, S. Busse, J. Caumanns, E. Föcker, P. Gabriel, R. Gartmann, T. Goesmann, S. Haseloff, S. Hollfelder, B. Holtkamp, T. Kamphusmann, T. Königsmann, A. Kuhlmann, S. Kunze, R. Kutsche, T. Leidig, T. Löffeler, R. Lucas, N. Meder, U. Meissen, S. Pfennigschmidt, K. Sandkuhl, M. Schreckenberger, C. Seeberg, A. Steinacker, R. Steinmetz, J. Wahle, H. Weber, and M. Wojciechowski, Report Informationslogistik - Informationen just-in-time. Symposium Publishing, 2001.
- [6] W. Deiters, T. Löffeler, and S. Pfennigschmidt, "The Information Logistics Approach toward User Demand-Driven Information Supply," in *Cross-media service delivery: Based on papers presented at the Conference on Cross-Media Service Delivery - CMSD-2003*, 2003.
- [7] M. F. Dorsch, J. P. Greenwood, C. Priestley, K. Somers, C. Hague, J. M. Blaxill, S. B. Wheatcroft, A. F. Mackintosh, J. M. McLenachan, and D. J. Blackman, "Direct ambulance admission to the cardiac catheterization laboratory significantly reduces door-to-balloon times in primary percutaneous coronary intervention," *American Heart Journal*, vol. 155, no. 6, pp. 1054–1058, Jun. 2008.
- [8] T. Waisman, R. V Botelho, F. Fernandez, S. Mehta, E. Oliveros, J. C. Kostela, B. A. A. Falcão, and C. Cardenas, "Telemedicine: The Future of Global STEMI Care," *Interventional Cardiology Clinics*, vol. 1, no. 4, pp. 623–629, Oct. 2012.
- [9] P. R. Bradley, M. T. Durej, A. E. Gessner, A. J. Gould, I. A. Khan, B. N. Martin, M. L. Mutty, E. C. Myers, and S. D. Patek, "Smartphone application for transmission of ECG images in pre-hospital STEMI treatment," in *Systems and Information Design Symposium (SIEDS)*, 2012 IEEE, 2012, pp. 118–123.

- [10] M. Flesch, J. Hagemeyer, H.-J. Berger, A. Schiefer, S. Schynkowski, M. Klein, S. Sahebdjani, S. vom Dahl, W. Fehske, R. Mies, M. von Eiff, H. Pfaff, P. Frommolt, and H.-W. Hoepf, "Implementation of Guidelines for the Treatment of Acute ST-Elevation Myocardial Infarction / CLINICAL PERSPECTIVE ," *Circulation: Cardiovascular Interventions* , vol. 1 , no. 2 , pp. 95–102, Oct. 2008.
- [11] Vaadin Ltd., "Vaadin," 2013. [Online]. Available: <https://vaadin.com/home>. [Accessed: 28-Jan-2013].
- [12] Apache Foundation, "Apache Shiro," 2013. [Online]. Available: <http://shiro.apache.org/>. [Accessed: 28-Jan-2013].
- [13] Oracle Corporation, "Glassfish," 2013. [Online]. Available: <http://glassfish.java.net/>. [Accessed: 28-Jan-2013].
- [14] R. Bruns and J. Dunkel, *Event-Driven Architecture: Softwarearchitektur für ereignisgesteuerte Geschäftsprozesse*, 1st Editio. Springer, 2010.