

# STROKE & CARDIO ANGEL: TELEMEDIZINISCHE VORANMELDUNG IM PRÄKLINISCHEN NOTFALLMANAGEMENT

Rashid A<sup>1</sup>, Rausch C<sup>2</sup>, Kippnich U<sup>3</sup>, Ziegler V<sup>4</sup>

## **Kurzfassung**

*Time is Brain – Time is Muscle: Bei Verdacht auf Schlaganfall oder Herzinfarkt muss der Patient schnell stabilisiert und ins nächste geeignete Krankenhaus (Stroke Unit bzw. Herzkatheterlabor) transportiert werden. Anhand des Stroke und Cardio Angel Systems konnte aufgezeigt werden, wie eine telemedizinische Voranmeldung die Prozesse in der Rettungskette und die Gesundheitsversorgung der Patienten verbessert. Diese Arbeit beschreibt die technische Systemarchitektur und die aus Pilot- und Regelbetrieb identifizierten Erfolgsfaktoren für die Einführung und den Betrieb.*

## **Abstract**

*Time is Brain – Time is Muscle: In case of stroke and heart attack (myocardial infarction) there is no time to lose. Patients with symptoms of stroke or myocardial infarction need to be transported to the next qualified hospital - a stroke unit for stroke and a cardiac catheter laboratory for myocardial infarction as fast as possible. Stroke Angel and Cardio Angel have shown how telemedical advance notification can optimize processes in the chain of survival and improve health care provision. This article describes the technical architecture and success factors for implementation and operation.*

**Keywords – Telemedizin, Notfallmanagement, Mobile Computing, Schlaganfall, Herzinfarkt**

## **1. Einleitung**

Jedes Jahr erleiden etwa 200.000 Menschen in Deutschland einen Schlaganfall. Der Schlaganfall ist die dritthäufigste Todesursache, und der häufigste Grund für lebenslange Invalidität. Dadurch gehört der Schlaganfall zu den teuersten Krankheiten unserer Zeit. Der Schlaganfall ist ein medizinischer Notfall, dessen Behandlungserfolg sehr stark von einer schnellstmöglich einsetzenden Therapie abhängt [1]. Bei der Herzinfarktversorgung, Todesursache Nummer eins in Deutschland, ist aus ähnlichen Gründen Eile geboten: Je früher bei einem ST-Hebungsinfarkt (STEMI) die Gefäße zum Herzmuskel wieder geöffnet werden, desto höher sind die Überlebenschancen und desto geringer die bleibenden Schäden für den Patienten [2].

---

<sup>1</sup> FZI Forschungszentrum Informatik, Karlsruhe

<sup>2</sup> medDV, Gießen

<sup>3</sup> Bayerisches Rotes Kreuz, Kreisverband Rhön-Grabfeld Bad Neustadt/ Saale

<sup>4</sup> Neurologische Klinik Bad Neustadt/ Saale

Zur Verbesserung der Prozesse im Notfallmanagement der Schlaganfall- und Herzinfarktversorgung haben sich in den letzten Jahren bundesweit zahlreiche innovative Ansätze etabliert, u.a. zur Verbesserung der innerklinischen Organisation durch Stroke Units bzw. Chest Pain Units oder durch telemedizinische Konsiliarsysteme und Schlaganfallnetzwerke in der Klinik wie z.B. bei TEMPIS [3]. Ein weiterer Ansatz ist die telemedizinische Voranmeldung zur Verbesserung der Schnittstelle zwischen Rettungsdienst und aufnehmender Klinik. In der Herzinfarktversorgung ist das Übertragen des 12-Kanal-EKG aus dem Rettungswagen in die Klinik bereits ausgiebig als medizinisch sinnvoll bewertet [4]. In einigen Gebieten sind zudem bereits Live-Monitoring-Systeme nicht nur für den Herzinfarkt sondern für alle relevanten Notfalleinsätze im Einsatz [5].

Parallel zu diesen Entwicklungen wurden im Jahr 2005 mit Stroke Angel und im Jahr 2008 mit Cardio Angel zwei Projekte zur telemedizinischen Voranmeldung von Schlaganfall- bzw. Herzinfarktpatienten gestartet und erfolgreich in den Regelbetrieb überführt. Seit dem Start der Pilotphase 2005 wurde das Stroke Angel System in einem interdisziplinären Forschungsansatz auf medizinischen Nutzen, ökonomische Effekte und sozio-technische Akzeptanzfaktoren untersucht. Demnach konnte aufgezeigt werden, dass von den Beteiligten ein hoher Nutzen wahrgenommen wird, aber auch Bedenken bezüglich technischer Instabilität und erhöhten Aufwandes bei der Dateneingabe geäußert wurden [6]. Mithilfe des Systems konnte eine höhere Lysequote und ein besseres Outcome im Vergleich zum allgemeinen bundesweiten Trend und zum Stand vor der Einführung von Stroke Angel erzielt werden [7]. Die ebenfalls untersuchten Schlaganfallscores waren allerdings aufgrund ihrer geringen Sensitivität und Spezifität nicht geeignet und bedürfen weiteren Anpassungen und Analysen [8].

Dieser Beitrag befasst sich mit den technischen Anforderungen und den aus Pilotierung und Regelbetrieb gewonnenen Erfolgsfaktoren für Einführung und Betrieb eines mobilen Informationssystems in der Notfallversorgung. Die zentrale Herausforderung bestand darin, eine Struktur für eine stabile und sichere Datenübertragung vom Notfallort in die Zielklinik zu entwickeln sowie die Akzeptanz im Rettungsdienst und in der Klinik zu sichern.

## 2. Methodik

Die Vorgehensweise gliedert sich in zwei methodische Teilbereiche:

1. *Konzept & Systemarchitektur:* In der ersten Pilotregion Rhön-Grabfeld wurden die Funktionsweise und die Prozessanpassungen initial mit Ärzten aus einer Neurologischen Klinik und einer kardiologischen Klinik sowie Rettungsassistenten und Notärzten des Rettungsdienstes geplant, die dafür zugrunde liegende Systemarchitektur mit der IT-Abteilung der Kliniken und der Verwaltung des Rettungsdienstes diskutiert und die Anforderungen an die technischen Komponenten definiert.
2. *Erfolgsfaktoren:* Im Laufe der letzten fünf Jahre wurde das System an sechs Standorten eingeführt. Begleitend wurden Workshops und Befragungen durchgeführt, bei denen Rettungsdienst (Rettungsassistenten, Disponenten der Rettungsleitstelle), Notärzte, Klinik (Klinikmanagement, IT-Abteilung, Ärzteschaft, Pflegepersonal) und Patienten-Selbsthilfegruppen einbezogen wurden. Dabei wurden Befürchtungen, Bedenken und Erwartungen vor und während des Projektes und die Erfahrungen nach der Einführung erfasst. Insgesamt waren im Verlauf der Projektierung mehr als 60 Teilnehmer beteiligt. Nach DIN ISO 13485 Risikomanagement wurden hierfür ein Konzept zum Betrieb entwickelt und dabei Fragen zu Datenschutz, Datensicherheit und Fehlermanagement geklärt.

### 3. Konzept und Systemarchitektur

Abbildung 1 stellt den schematischen Ablauf dar. Die zentrale Komponente des technischen Ansatzes stellt ein Handheld-PC dar. Mit diesem werden während des Einsatzes die für den aufnehmenden Arzt in der Notaufnahme relevanten Daten erhoben (u.a. Name, Alter, Versicherungsdaten, Symptome, Medikation, Ankunftszeit, etc.) und über Mobilfunk (GPRS/UMTS/HSDPA) vorab an das Zielkrankenhaus gesendet. Die Bedienung erfolgt mit dem Finger oder einem Stift über das Touch-Display. Beim Cardio Angel wird zusätzlich ein 12-Kanal-EKG via Bluetooth aus dem Defibrillator ausgelesen und zu den zu versendenden Datensatz hinzugefügt.

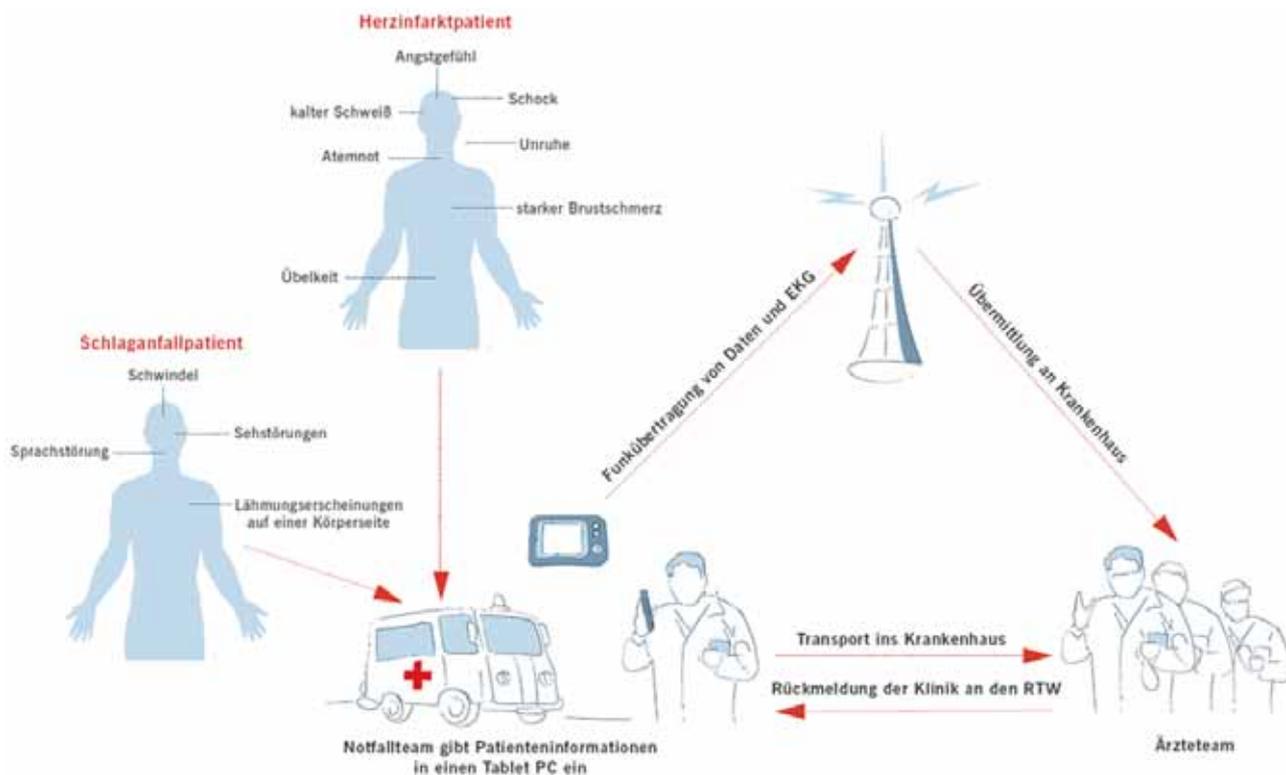


Abbildung 1: Schematischer Prozess von Stroke Angel/ Cardio Angel

Diese Daten werden über einen zentralen Gateway auf den Server der ausgewählten Zielklinik übertragen, woraufhin das diensthabende Personal der Notaufnahme im Krankenhaus über das Rufsystem („Piepser“/ „DECT-Telefon“) alarmiert wird. Der diensthabende Neurologe bzw. Kardiologe ruft die Daten über einen PC in der Klinik ab und leitet die Vorbereitungen im Krankenhaus ein. Optional kann er per Telefon Rücksprache mit der Besatzung im Rettungswagen halten. Die Leitstelle wird über die erfolgte Anmeldung informiert und stellt sicher, dass die Kommunikation und der Transport einwandfrei ablaufen. Somit liegen dem diensthabenden Ärzteteam bereits vor dem Eintreffen des Rettungswagens in der Klinik alle notwendigen Informationen über den Patienten vor. Es kann sich einen Überblick über den Patienten verschaffen und die weitere Vorgehensweise telefonisch mit dem Notarzt bzw. Rettungsassistenten abstimmen. Bei Eintreffen des Patienten kann ohne Zeitverlust mit einer sofortigen Diagnostik und Therapie in der Stroke Unit bzw. dem Herzkatheterlabor begonnen werden.

Durch die vollständige elektronische Datenhaltung entstehen Analyse- und Feedbackmöglichkeiten für alle am Rettungsprozess Beteiligten. Im Sinne eines integrierten Qualitätsmanagement werden die Daten zum Rettungseinsatz, zum stationären Verlauf und zum Gesundheitsverlauf des Patienten

erhoben und analysiert. Die Auswertungen dieser Daten werden mit den Rettungsteams diskutiert und bilden die Basis eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses.

Abbildung 2 illustriert die Systemarchitektur von Stroke Angel und Cardio Angel. Die Hauptkomponenten sind ANGELpad, ANGELgateway, ANGELserver, ANGELtracker und NIDAserver. Bei Verdacht auf Schlaganfall oder Herzinfarkt gibt der Rettungsdienst mithilfe des ANGELpad Daten zum Patienten und zum Einsatz ein. Hierzu liest er über das integrierte Kartenlesegerät die Versichertendaten (Nachname, Vorname, Geburtsdatum, Versicherungsnummer, Krankenversicherung, Geschlecht) aus der Versichertenkarte des Patienten aus. Anschließend gibt er die bei einem Schlaganfall relevanten Daten (Vitalparameter, Medikation, Ankunftszeit, etc.) über eine Eingabemaske ein. Als Datenschema wird ein mit den Rettungsdiensten und der Neurologischen Klinik am Standort Rhön-Grabfeld entwickelter Schlaganfall-Score zur Befunderhebung verwendet.

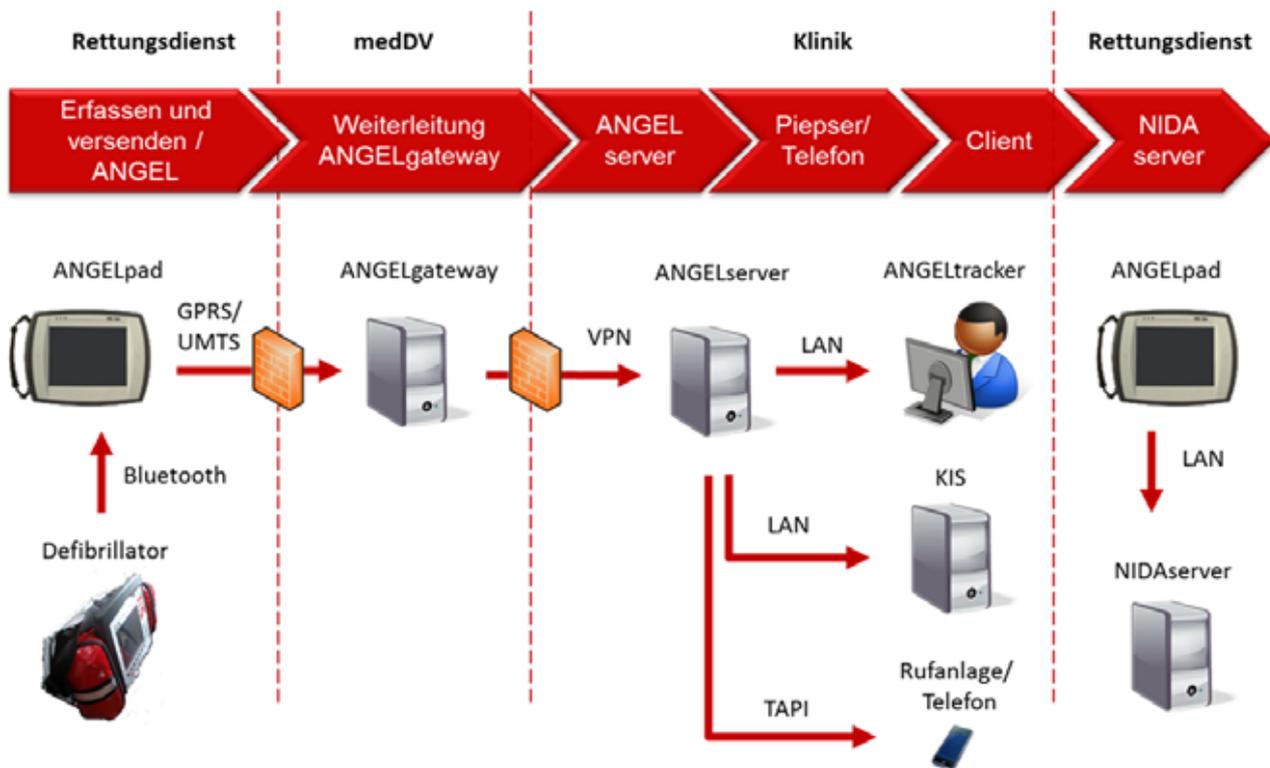


Abbildung 2: Systemarchitektur

Die Übertragung der Daten wird vom Rettungsassistenten über die Schaltfläche „Versenden“ in der Software des ANGELpad ausgelöst. Die zu übertragenden Daten werden vor der Übertragung verschlüsselt. Hierzu stehen mehrere symmetrische Verschlüsselungsverfahren zur Verfügung. Über eine TCP/IP Verbindung via GPRS-/ UMTS werden die Daten zum ANGELgateway übermittelt. Der ANGELgateway leitet die verschlüsselten Daten anhand des Datenfelds „Zielklinik“ an den ANGELserver der entsprechenden Klinik weiter. Zu diesem Zweck wird eine VPN-Verbindung verwendet. Der ANGELserver empfängt und entschlüsselt die verschlüsselten Daten, um sie in die Datenbank des ANGELtrackers zu speichern. Beim Empfang der Daten wird eine Alarmierung auf die Rufanlage bzw. Telefonanlage der Klinik ausgelöst, so dass der diensthabende Arzt über die Meldeanlage der Klinik zuverlässig alarmiert wird. Der diensthabende Arzt kann dann auf jedem klinischen Arbeitsplatz in der Klinik den ANGELtracker einsehen und sich die übermittelten Daten des aktuellen Einsatzes und aller anderen Einsätze der letzten zwei Tage anzeigen lassen. Der Arzt bereitet die Patientenübergabe vor, kontaktiert bei Bedarf über die im ANGELtracker angezeigte Rückrufnummer den Rettungswagen und steht mit dem Team der Notaufnahme zur angemeldeten Ankunftszeit für die Patientenübergabe bereit. Nach erfolgreicher

Übergabe des Patienten in der Klinik, erstellt der Rettungsdienst ein Rettungsdienstprotokoll. Hierfür gibt er ergänzend zu den zuvor erfassten Daten weitere Daten in das ANGELpad ein. Auf der Rettungswache bzw. am Notarztstandort des Rettungsdienstes werden die Daten über eine Netzwerkverbindung des Rettungsdienstes auf den NIDAserver des Rettungsdienstes übertragen. Auf dem NIDAserver werden Funktionen für Abrechnung, Fakturierung und Software-Updates angeboten.

#### **4. Erfolgsfaktoren**

Das System nahm nach dem Pilotbetrieb in sechs deutschen Regionen in unterschiedlichen Bundesländern (Rhön-Grabfeld (Bayern), Bad Kissingen(Bayern), Dachau (Bayern), Fulda (Hessen), Uelzen (Niedersachsen), Kronach(Bayern)) den Regelbetrieb auf. Aus den Erfahrungen im Pilotbetrieb und bei der Betreuung im Regelbetrieb konnten folgende Erfahrungen für Einführung und Betrieb gewonnen werden:

*Berücksichtigung regionaler Charakteristika:* Jeder Standort hat seine individuellen Strukturen, die bei der Einführung zu berücksichtigen sind. Da Krankenhäuser und Rettungsdienst Ländersache sind, unterliegt jedes Bundesland anderen Strukturen. Zudem sind aufgrund regionaler Gegebenheiten und der Personalbesetzung in Rettungsdienst und Klinik Besonderheiten vorhanden. Daher ist bei jedem neuen Standort eine gründliche SOLL/IST-Analyse notwendig. Ergebnis der Analyse ist dann die technische Konzeption sowie eine Behandlungsstrategie für die Alarmierung und Übergabe zwischen Rettungsdienst und Klinik. Hierfür hat sich die komponentenbasierte Systemarchitektur als hilfreich erwiesen.

*Akzeptanz des Rettungsdienstes:* Es hat sich gezeigt, dass Stroke Angel und Cardio Angel vor allem die Prozesse in der Klinik verbessern und eine Verbesserung der Gesundheitsversorgung der Patienten ermöglichen. Für den Rettungsdienst ergibt sich ein ökonomischer Nutzen erst, wenn die Mitarbeiter das System auch ihre eigene Dokumentation nutzen, ihre Notfallprotokolle direkt an der Klinik ausdrucken und die Abrechnung in der Rettungswache automatisiert vornehmen können. Dadurch erfolgt auch eine tägliche Anwendung des Systems und eine regelmäßige Übung im Umgang mit dem ANGELpad, auch wenn kein Schlaganfall oder Herzinfarkt zu versorgen ist.

*Fehlermanagement mit aktiven und stillen Funktionstests:* Bei Stroke Angel und Cardio Angel handelt es sich um eine Technologie, die von Rettungsdienst und Klinik gemeinsam betrieben wird. Der Rettungsdienst ist für die mobilen Geräte inkl. Software zuständig, die Klinik für Server und Client in der Klinik. Für Wartung und Betrieb sowie eine schnelle Behebung bei technischen Problemen sind daher eindeutige Zuständigkeiten und eine Kommunikationsmatrix zu definieren. Als sehr effektiv hat sich erwiesen, ein intensives Monitoring mithilfe von aktiven und stillen Tests einzurichten. Stille Tests zur Prüfung der Verbindungen zwischen Gateway und den Servern in der Klinik werden täglich durchgeführt. Außerdem führt jeder Rettungsassistent bei jedem Schichtwechsel einen Funktionstest durch, um die Verbindung zwischen Handheld-PC und Defibrillator im Rettungswagen sowie Gateway und Server in der Klinik zu testen.

*Monitoring und Feedback:* Nach mehrjährigem Betrieb machten sich bei Stroke Angel und Cardio Angel zwischenzeitlich Ermüdungserscheinungen in Form einer abnehmenden Nutzungsrate bemerkbar. Ursache hierfür waren u.a. technische Probleme wie defekte Hardware, Ausfall eines Servers, etc. Auch wenn die Probleme zeitnah behoben werden konnten, führten sie doch zu einer verminderten Akzeptanz von Seiten des Rettungsdienstes. Abhilfe schaffte hier die regelmäßige Auswertung und Präsentation der Prozesszeiten und Outcome-Ergebnisse beim Rettungsdienst und in der Klinik. Einmal im Jahr wird pro Standort ein Workshop zur Diskussion der aktuellen Auswertungsergebnisse und Verbesserungsmöglichkeiten durchgeführt. Zudem wird das System in

die regionale SOP des Rettungsdienstes und in das QM und die Behandlungsstrategie der Klinik integriert. Die Klinik kann sich mithilfe der Reporting-Funktionalität des ANGELjournals jederzeit einen Überblick über die Nutzungsrate verschaffen und bei Abnahme der Nutzungsrate mit dem Rettungsdienst über Verbesserungsmöglichkeiten diskutieren. Der Aufwand, der in die kontinuierliche Datenerhebung und Kommunikation investiert werden muss, ist zwar hoch aber für ein konsequentes Qualitätsmanagement auch über Stroke und Cardio Angel hinaus notwendig und besitzt für eine reibungslose Zusammenarbeit zwischen Rettungsdienst und Klinik eine große Bedeutung. Dies würde eigentlich auch für Regionen ohne telemedizinisches Voranmeldesystem gelten, allerdings ist dann mit einem weitaus höheren Aufwand für die Datenerhebung zu rechnen.

## 5. Fazit

Anhand von Stroke Angel und Cardio konnte gezeigt werden, wie die telemedizinische Voranmeldung von Schlaganfall- und Herzinfarktpatienten erfolgreich umgesetzt werden kann. Sechs Jahre Projektierung führten zu einer Vielzahl an Lerneffekten: Während die Pilotierung noch auf das Aufzeigen der Machbarkeit und des Nutzens abzielt, ist im Regelbetrieb eine hohe Flexibilität und die Sicherstellung der Akzeptanz der Beteiligten sicherzustellen. Für die Langzeitmotivation sind die Datenauswertung und der regelmäßige Austausch von essentieller Bedeutung. Es ist geplant, den jetzt etablierten Kommunikationskanal zwischen Rettungsdienst und Klinik um weitere Indikationen (z.B. Polytrauma, Epilepsie) zu erweitern und einen Ansatz einer telemedizinischen Voranmeldung aller Patienten an Kliniken zu untersuchen.

## 6. Literatur

- [1] Pohl M, Mehrholz J. Hintergrund Schlaganfall – Häufigkeit, Risiken, Überleben, Ursachen, Störungen und Chancen. Mehrholz, J, editors: Frühphase Schlaganfall. Stuttgart, Germany. Thieme Verlag; 2008.
- [2] Statistisches Bundesamt. Todesursachenstatistik 2011 [homepage on the Internet]. c2011 [updated 2011 Oct 12; cited 2012 Apr 2]. Available from: <http://www.destatis.de>
- [3] Schwab S, Vatankhah B, Kukla C, Hauchwitz M, Bogdahn U, Fürst A, Audebert HJ, Horn M. Long-term outcome after thrombolysis in telemedical stroke care, *Neurology* 2007;69:898–903
- [4] Scholz KH, Hilgers R, Ahlersmann D, Duwald H, Nitsche R, von Knobelsdorff G, Volger B, Möller K, Keating FK. Contact-to-Balloon Time and Door-to-Balloon Time After Initiation of a Formalized Data Feedback in Patients With Acute ST-Elevation Myocardial Infarction. *The American Journal of Cardiology* 101(1), 2008, 46-52
- [5] Karlsten R, Sjöqvist BA. Telemedicine and decision support in emergency ambulances in Uppsala. *J Telemed Telecare*. 2000;6(1):1-7.
- [6] Orwat C, Rashid A, Holtmann C, Wölk M, Scheermesser M, Kosow H, Graefe A. Adopting Pervasive Computing for Routine Use in Healthcare. *IEEE Pervasive Computing*,9(2), 64-71.
- [7] Ziegler V, Rashid A, Griewing B. Prähospitaler Telemedizin beim neurologischen Notfall. *Nervenheilkunde* 1–2/2011, 21-24.
- [8] Ziegler V, Griewing B, Rashid A. Prähospitaler Management des Schlaganfallpatienten - Skalen und Basisuntersuchung des neurologischen Patienten und präklinische Datenübertragung. *Notfallmedizin Up2Date*, 5, 2010, 101-116.

### Corresponding Author

Asarnusch Rashid  
FZI Forschungszentrum Informatik  
Haid-und-Neu-Str. 10-14, D-76131 Karlsruhe  
[rashid@fzi.de](mailto:rashid@fzi.de)