

AUDIME

Teilvorhaben:

Kontinuierliches Monitoring von Vitaldaten und Telemedizin im Großschadensfall
KoMVitel

Abschlussbericht

ZE: GS Elektromedizinische Geräte G.Stemple GmbH	Förderkennzeichen: 13N13264
Vorhabenbezeichnung: Audiovisuelle medizinische Informationstechnik bei komplexen Einsatzlagen (AUDIME) - Teilvorhaben: Kontinuierliches Monitoring von Vitaldaten und Telemedizin im Großschadensfall (KoMViTel)	
Laufzeit des Vorhabens: 36 Monate	

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt beim Autor

1 Rahmenbedingungen des Projektes

1.1 Aufgabenstellung

Gesamtziel des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens AUDIME war die integrative Erforschung informationstechnologischer Entscheidungs- und Unterstützungssysteme für rettungsdienstliche Arbeitsprozesse – von der Sichtung bis zur Versorgung am Behandlungsplatz.

Ziel der technischen Gesamtentwicklung war die Schaffung eines einheitlichen Informations- und Kommunikationskanals im Umfeld von Großschadenslagen, um verschiedenste Geräte (z. B. Wearable Computing Komponenten, Smartphones, Tablets, Laptops und vernetzte medizinische Geräte) einzubinden.

Ziel des Teilvorhabens war es, ein Patientenmonitor/Defibrillatorsystem (System) über eine zu entwickelnde Schnittstelle in diese sogenannte Informations-Integrations-Schicht einzubinden, um eine effiziente Echtzeitkommunikation und -information zur lokalen und entfernten telemedizinischen Nutzung im MANV zu realisieren. Da das zu verknüpfende System jedoch für den Routineeinsatz im „normalen“ Rettungsdienst entwickelt wurde, war zu erforschen, in welche Abläufe ein solches Gerät am effektivsten eingebunden werden kann und welche Adaptionen notwendig sind um mögliche Funktionalitäten hinsichtlich Sensorik von medizinischen Parametern und Datenübertragung für die telemedizinische Nutzung zu optimieren.

Ein besonderer Schwerpunkt bestand hier darin, bestehende Komponenten so zu adaptieren, dass ermittelte Anforderungen an Schnittstellen zur Informations-Integrations-Schicht, Signalqualität und Signallatenz bei Übertragungen erfüllt werden können.

Ein weiterer Fokus lag auf der Datenübertragung an eine Telenotarzt-Zentrale. Diese Anbindung ermöglicht eine Echtzeit-Betreuung von Patienten vor Ort und unterstützt die Rettungskräfte im Rahmen der Sichtung und bei der Versorgung am Behandlungsplatz.

1.2 Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Um ein wirtschaftlich verwertbares Projektergebnis zu erzielen, war quasi unumgänglich, die Anbindung bereits im Rettungsdienst eingesetzter Geräte zu forcieren. Diese kommen mit den ersteintreffenden Fahrzeugen an die Einsatzstelle und werden auch auf nachrückenden Fahrzeugen des Regelrettungsdienstes verlastet sein. Eine wirtschaftliche Verwertbarkeit eines Spezialgerätes, das nur bei MANV zum Einsatz käme erscheint unwahrscheinlich. Zudem ist nur mit den täglich genutzten Geräten des Regelrettungsdienstes eine hinreichende Bediensicherheit des Personals gewährleistet.

Die zur Projektlaufzeit verfügbare Datenbrillen-Technologie weist – aus Sicht des Projektzieles – verschiedene Limitationen auf. Insbesondere hinsichtlich Rechenleistung, Akkukapazität, Leistung der Funkmodule sind Einschränkungen hinzunehmen, die den Einsatznutzen beschränken. Produkte mit echtem Augmented-Reality standen zu Projektbeginn nicht zur Verfügung.

Gleichwohl erfordern die angedachten Nutzungsszenarien einen Feldeinsatz der stabile Funkverbindungen über große räumliche Distanzen erfordert. Eine Mobilfunkverbindung kann keinesfalls vorausgesetzt werden, da auch MANV-Szenarien in schlecht oder nicht abgedeckten Gebieten stattfinden können. Technologie der Wahl ist also WLAN.

1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Für den Projektablauf wurde folgende Grobstruktur definiert:

- Anforderungsanalyse
- Technische Systementwicklung
- Validierung

Darauf aufbauend wurde mit der Idee eines iterativen Forschungsverlaufs eine ineinander verzahnte Arbeitspaket-Struktur konzipiert, die verschiedene Entwicklungsstufen des Zielsystems mit wiederkehrenden (Feld-) Tests verband. Somit wurde eine optimierte Systementwicklung sichergestellt, deren Endprodukt in mehreren Zwischenschritten getestet und verbessert wurde.

Um einen reibungslosen Projektverlauf sicher zu stellen, wurde der Ablauf unter Identifizierung kritischer Punkte bereits im Voraus mittels eines Gantt-Diagramms geplant. Regelmäßige Telefonkonferenzen und Projekttreffen mit beteiligten Partnern stellten sicher, dass kombinierte Teilentwicklungsziele erreicht wurden.

1.3.1 Arbeitspakete 100

AP-Bereich 100 umfasste eine ausführliche Anforderungsanalyse hinsichtlich der im Projektverlauf angestrebten Untersuchungs- und Entwicklungsziele. Ebenso waren hier erste technische Spezifikationen des Zielsystems abgedeckt.

Im Verbund wurden Anwendungsfälle dokumentiert, welche die funktionalen Anforderungen an das System in seinem Anwendungskontext, der Großschadenslage, systematisch beschreiben. Zentraler Baustein ist die Einbindung der relevanten Nutzergruppen. Die Notärzte der Uniklinik Aachen, die Mitarbeiter des Rettungsdienstes und der Malteserschule sowie verschiedene Mitglieder des corpuls Expertennetzwerk spielen eine tragende Rolle bei der Identifikation relevanter Anforderungen an die Systemanpassung. In Anwenderbefragungen wurden Einsatzmöglichkeiten des Patientenmonitor/Defibrillatorsystems und dafür notwendige Funktionalitäten identifiziert und erfasst. Durch die gemeinsame Abstimmung von Einsatzmöglichkeiten und dafür notwendigen Funktionalitäten des Systems wurde ein Soll-Konzept für mögliche Innovationen hinsichtlich des Patientenmonitor/Defibrillatorsystems erstellt.

Auf Basis der erarbeiteten Anwendungsfälle wurden die technischen Anforderungen an das Patientenmonitor/Defibrillatorsystem auch im Hinblick auf das Kommunikationssystem definiert. Für das Patientenmonitor/Defibrillatorsystem als Subsystem innerhalb des Gesamtsystems wurde der Kommunikationsbedarf festgeschrieben, die Schnittstellen benannt und spezifiziert.

Aus medizinischer Sicht erfolgte eine Analyse, welche der erfassten Vitalparameter und Kurven für eine Übertragung zwecks Fernüberwachung und telemedizinischer Konsultation sinnvoll wären.

Die Anforderungsdefinition erfolgte in beständiger Abstimmung der Spezifikationen mit den technischen Partnern des Vorhabens. Hierzu wurden mehrere Iterationsschleifen durchlaufen.

1.3.2 Arbeitspakete 200

Die in AP-Bereich 100 erarbeiteten Anforderungen an das Patienten-Monitoring sollten in AP-Bereich 200 in eine geeignete Hardware integriert werden, damit die notwendigen Parameter der Patienten erfasst und verarbeitet werden können.

Zunächst wurde daher untersucht, inwiefern die im Rahmen der Anforderungsanalyse ermittelten Spezifikationen technisch realisierbar sind. Weiterhin wurde geprüft, ob und inwiefern die identifizierten Vitalparameter für den Datenaustausch zur telemedizinischen Echtzeit-Konsultation zwischen den Teilnehmern der Informations-Integrations-Schicht für die Implementierung der Echtzeitdatenverteilung aufbereitet werden müssen, so dass die Sensordaten über standardisierte Schnittstellen und Datenformate im System verfügbar gemacht werden konnten.

Im nächsten Schritt erfolgte eine Evaluierung der Echtzeitfähigkeit der benötigten Parameter. Mit Hinblick auf medizinische und einsatztaktische Aspekte wurde untersucht, mit welchem zeitlichen Verzug die Parameter zur Verfügung stehen müssen, damit aufgrund dieser Information z. B. medizinische Maßnahmen delegiert werden können. Hier galt es zweierlei Aspekte zu berücksichtigen. Einerseits galt es, um die digitale Infrastruktur am Einsatzort möglichst wenig zu belasten, unbedingt das Gebot der Datensparsamkeit zu beachten. Andererseits durfte die Reduzierung unter keinen Umständen derart gravierend sein, dass medizinische oder einsatztaktische Aspekte hierdurch benachteiligt werden würden. Es wurden je Parameter unterschiedliche Grenzen festgelegt (von Minuten bis zu Sekundenbruchteilen), nach denen die Werte als „veraltet“ angesehen werden und somit die zuvor genannten Kriterien eingehalten werden.

Dem folgend wurde eine detaillierte Beschreibung der Spezifikation einer geeigneten Schnittstelle zur Übertragung in Echtzeit vorgenommen. Mit Bezug auf die in den vorherigen Arbeitspaketen ausgearbeiteten Anwendungsfälle werden für die Schnittstellen des Gesamtsystems Verantwortlichkeiten und Kommunikationsbedarf festgeschrieben. Hierbei wurden technische (Ansatzüberlegungen zur Implementierung, notwendige Bandbreiten, Anknüpfung an Systemfremde Bestandteile wie KH-Systeme, ...) als auch einsatztaktische Aspekte (was muss wann funktionieren und welcher Aufwand kann dazu betrieben werden) berücksichtigt. Die Schnittstellen wurden eng mit den Verbundpartnern abgestimmt um die Entwicklungen von Beginn an in eine parallele Richtung zu treiben.

Auf Grundlage der Anforderungsanalyse, und der bisher vorgenommenen Spezifikationen wurde folgend – ebenfalls in enger Abstimmung mit den Verbundpartnern – eine geeignete Schnittstellenarchitektur entwickelt. Die Schnittstellenarchitektur beschreibt die Komponenten und deren Abhängigkeiten sowie Interaktionen zum Gesamtsystem und bildet die Grundlage für die weitere Systementwicklung und Integration. Anforderungen bezüglich der Datensicherheit und Robustheit gegenüber wechselnder Verfügbarkeit der Kommunikationskanäle werden hier bereits mitberücksichtigt.

GS hat sich für eine Implementierung über den Schnittstellenstandard HL7 entschieden. Dieser wurde zur Kommunikation verschiedener Geräte im Medizintechnikbereich entwickelt und erschien hier als derjenige, der die meisten der erarbeiteten Anforderungen erfüllt. Es war erklärtes Ziel, möglichst frühzeitig einen prinzipiell funktionierenden Demonstrator vorweisen zu können. Dieser sollte insbesondere schon auf der ersten Großübung in Aachen zur Verfügung stehen und dort voll nutzbar sein. Durch Verzögerungen im Projektablauf sowie die Tatsache, dass die Übung recht früh im Projekt angesetzt war, konnte nicht von Anfang an auf die schlussendliche Architektur zurückgegriffen werden, die auch die Einbindung des Patientemonitoring-/Defibrillatorsystems in die Informations-Integrations-Schicht (IIS) beinhaltete, wurde eine Zwischenlösung angestrebt. Hierzu wurde die IIS zunächst umgangen. Um bereits hier eine Darstellung von Vitalparametern auf der Datenbrille zu erreichen wurden der in Abbildung 1 dargestellte Aufbau verwendet: Die Umsetzung erforderte eine Anpassung der Telemetriesoftware corpuls.web LIVE und die Fähigkeit des Patientemonitoringsystems Nachrichten zu empfangen. Letzteres ist bereits die für die finale Variante vorgesehene Lösung. Kernkomponente des „Demonstrator 1“ ist eine lokal laufende

Instanz der Telemtriesoftware corpuls.web LIVE. Bei Einbindung des corpuls 3 in ein am Einsatzort aufgespanntes WLAN Netz wird von der corpuls.web Instanz ein QR-code generiert, der einerseits die Identifikation des corpuls 3 im Netzwerk ermöglicht, andererseits sämtliche für die Datenbrille erforderlichen Verbindungsinformationen enthält. Dieser wird von der corpuls.web Instanz an den Patientenmonitor gesandt. Das Patientenmonitoring-System wurde dahingehen erweitert, dass der QR-Code darauf angezeigt, gespeichert und ausgedruckt werden kann. Nach Versand des QR-Codes beginnt eine kontinuierliche Übertragung von Vitalparametern an die corpuls.web LIVE Instanz. Hierbei wurden bereits die zuvor ermittelten notwendigen Datenraten (Prinzip so viel wie nötig, so wenig wie möglich) verwendet.

Für die Gegenstelle – die Datenbrille – wurde eine App entwickelt, die ihrerseits eine Verbindung zur corpuls.web Instanz aufbauen kann. Wird mit ihr der an das Patientenmonitoring-System verschickte QR-Code gescannt. Dies löst in der App einen Verbindungsaufbau nach dem in Abbildung 3 (dort mit Einbeziehung der IIS) dargestellten Schema aus. Wie in Abbildung 1 ersichtlich, werden die zu übertragenden Vitalparameter daraufhin über einen Webservice an die Brille übertragen.

Usability Untersuchungen und die Arbeiten der vorhergehenden Arbeitspakete zeigten, dass es sinnvoll ist, die dargestellten (und übertragenen) Daten auf ein Minimum zu reduzieren. Für die Darstellung von Kurven (EKG, Plethysmogramm, Kapnogramm, o.ä.) ist die Auflösung der verwendeten „Recon Jet“ Brille unzureichend. Zudem ist ein hoher Detailgrad an Informationen für das angedachte Nutzungsszenario (kritischen Patienten „im Blick behalten“) nicht erforderlich. Die Darstellung wurde daher auf die in Abbildung 2 gezeigten Parameter in rein numerischer Darstellung beschränkt. Sollten die voreingestellten Parametergrenzen über- oder unterschritten, wird der Träger der Brille gemäß der gültigen Alarmnorm für Medizinische Geräte (EN 60601) akustisch (Piepen) und optisch (Wert blinkt invertiert) benachrichtigt.

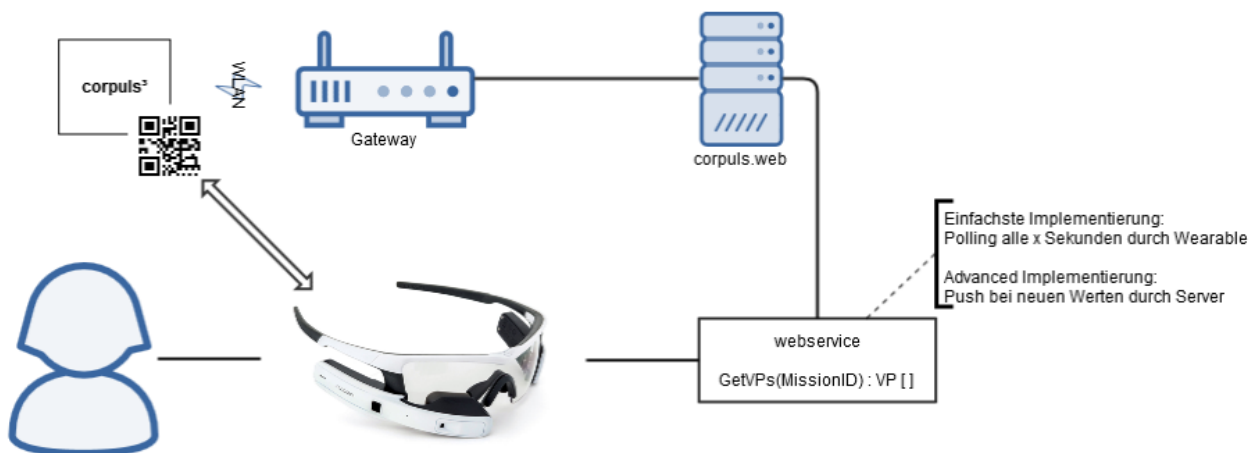


Abbildung 1: vorläufiger Aufbau zum Anzeigen von Vitalparametern auf der Datenbrille „Demonstrator 1“

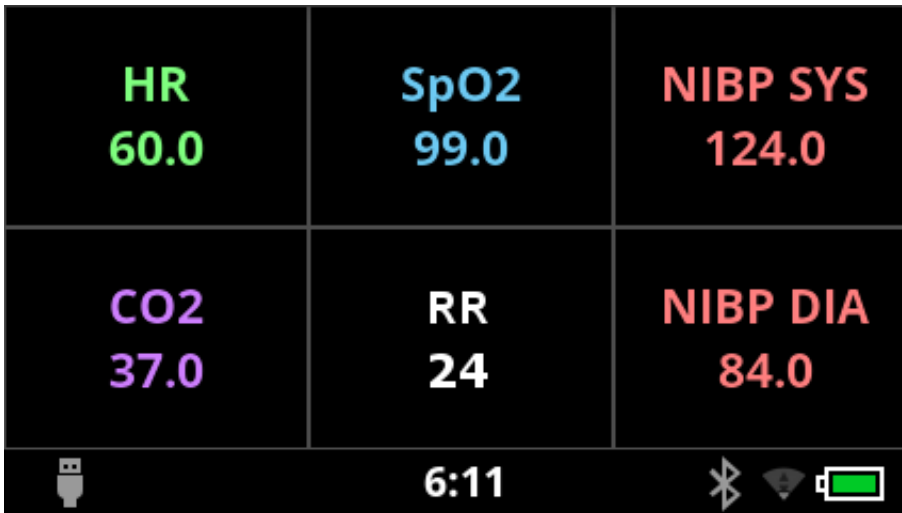


Abbildung 2: Screenshot der Datenbrillen-App mit Übersichtsanzeige von Vitalparametern

Der dargestellte Demonstrator 1 kam wie beschrieben bei der ersten Großübung in Aachen zum Einsatz. Dort wurde unter anderem validiert ob die Einsatzkräfte mit der Verbindungsmethode, der Bedienung von Brille und Patientenmonitor in Kombination und der gewählten Anzeigeform für die Vitalparameter zurechtkamen. Erwartungsgemäß zeigte sich, dass der Nutzen des Unterstützungssystems mit fortschreitendem Einsatzverlauf zunahm. Insbesondere bei Bildung einer Patientenablage bei anhaltendem Mangel an Personal spielt das System seine Stärken aus: es wird möglich auch in diesem, in der Regel improvisierten Setting, mehrere besonders kritische Patienten gleichzeitig im Auge zu behalten. Gleichwohl zeigte sich bereits hier, dass die Technologie Datenbrille bei weitem noch nicht ausgereift ist. Neben Schwierigkeiten bei der Bedienung schränkte die technische Ausgestaltung des Displays das problemlose Nutzen ein. Zudem schränkte das Konzept Datenbrille als solches die Patient-Behandler-Interaktion insgesamt ein, zeigte sich doch häufiger eine patientenseitige Ablehnung der Technologie.

Im nächsten Schritt war ein Datenimport aus dem Patientenmonitor/Defibrillatorsystem in C Code zu programmieren. Hierbei wurde erneut auf die eingangs ermittelte Abfragefrequenz je Parameter zurückgegriffen. Die verschiedenen Informationen wurden mit einem Zeitstempel versehen und aus dem proprietärem Datenstrom in die möglichst universell identifizierte Schnittstelle (HL7) importiert. Als zusätzliche Kontrollinstanz wurde die Durchführung von Plausibilitätskontrollen in Echtzeit implementiert.

Dem folgend wurde in Zusammenarbeit mit dem IMA die Gegenrichtung programmiert. Daten aus der Informations-Integrations-Schicht sollen an das Patientenmonitor/Defibrillatorsystem ausgegeben werden. Auch hier war wieder zu prüfen, welche Parameter sinnvollerweise in welcher Frequenz abgefragt werden. Die verschiedenen Informationen mussten mit einem Zeitstempel versehen werden und diesmal aus der universellen Schnittstelle in den proprietäre Datenstrom importiert werden. Auch hier wurden Plausibilitätskontrollen implementiert.

Anschließend wurde mittels verschiedener Szenarien ein ausgiebiges Testing der Verbindung von Patientenmonitoring-System (incl. Telemetriesoftware) zur Informations-Integrations-Schicht vorgenommen um die erforderliche Verbindungssicherheit zu garantieren. Dabei wurden noch verbleibende Fehler in der Patientenmonitoring-Schnittstelle ermittelt und dokumentiert. Ebenso wurden zusätzlich erforderliche Anpassungen an die Anforderungen der Informations-Integrations-Schicht ermittelt.

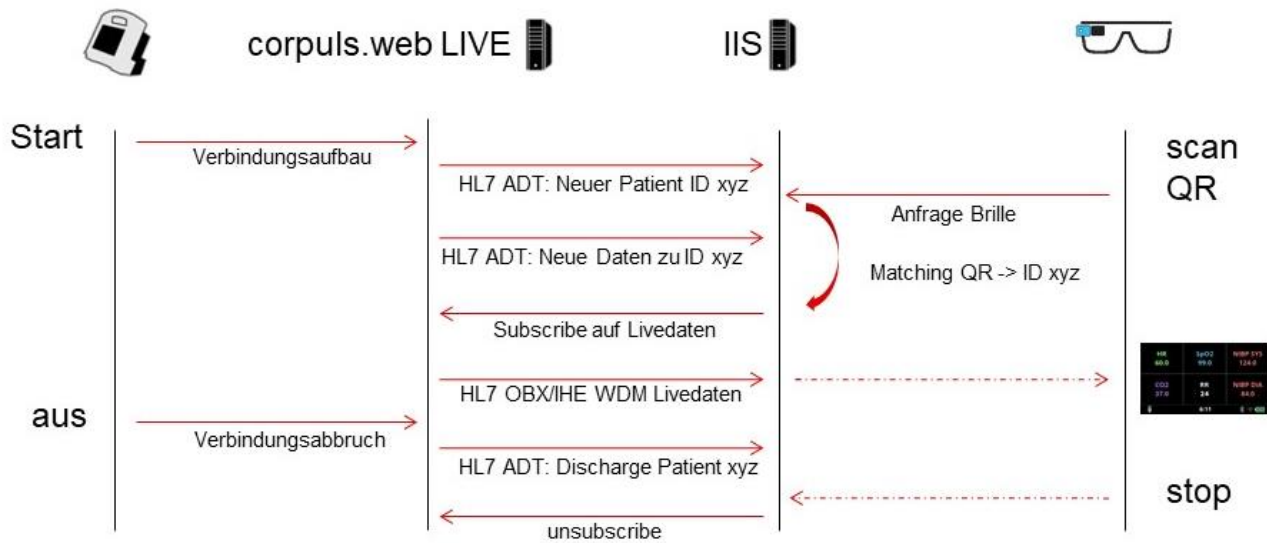


Abbildung 3: Verbindungsaufbau – Beispielhaft zwischen Patientenmonitoringsystem und Datenbrille

Im nächsten Unterarbeitspaket erfolgte die Umsetzung der zuvor ermittelten Anpassungen an die Anforderungen der Informations-Integrations-Schicht. Enthaltene Fehler wurden behoben und notwendige Anpassungen an die Anforderungen der Informations-Integrations-Schicht werden durchgeführt, die Implementierung wird in Zusammenarbeit mit den Verbundpartnern getestet. Da die Integrationsarbeiten in diesem Stadium schon deutlich fortgeschritten waren, wurde mit allen an den technischen Entwicklungen des Projekts beteiligten Partnern ein Regeltermin vereinbart, der jeweils ein ganztägiges, intensives Testing aller an der IIS beteiligten Komponenten – und so ein weiteres, iteratives Bugfixing ermöglichte. Ebenso wurden hier die zuvor ermittelten Anforderungen, die sich durch die Anbindung an die Informations-Integrations-Schicht ergeben müssen in das Patientenmonitor/Defibrillatorsystem integriert. Insbesondere umfasste dies auch Anpassungen der Benutzeroberfläche. Die Funktionen der Übertragung müssen über eine klar strukturierte und einfache Benutzeroberfläche bedienbar sein, um auch unter extremen Situationen und Stress, schnell Parameter erheben und übertragen zu können. Hierbei erschien es sinnvoll, auf bereits vorhandene Strukturen zurück zu greifen und die Funktionen nahtlos in der User-Interface zu integrieren. Da dieses jedoch ursprünglich nicht erweiterbar gestaltet war, erwiesen sich die Anpassungen als verhältnismäßig aufwändig.

Die AP Gruppe abschließend erfolgte ein letzter Testing- und Bugfix-Iterationsschritt. Das abschließende Verbindungsschema wird in Abbildung 3 dargestellt. Alle Kommunikation läuft nun, wie in Abbildung 4 dargestellt über die IIS als zentrale Instanz.

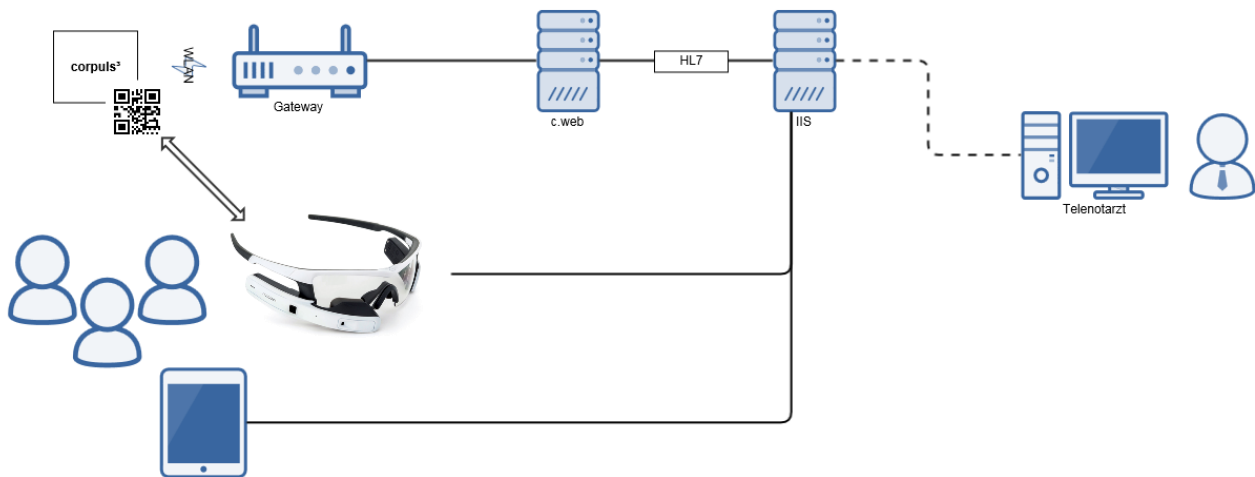


Abbildung 4: abschließender Infrastrukturaufbau mit Anbindung des Demonstrators an die IIS

1.3.3 Arbeitspakete 300

Ziel der Arbeitspakete 300 war die Validierung der bisher entwickelten Demonstrator-Systemkomponenten. Hierzu wurde einerseits auf Anwenderworkshops, andererseits auf Großübungen zurückgegriffen, die teilweise eigens hierzu initiiert wurden. Hierbei sollte geprüft werden, ob das Patientenmonitor/Defibrillatorsystem die Anforderungen innerhalb der erarbeiteten Anwendungsfälle erfüllt. Die Handhabung des Gesamtsystems im Einsatzgeschehen wurde überprüft und dokumentiert. Da bereits entwicklungsbegleitend fortwährend Untersuchungen stattfanden, zeigten sich die Ergebnisse durchweg positiv. Als hinderlich bei den Untersuchungen erwies sich erwartungsgemäß, dass das Nutzungsszenario für die Kombination Patientenmonitoring-System/Brille erst nach den Szenarien der Partner ansetzte – nämlich im Bereich des Behandlungsplatzes deutlich nach der Sichtung. Dieser Bereich wurde, da zum Zwecke des Tests des Gesamtsystems konzipiert, nicht in allen der Übungen abgebildet. Gleichwohl reichten die generierten Daten um die valide Aussage treffen zu können, dass das Prinzip wie angedacht funktioniert und genutzt werden würde. Auch hier zeigten sich jedoch die technologischen Grenzen der Datenbrillen. Die Akkukapazität war bei weitem nicht ausreichend, weshalb stets ein Akkupack mitzuführen war. Obwohl sich die Bedienung der Brillen rein subjektiv gesehen verhältnismäßig einfach gestaltete hatte einige Anwender im Einsatz Schwierigkeiten mit der Bedienung – die jedoch in erster Linie Verzögerungen im Ablauf, keine schwerwiegenden Störungen zur Folge hatten.

Insbesondere wurde aber die Übertragung der Daten (Dauer, Stabilität) geprüft. Die Daten sollten in Echtzeit (gemäß den vorher festgelegten Timeout und Frequenz-Kriterien) den unterschiedlichen Beteiligten vor Ort, in der Leitstelle, im Zielkrankenhaus und vor allem dem Telenotarzt zur Verfügung stehen. Die Datenübertragung sollte angezeigt werden, bei Wiederaufnahme der Arbeit sollte auf den aktuellen Datensatz zugegriffen werden. Zudem wurden die Grenzen des Systems ausgetestet. Dabei wurden Schwachstellen unter Stressbedingungen dokumentiert. Die genannten Kriterien wurden in den abschließenden Testings vollständig erfüllt.

Nach einem Ausfall soll auf aktuelle Daten zurückgegriffen werden. Hier wurde entschieden auf eine Backup-Lösung zu verzichten um die Infrastruktur und insbesondere die Kapazität der Datenbrille zu schonen. Daten, die während eines Verbindungsabbruch entstehen, werden also – auch nachträglich – nicht übertragen. Nach einem Abbruch der Verbindung und deren Neuaufbau stehen jedoch stets die aktuellen Datensätze zur Verfügung.

1.4 Stand von Wissenschaft und Technik

Der Massenanfall von Verletzten stellt eine der schwierigsten präklinischen Herausforderungen für medizinisches Personal dar. Die komplexe Situation wird durch unterschiedliche Variablen wie Ursache, Zeit, Ort, Art der Verletzungen und Anzahl der Opfer welche nicht im Voraus bekannt sind charakterisiert. Es gibt jedoch auch Gemeinsamkeiten: Die erste Phase bei dieser Art von Notfällen mit vielen Verletzten ist von Ressourcenknappheit gekennzeichnet.

Ziel des medizinischen Handelns bleibt eine optimale Versorgung des Patienten. In dieser Situation kann jedoch eine Standard-Versorgung nicht erbracht werden und eine Triage ist obligatorisch.

Es muss ein Konsens darüber hergestellt werden, wem die knappen Ressourcen zugutekommen. Die Verknappung der Ressourcen, das Missverhältnis von Behandlungsnotwendigkeiten gegenüber der Möglichkeit die Behandlung auch durchführen zu können, macht eine Priorisierung z. B. im Rahmen einer Sichtung oder Triage erforderlich. Nach DIN 13050 wird die Sichtung definiert als „die ärztliche Beurteilung und Entscheidung über die Priorität der Versorgung von Patienten hinsichtlich Art und Umfang der Behandlung sowie Art und Ziel des Abtransports“.

Vor der Einteilung der Patienten in Sichtungskategorien, sollen erfahrene Ärzte sogenannte „Dringlichkeitsdiagnosen“ stellen.

Um die Beurteilung von Patienten zu beschleunigen und zu erleichtern, wurden standardisierte Sichtungsalgorithmen entwickelt, welche in der Regel auf Parametern basieren, die ohne technische Hilfsmittel oder andere Ressourcen zumindest annäherungsweise bestimmt werden können. Alle Sichtungsergebnisse müssen in geeigneter Form dokumentiert werden und für die nachfolgenden Einsatzkräfte unmittelbar verständlich sein.

Auch die nachgelagerte Versorgung der Patienten im Rahmen eines MANV verlangt zumindest zeitweilig die Abkehr von individualmedizinischen Standards. Anamnese, Diagnostik und Behandlung müssen so kompakt wie möglich erfolgen. Zeitliche Verzögerungen sind zu vermeiden und auch hier müssen dennoch alle relevanten Informationen über den jeweiligen Patienten, seine Verletzungen bzw. Erkrankungen, getroffenen Entscheidungen und durchgeführte Maßnahmen dokumentiert werden, da diese Angaben für die anderen Einsatzkräfte und auch für das nachgelagerte Klinikpersonal von essentieller Bedeutung sind.

EDV-gestützte Systemlösungen könnten die derzeit papierbasierten Dokumentations- und Informationssysteme ersetzen und die Arbeit der Einsatzkräfte vor Ort, aber auch die Koordination von Leitstelle und Krankenhäusern vereinfachen und ggf. verbessern.

Bei der Verwendung von Patientenanhängerkarten bleiben die Daten am Patienten, die Daten auf den von den Sichtungsteams mitgeführten Listen stehen bis zum Abschluss der Sichtungsarbeiten nicht zur Verfügung. Eine Zusammenführung der Listen erfolgt außerdem durch Abschreiben oder Diktat per Funk. Die Einsatzleitung muss also Entscheidungen basierend auf einem verzögerten Lagebild treffen welches ggf. außerdem unvollständig oder sogar fehlerhaft sein kann.

Die Reihenfolge des Patientenabtransportes wird normalerweise durch den leitenden Notarzt festgelegt, dieser benötigt hierzu aber zumindest annähernde Kenntnis der Anzahl an Patienten, deren Sichtungskategorie, Verletzungsart sowie Versorgungs- und Transportkapazität. Die Kommunikation zur Verteilung auf die aufnehmenden Krankenhäuser erfolgt, wenn sie erfolgt, fast ausschließlich über die Leitstelle. Bei einer zu großen Anzahl Verletzter sind diese individuellen

Abfragen nicht mehr durchführbar und es muss dann auf vorbereitete Verteilungspläne zurückgegriffen werden.

Es werden händisch mehrere Patientenverwaltungslisten parallel geführt und abgeglichen, was Fehlerquellen birgt. Außerdem könnte es sein, dass unterschiedliche Rettungsdienstorganisationen unterschiedliche Dokumentationssysteme verwenden, welche unter Umständen nicht miteinander kompatibel sind. Eine bundesweite Harmonisierung erscheint zwingend notwendig, will man gerade bei Großschadenslagen eine hohe Effizienz erzielen. Verfahren und technische Hilfsmittel müssen auch deshalb überregional miteinander kompatibel sein.

Daten wie Rettungsdienst- und Notarzteinsatzprotokolle werden bereits zunehmend elektronisch erfasst, hier spielen vor allem Forderungen aus der Qualitätssicherung eine Rolle (z.B. einheitliche Dokumentation) und dass die Abrechnung vereinfacht wird. Im September 2011 wurde der Minimale Notarzt Datensatz der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) „MIND3“ veröffentlicht. Des Weiteren werden oftmals elektronische Systeme im Rettungsdienst/Krankentransport für das Flottenmanagement genutzt. Allerdings sind die vorhandenen Systeme jeweils für ihren singulären Zweck optimiert und finden nur regionale Anwendung. Sie sind nicht in der Lage die bei einem MANV notwendigen übergreifenden Funktionalitäten abzudecken.

In einigen Forschungsprojekten zeigte sich bereits, dass sich unterschiedliche Algorithmen als Einsatzstandard in den Bundesländern durchsetzen. Gemeinsam ist eine auf einem Algorithmus basierte Vorgehensweise, welche vom Sichtungsteam die Abarbeitung einer Reihe von Fragen verlangt. Der Einsatz von elektronischen Datenverarbeitungssystemen kann wesentlich zur effizienten Bewältigung eines MANV beitragen. Bei der Testung des e-Triage Demonstrators benötigten die Sichtungsteams für die Vorsichtung von Verletzten (49 Messungen) inklusive Registrierung im Mittel 46,2 s, dabei wurden 81,2% korrekt gesichtet gegenüber 66,7 % ohne Gerät. Bei Übungen im Rahmen des Projekts A.L.A.R.M dauerte die Vorsichtung im Mittel 45s bei 33 Patienten.

Hauptvorteil der digitalen Erfassung der Patienten ist, dass die erhobenen Daten nahezu in Echtzeit den Entscheidungsträgern zur Verfügung gestellt werden können. Um jedoch einen echten Mehrwert gegenüber existierenden Ansätzen zu erreichen, ist es aber notwendig, dass die Informationen nicht nur vom Einsatzgeschehen sondern auch zum Einsatzgeschehen bzw. innerhalb dessen übertragen werden können.

Voraussetzung hierfür wäre aber, dass entsprechend ausgelegte Netzwerk in dem die Daten übertragen werden können und alle Informationen zusammenlaufen können erforscht und entwickelt werden.

Die bisher vorliegenden Triage-Systeme sind lediglich für die Identifizierung und Klassifizierung der Patienten sowie zum Sammeln von Informationen zur Behandlung ausgelegt. Weitere medizinische Parameter werden bisher nicht berücksichtigt. Dies kann zu Problemen bei der medizinischen Behandlung und beim Transport führen.

Da während der Triage nur wenige Minuten zur Verfügung stehen, um Überlebenschancen zu ermitteln und Prognosen abzugeben und nur einfache Mittel zur Verfügung stehen, ist der ärztliche Sorgfaltsmaßstab stark herabgesetzt. Möglicherweise alles entscheidende Diagnosen bergen also angesichts des Zeitdrucks, unter dem sie erstellt werden, die Gefahr der Fehlerhaftigkeit und Unzuverlässigkeit in sich. Dies macht eine „Nachtriage“ und die Erfassung von weiteren medizinischen Parametern umso wichtiger.

Wenn die Dokumentation der Triage abgeschlossen ist könnten die Daten an ein telemedizinisches Zentrum übertragen werden. Die weitere Behandlung auf dem nachfolgenden Behandlungsplatz könnten telemedizinisch unterstützt werden. LAWATSCHECK et al. 2010 betrachteten diese Möglichkeit im Rahmen der A.L.A.R.M Studie. Dabei wurden vom Arzt in der Triage kurze Behandlungsanweisungen festgelegt. Auf dem Behandlungsplatz wurden die Patienten RFID tags gescannt und die Behandlungsanweisungen von Rettungssanitätern durchgeführt. Dabei konnte Unterstützung durch einen Telenotarzt angefordert werden. Grundfunktionalität war die Audiokommunikation und das Versenden von Fotos der Verletzungen. Der Telenotarzt überwachte die Behandlung und stand für weitere medizinische Fragen zur Verfügung. Zusätzlich hatte der Telenotarzt Zugriff auf strategische und taktische Informationen aus dem Gebiet und konnte diese Informationen in die Behandlung und den Transport integrieren. Falls erforderlich konnten Live Vitalparameter des Patienten (Blutdruck, Herzfrequenz, Atemfrequenz, Sauerstoffsättigung, expiratorischer Kohlenstoffdioxiddruck und EKG) mittels eines Patientenmonitor/Defibrillatorsystemes (corpuls3) an das Telemedizinzentrum übertragen werden. Jedoch wurden im Rahmen dieser Studie lediglich Minuten-Mittelwerte über eine zur Dokumentation verwendete Schnittstelle übertragen. Es handelte sich nicht um eine Echtzeitübertragung von Vitalparametern und Kurven.

Das Monitoring dieser Vitalparameter während des Transportes sowie eine mögliche Datenübertragung dieser an die Zielkliniken, sind weitere Einsatzmöglichkeiten für ein solches Patientenmonitor/Defibrillatorsystem im MANV. Da dieses Gerät jedoch für den Routineeinsatz im „normalen“ Rettungsdienst entwickelt wurde, ist zu erforschen, in welche Abläufe ein solches Gerät am effektivsten eingebunden werden kann und welche Adaptionen notwendig werden um mögliche Funktionalitäten hinsichtlich Sensorik von medizinischen Parametern und Datenübertragung für die telemedizinische Nutzung zu optimieren.

Hinsichtlich der Balance zwischen der technisch realisierbaren und der von den Einsatzkräften effizient nutzbaren Funktionalität eines mobilen Anwendungssystems bei Massenanfällen von Verletzten besteht weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf.

Gleiches gilt für ein Patientenmonitor/Defibrillatorsystem im Umfeld eines MANV, hier sind sicher andere Maßstäbe hinsichtlich Ergonomie anzusetzen als im „normalen Rettungsdiensteinsatz. Nicht alles technisch Mögliche hinsichtlich medizinischer Sensorik wird im MANV unter Zeit- und Ressourcendruck effektiv nutzbar sein.

Zu den bei Großübungen und realen Einsätzen wiederkehrend zu beobachtenden Problemen zählen neben der Unerfahrenheit der Einsatzkräfte auch die Kommunikation und Dokumentation vor Ort.

Für den individualmedizinischen Einsatz hat die GS Elektromedizinische Geräte G. Stemple GmbH für den corpuls3 eine Lösung entwickelt, damit Daten an eine telemedizinische Notarztzentrale übermittelt werden können. Schnittstellen dieser Art übertragen jedoch keine Daten in Echtzeit sondern bilden lediglich den Monitor des Medizingerätes an einem weiteren Display ab.

Ziel des Teilvorhabens wird es sein das Patientenmonitor/Defibrillatorsystem (System) über eine zu entwickelnde Schnittstelle in diese Informations-Integrations-Schicht einzubinden, um eine effiziente Echtzeitkommunikation und -information zur lokalen und entfernten telemedizinischen Nutzung im MANV zu realisieren. Da dieses Gerät jedoch für den Routineeinsatz im „normalen“ Rettungsdienst entwickelt wurde, ist zu erforschen, in welche Abläufe ein solches Gerät am effektivsten eingebunden werden kann und welche Adaptionen notwendig werden um mögliche Funktionalitäten hinsichtlich Sensorik von medizinischen Parametern und Datenübertragung für die telemedizinische Nutzung zu optimieren.

Ein besonderer Schwerpunkt wird hier darin bestehen, bestehende Komponenten so zu adaptieren, dass ermittelte Anforderungen an Schnittstellen zur Informations-Integrations-Schicht, Signalqualität und Signallatenz bei Übertragungen erfüllt werden können.

Bestehende informationstechnologische Ansätze zur Unterstützung von Einsatzkräften setzen aus gutem Grund auf Low-Tech Lösungen. Sie sind einfach zu handhaben und sind auch bei fehlender oder beschädigter Kommunikationsinfrastruktur verfügbar. Jedoch gibt es Fortschritte im Bereich ausfallsicherer Kommunikationsinfrastruktur, sowie bei selbstorganisierenden, drahtlosen ad-hoc Netzwerken, so dass sich die Möglichkeit ergibt das High Tech Ansätze für die Unterstützung von Einsatzkräften auch bei Großschadenslagen nutzbar sein werden. Die Nutzungspotenziale solcher vernetzter Systeme in Großschadenslagen auf, fokussiert bisher dabei jedoch auf organisatorische Daten und blendet so die Anforderungen einer telemedizinischen Echtzeit-Konsultation aus. Die Herausforderung hierbei liegt in der sicheren und latenzminimierten Telemetrie kontinuierlicher Vitaldaten.

1.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Innerhalb des Verbundprojektes arbeitet die GS Elektromedizinische Geräte G. Stemple GmbH mit verschiedenen Projektpartnern zusammen.

Schnittstellen ergeben sich im Arbeitspaket 120 mit IMA, UKA, teXXmo und T2G bei der gemeinsamen Spezifizierung möglicher Anwendungsfälle und der technischen Implementierung.

Im Arbeitspaket 140 erfolgt eine Zusammenarbeit mit den Partnern IMA, teXXmo und T2G hinsichtlich einer Erarbeitung einer plausiblen Kommunikationsstruktur für die Verbindung der Einzelkomponenten. Die Integration der medizinischen Sensorik zum Patientenmonitoring in die Informations-Integrations-Schicht erfolgt in Zusammenarbeit mit IMA und T2G (AP370). Mit den gleichen Partnern erfolgt dann eine Evaluation der technischen Umsetzung (AP440). Die Zusammenarbeit mit externen Stellen beschränkte sich auf die Feldübungen.

2 Projektdurchführung und Ergebnisse

2.1 Zuwendungsverwendung und Ergebnisse

Die Verwendung der Förderungsmittel erfolgte gemäß dem im Antrag beschriebenen Arbeitsablauf. Der Verlauf der einzelnen Arbeitspakete und deren (Zwischen-)Ergebnisse sind im Detail unter Punkt 1.3 aufgelistet. Daher soll an dieser Stelle nur noch eine zusammenfassende Übersicht gegeben werden.

Grundsätzlich lässt sich der Projektablauf in drei Hauptschritte untergliedern. AP-Bereich 100 umfasste eine ausführliche Anforderungsanalyse hinsichtlich der im Projektverlauf angestrebten Untersuchungs- und Entwicklungsziele. Ebenso waren hier erste technische Spezifikationen des Zielsystems abgedeckt. Die Verwendung der Mittel erfolgte in diesem Projektstadium hauptsächlich für Personalkosten.

AP-Bereich 200 wurden die in AP-Bereich 100 erarbeiteten Anforderungen an das Patienten-Monitoring in eine geeignete Hardware integriert, damit die notwendigen Parameter der Patienten erfasst und verarbeitet werden können. Hierzu erfolgten verschiedene Anpassungen des bereits

vorhandenen Patientenmonitoring/Defibrillator-Systemen corpuls3. In einem iterativen Prozess wurde eine Schnittstelle von und zur für das Projekt entwickelten sogenannten Informations-Integrations-Schicht geschaffen, in der im Einsatz die Daten verschiedenster Stellen zusammenlaufen sollen. In mehreren Feldtests erfolgten Validierungen der Programmierungen. Auch hier wurden die Mittel wieder hauptsächlich für Personalkosten verwendet. Zudem wurde verschiedene Hardware (siehe 2.2) für Feldtests beschafft.

AP-Bereich 300 umfasste die Validierung der bisher erarbeiteten Ergebnisse und Systemkomponenten, sowie letzte Anpassungen. Auch in diesem AP-Bereich wurde der Hauptteil der Mittel für Personalkosten verwendet.

2.2 Wichtige Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Für die Erprobung in den verschiedenen Feldversuchen und Übungen wurden etliche wearable Devices beschafft. Hierunter finden sich sowohl eine Datenbrille, als auch verschiedene Tablet-Computer. Um einen Vergleich der einzelnen Typen untereinander zu ermöglichen und so die zuvor aufgestellte Konzeption überprüfen zu können, wurden bewusst ganz verschiedenartige Modelle beschafft, die von Modellen aus dem professional-Bereich mit sehr robuster Ausgestaltung, bis hin zu für den Feldeinsatz zu ertüchtigenden consumer-Modellen reicht.

Verschiedene Klein- und Kleinstrechnungen für Funktionsmuster- und Demonstratorbau wurden vollständig aus Eigenmitteln beglichen und nicht angesetzt.

2.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die geringe Häufigkeit des Auftretens von MANV vermindert die Wirtschaftlichkeit von Produkten mit diesem Fokus erheblich. Bei der Erforschung einer speziell für den MANV einsetzbaren Technologie besteht ein Risiko darin, dass zwar Lösungsansätze entwickelt werden, diese aber (jetzt noch) zu teuer sind, um tatsächlich durch die Endnutzer angenommen und umgesetzt werden zu können, so dass eine Vermarktung schwierig wird. Ein zusätzliches Risiko in der MANV Forschung besteht durch die Heterogenität der in Deutschland und Europa vorhandenen Pläne zur Bewältigung von komplexen Einsatzlagen und MANV.

Für eine erfolgreiche Vermarktung des erforschten Systems fehlt es aktuell an gesetzlichen Regelungen und einheitlichen Standards. Durch Forschungsaufforderung wie die, des BMBF werden die Grundlagen für eine angestrebte Harmonisierung gelegt.

Die Bewältigung von Katastropheneinsätzen ist zunächst Aufgabe des öffentlichen Rettungsdienstes. Nur wenn die benötigte Technik auch in der täglichen Rettungsdienstarbeit sinnvoll eingesetzt werden kann, sind sowohl die Wirtschaftlichkeit der Anschaffung und der geübte Umgang gewährleistet. Gerätetechnik die sowohl in der täglichen Routine als auch im MANV verwendet werden können werden sicherlich bei Beschaffung bevorzugt werden.

Unter Berücksichtigung dieser Anforderungen stand folglich die geleistete Forschungsarbeit unter der Prämisse einer Systemlösung, die nicht nur im Ausnahmefall (Massenanfall von Verletzten), sondern auch im Regelrettungsdienst eingesetzt werden könne. Die während des Projektverlaufs durchgeführten Feldtests und Nutzerbefragungen bestätigten diesen Ansatz. Unter Berücksichtigung des Gesamt-Projektziels (Schaffung eines einheitlichen Informations- und Kommunikationskanals im Umfeld von Großschadenslagen mit Entscheidungs- und Unterstützungssystemen für rettungsdienstliche Arbeitsprozesse) galt es, „althergebrachtes“ - das lokal verfügbare Patientenmonitoring – auf eine neue Technologiestufe zu transferieren. Hierzu

erfolgte eine umfassende Ertüchtigung vorhandener Technologie auf der einen – sowie die Implementierung neuartiger Technologie auf der anderen Seite. Mit diesem Ansatz wurde sichergestellt, dass die hinsichtlich Usability und Anwenderschulung bewährte Technologie (Patientenmonitoring-System) weiterhin verwendet werden kann – und neue Technologiebereiche (Datenbrille; Wearable-Devices) hieran anknüpfen. Hiermit wird insbesondere auch den herausfordernden Situationen im Einsatzfall Rechnung getragen. Durch die Adaption auf ein bereits vorhandenes Patientenmonitoring/Defibrillatorsystem entfiel zudem die Entwicklung einer geeigneten Systembasis.

Problematisch am beschriebenen Ansatz war, dass sowohl Soft- als auch Hardware des Patientenmonitoringsystems nur schwer erweitern ließen. Hinderlich waren hierbei u.a. die an der Auslastungsgrenze konzipierte Hardware, wodurch kaum zusätzliche Rechenleistung zur Verfügung stand. Ebenso ist der physisch verfügbare Platz im Gerät sehr begrenzt, was Hardware-Erweiterungen umso herausfordernder macht.

GS konnte sich zudem mit der Arbeit mit Wearable-Devices ein neues, bis dato in der Firma nicht vertretenes Technologiefeld erschließen und neue Kompetenzen in diesem Bereich aufbauen, die nach Projektabschluss bereits in die Entwicklung eines neuen Produktes (corpuls control) fließen und auch die Entwicklung weiterer Produkte beeinflussen werden.

2.4 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Durch den kontinuierlichen Austausch mit den Anwendern wird die Praxistauglichkeit der Lösungen sichergestellt. Kooperationen mit einer Vielzahl von Partnern aus Forschung und Industrie ermöglichen einen breiten Wissenstransfer und perspektivisch die Übertragung der Ergebnisse des Teilvorhabens auch auf den allgemeinen Telemedizinbereich.

Für die GS Elektromedizinische Geräte G. Stemple GmbH könnte die Auswertung der gewonnenen Daten eine Ausgangsbasis für die Weiter- bzw. Neuentwicklung eines Seriengerätes darstellen.

Aus Übungsszenarien gewonnene Daten sollen ausgewertet werden, um Verbesserungspotentiale hinsichtlich der Geräteergonomie zu ermitteln, welche auch für zukünftige Produktentwicklungen der GS Elektromedizinische G. Stemple GmbH von Bedeutung sein könnten.

Die Ergebnisse des Projekts tragen dazu bei, die zwingend erforderlichen wissenschaftlichen Grundlagen zu schaffen, um im Anschluss an das Projekt die Realisierung einer marktreifen Lösung zu beginnen. Ziel des Vorhabens ist es ein echtzeitfähiges System zu entwickeln, welches in weiteren Schritten zu einem marktreifen Produkt weiterentwickelt werden kann. Der im Projekt entwickelte Demonstrator des Patientenmonitor/Defibrillatorsystems kann zu Demonstrationszwecken genutzt werden. Diese Möglichkeit ist insofern wichtig, da hier frühzeitig an mögliche Kunden herangetreten werden kann, welche im zeitlichen Vorlauf Budgets für Anschaffungen in ihren Haushaltsplanungen vorsehen.

Als „Spinoff“ unserer wearable Forschungen im Projekt AUDIME wurde gegen Ende der Projektlaufzeit die corpuls control entwickelt. Eine bluetooth konnektierte Nahbereichs-Fernbedienung für den Patientenmonitor corpuls 3, die unter anderem eine für die Ansicht in der Datenbrille entwickelte Übertragung und Ansicht der wichtigsten Vitalparameter wieder aufgreift. Die control steht kurz vor der Marktreife und wird voraussichtlich ab der zweiten Hälfte des Jahres 2018 vertrieben werden.

Details sind unter 3.3 aufgeführt.

2.5 Fortschritt des Standes der Technik

Änderungen des Standes der Technik sind hauptsächlich hinsichtlich Wearable-Devices zu verzeichnen. Waren die zu Beginn des Projektes verfügbaren Augmented- und Virtual-Reality Geräte von überschaubarer Qualität und Quantität, so zeichnete sich gegen Ende doch eine deutliche Verbesserung der verfügbaren Technologie ab. Die als Demonstrator verwendete Datenbrillen-Lösung „Recon-Jet“ zeigte deutliche – auch während der Feldtests merkbare – Usability-Schwächen. Diese machten sich unter anderem in Einschränkungen des Sichtfeldes oder nicht intuitiver Bedienung bemerkbar.

Nunmehr sind ausgereifere, leistungsfähigere Geräte erschienen, die intuitiver zu bedienen sind und mitunter echtes virtual reality liefern. Vergleichbar mit der vergangenen Technologieentwicklung auf dem Smartphone-Markt ist auch bei wearable Devices ein beständiger Leistungszuwachs bei sinkenden Kosten zu erwarten, was letztendlich für einen massentauglichen Einsatz unabdingbar ist.

2.6 Veröffentlichungen

GS selbst hat bislang keine eigenen Veröffentlichungen zum in Verbindung mit dem Forschungsprojekt herausgegeben. Fokus der bisherigen Veröffentlichungen des Projektes war in der Regel die Vorstellung des AUDIME-Gesamtsystems unter Beteiligung der Ergebnisse des Teilprojekts KOMVITEL. Teilweise erfolgten seitens GS unterstützende Beiträge zu den Publikationen der Partner.

3 Erfolgskontrollbericht

3.1 Beitrag des Ergebnisses zu den förderpolitischen Zielen

Das Teilvorhaben KoMViTel innerhalb des Verbundprojektes AUDIME bezieht sich auf die Bekanntmachung „Zivile Sicherheit – Schutz und Rettung bei komplexen Einsatzlagen“ vom 22. Februar 2013 im Rahmen des Programms „Forschung für die zivile Sicherheit 2012–2017“ der Bundesregierung. Es werden dabei die Themenschwerpunkte „Schutz und Rettung von Menschen“ sowie „Innovative Konzepte zur Unterstützung und zum Schutz der Einsatzkräfte“ bearbeitet. Ziel war die Schaffung eines einheitliche Informations- und Kommunikationskanals im Umfeld von Großschadenslagen, um verschiedenen Geräte miteinander in Verbindung zu bringen. Im Hinblick auf die medizinische Versorgung von Patienten bei einem Massenanfall von Verletzten und Unterstützung der Rettungskräfte, wurde im Rahmen des Teilprojektes KoMViTel ein Patientenmonitor/Defibrillatorsystem für genau diese Einsatzszenarien erforscht. Vorteile und Grenzen der Nutzung der Verbindung zu und Nutzung von Wearable-Devices als „Innovative Konzepte zur Unterstützung und zum Schutz der Einsatzkräfte“ konnten gezeigt werden.

Die Förderrichtlinie „Zivile Sicherheit – Schutz und Rettung bei komplexen Einsatzlagen“ soll einen Beitrag dazu leisten, die Arbeit der haupt- und ehrenamtlichen Einsatzkräfte mit organisatorischen und technischen Lösungen zu unterstützen. AUDIME und das Teilprojekt KOMVITEL greifen diesen Punkt auf, indem verschiedenste Aspekte der Einsatzbewältigung im Großschadensfall mithilfe neuer Technologien vereinfacht werden. Gleichzeitig kann als redundanzebene der bisher verwendete Ansatz weiterhin genutzt werden. Das Gesamtprojekt bietet mit der Informations- und Integrationsschicht eine übergreifendes Kommunikationsunterstützungssystem. Mit den Ergebnissen des Teilprojekts wird dieses System genutzt um allen Beteiligten Live-Vitalparameter betroffener Patienten zur Verfügung zu stellen und diese zur Telemedizinischen Unterstützung der Einsatzkräfte vor Ort nutzen zu können. KOMVITEL greift daher genau den Punkt „Entscheidungsunterstützungssysteme“ der Förderbekanntmachung auf.

3.2 Ergebnisse des Vorhabens

Innerhalb des Teilprojektes wurden in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern im wesentlichen die folgenden wissenschaftlich/technischen Ziele erreicht:

Zunächst erfolgte eine ausführliche Anforderungsanalyse hinsichtlich der Adaptierung eines bestehenden medizintechnischen Systems der GS Elektromedizinische Geräte G. Stemple GmbH (corpuls3) für die Anbindung an die im Gesamtprojekt zu entwickelnde Informations-Integrations-Schicht. Fokus war dabei die Verwendung des Systems bei einem Massenanfall von Verletzten. Das Patientenmonitor/Defibrillatorsystem sollte als Hilfsmittel zur Einsatzunterstützung eingesetzt werden. Dies umfasst nicht nur die Überwachung der Patientenparameter, oder die Alarmierung von nicht physiologischen Parametern sondern auch die Datenübertragung via Informations-Integrations-Schicht für eine notwendige telemedizinische Echtzeit-Konsultation. Da die Übertragungskapazität im Einsatzfall instabil und beschränkt sein kann, wurden in diesem Schritt die vom Gerät erfassten Vitalparameter und Kurven auf ihre Eignung für eine „Fernüberwachung“ mittels wearable devices hin untersucht. Als sinnvoll wurden die Vitalparameter

- Herzfrequenz
- Sauerstoffsättigung
- Endexpiratorischer Kohlenstoffdioxid-Partialdruck
- Atemfrequenz
- Systolischer und Diastolischer Blutdruckwert

ermittelt. Aufgrund der oft einschränkenden Displaygröße und – insbesondere bei Datenbrillen – geringen Auflösung wird auf die Übertragung von Kurven verzichtet. Deren Mehrwert wurde in diesem Anwendungsfall zudem als gering eingestuft. Für jeden der zu Übertragenden Parameter wurde ein Intervall festgelegt, in dem die jeweils aktuellen Messwerte zu übertragen sind.

Ebenso wurde untersucht, ob oder inwiefern eine Zwischenspeicherung der zu übertragenden Vitalparameter für den Fall eines Verbindungsabbruchs sinnvoll ist. Hier gelangten wir zu dem Schluss, dass es ausreicht, die Parameter auf dem erfassenden Gerät (corpuls3) zu speichern, diese aber im Falle eines Verbindungsabbruches nicht nachträglich zu übertragen, sondern bei Wiederherstellung der Verbindung mit der Übertragung der dann aktuellen Daten fortzufahren.

Basierend auf diesen Untersuchungen erfolgte in einem iterativen Prozess die tatsächliche Anpassung der Hard- und Software Komponenten des Patientenmonitor-/Defibrillatorsystems um eine Kommunikationsfähigkeit in und mit der Informations-Integrations-Schicht zu ermöglichen. In mehreren Schritten erfolgte abwechselnd Arbeiten am System und Bugfixing bzw. Stabilisierung. Um die Anbindung möglichst standardisiert zu erreichen, wurde sie im letzten Schritt über eine HL7 Schnittstelle realisiert, die es nun zur Marktreife zu entwickeln gilt. Über diese Anbindung kann auch eine telemedizinische Konsultation – z. B. über den Tele-LNA – erfolgen.

Für die im Projekt verwendete Datenbrille „Recon Jet“ wurde ein Interface konzipiert und entwickelt, dass es einerseits ermöglichte, die o.g. Vitalparameter als Übersicht zur Fernüberwachung eines Patienten anzuzeigen (siehe Abbildung 2). Andererseits wird mithilfe des Interface der gesamte Verbindungsaufbau auf einfachst mögliche Art realisiert. Hierzu wurde der corpuls3 so angepasst, dass er bei Verbindung mit der Informations-Integrationsschicht einen QR-Code generiert, der auf dem Monitor des Geräts angezeigt oder ausgedruckt werden kann. Der QR-Code enthält alle notwendigen Verbindungsinformationen und kann von der für die Brille entwickelten Software verarbeitet werden. Wird er mit der Kamera der Brille von Bildschirm oder Ausdruck abgescannt, baut die Brille über die Informations-Integrationsschicht eine Verbindung zu demjenigen Gerät auf, von dem der QR-Code gescannt wurde und wechselt in die Vitalparameter-Übersicht (Abbildung 2).

Die Handhabung des Gesamtsystems wurde in mehreren Feldtests und Anwenderbefragungen untersucht. Hierbei zeigten mehrfach die derzeit noch deutlich vorhandenen Schwachstellen der aktuell verfügbaren Datenbrillen Technologie – unter anderem in der WLAN Leistung, der Akkukapazität und der Darstellungsqualität. Da es sich beim abschließenden Projektstatus jedoch um einen Demonstrator handelt und von ständiger Weiterentwicklung der verfügbaren Hardware ausgegangen werden kann, wurde dies als akzeptabel eingestuft. Insbesondere zeigte sich auch, dass es bei der Bediensicherheit und die Akzeptanz des Systems noch nicht auf einem massentauglichen Niveau angekommen sind.

3.3 Verwertungsplan

Die Forschungsaktivitäten in AUDIME und speziell in dem Teilprojekt KoMViTel bergen erhebliches Potenzial zur nachhaltigen Etablierung von Telemedizin im Rettungsdienst und beim Massenanfall von Patienten. Ziel ist es Möglichkeiten der telemedizinischen Unterstützung auch für das Extremszenario eines MANV zu realisieren. Als vergleichbar wertvoll erweisen sich die Erkenntnisse, die bei der Nutzung von wearable devices im Einsatz bei Massenanfällen von Verletzten gewonnen werden konnten. Diese lassen sich auch in den Bereich der Individualmedizin und somit des rettungsdienstlichen Tagesgeschäftes transferieren.

Die Nutzung des corpuls3 als „Sensormodul“ zur Erfassung der Vitalparameter bietet zwar zahlreiche Usability-Vorteile, stößt jedoch, wie sich zeigte, mangels Geräteverfügbarkeit bei großen MANV schnell an Ihre Grenzen. Hier ist in Zukunft die Entwicklung einer abgewandelten, ggf. reduzierten Sensorhardware denkbar.

Schutzrechtsfähige Entwicklungen sind aus dem Projekt nicht hervorgegangen.

Aus den gewonnen Erkenntnissen ergeben sich jedoch für die GS Elektromedizinische Geräte G. Stemple GmbH folgende Ansätze zur wirtschaftlichen Weitervermarktung der Projektergebnisse:

Ein Jahr nach Projektabschluss:

- Weitere Nutzung der Erfahrungen mit Wearable-Devices in neuen Produkten (siehe unten)
- Möglichkeiten zur Anbindung für eine telemedizinische Konsultation in einem bestehenden Netzwerk. Hierbei soll insbesondere die HL7 Schnittstelle zur Marktreife weiterentwickelt und verwertet werden.

Circa zwei Jahre nach Projektabschluss:

- Produktiv nutzbare Umsetzung der Einbindung in eine Informations-Integrations-Schicht zur verteilten Nutzung der erhobenen Vitalparameter. Später Weiterentwicklung zur Nutzung im MANV
- Entwicklung abgewandelter Sensorhardware zum dezidierten Einsatz in MANV.

Die GS Elektromedizinische Geräte G. Stemple GmbH ist Marktführer in Deutschland und auch weltweit vertrauen professionelle Rettungsdienste auf die robusten und zuverlässigen Medizinprodukte der Marke corpuls. Bei einer Vermarktung wird dies von Vorteil sein. Die Projektergebnisse fördern die Erweiterung der Absatzmöglichkeiten unserer Geräte auf Anwendungen im MANV-Fall. Wir gehen davon aus, dass wir damit unsere Marktposition und den Absatz von Medizingeräten in Deutschland sowie in Europa, ausbauen zu können.

Als direktes „Spinoff“ der Untersuchungen des Projektes wird derzeit die „corpuls control“ (Abbildung 5) entwickelt. Diese transferiert die für das Projekt erdachten Funktionen der Brille in ein Smartwatch-ähnliches Gerät und erweitert zudem den Funktionsumfang um die Möglichkeit, verschiedene Funktionen des Patientenmonitors fernzusteuern. Bei der Entwicklung der „control“ werden bereits in großem Umfang die Erkenntnisse und Erfahrungen mit der Nutzung von wearable

devices verwertet, die während der Projektlaufzeit gewonnen wurden. So wurde beispielsweise der zuvor bereits erwähnte Aspekt der eingeschränkten Patient-Behandler-Interaktion durch die Nutzung der Datenbrille umgangen, indem das Prinzip „tragbares, kleines Display“ zwar erhalten blieb, dieses aber nicht mehr zwischen den beiden Akteuren „hing“ und die Interaktion behinderte. Zudem gestaltet sich das Nutzungsprinzip deutlich intuitiver (handyähnlich) als dies bei den bisherigen Smartglasses-Modellen der Fall ist. Ebenso wird hier die Erkenntnis berücksichtigt, dass ein kontinuierlicher Einsatz des Geräts im Tagesgeschäft zu deutlich höherer Bediensicherheit im MANV-Einsatz führt. Die „control“ steht kurz vor der Marktreife und wird voraussichtlich ab der zweiten Hälfte des Jahres 2018 vertrieben werden.

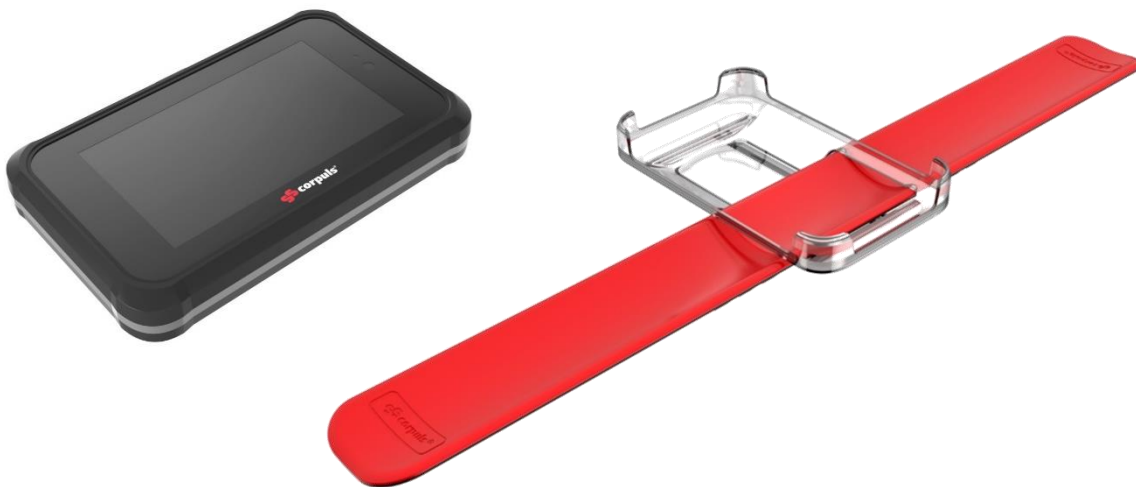


Abbildung 5: AUDIME "Spinnoff" Corpuls Control und zugehöriges Armband

3.4 Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Alle durchgeführten Arbeiten führten zu verwertbaren Ergebnissen.

3.5 Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer

Präsentationsmöglichkeiten für die direkten Projektergebnisse ergeben sich insbesondere auf wissenschaftlichen Symposien und Kongressen. Messen bieten einen weiteren guten Präsentationsrahmen. GS ist im Rahmen seiner Vertriebsaktivitäten auf zahlreichen der genannten Veranstaltungen vertreten. Die Präsentation ist dort mittels Ausstellung am Firmeneigenen Stand vorgesehen.

3.6 Einhaltung der Kosten- und Zeitplanung

Die Zeitplanung wurde grundsätzlich im Projektverlauf gut eingehalten. Anfängliche Verzögerungen bei der Anbindung an die Informations-Integrationschicht wurden über den oben beschriebenen

Zwischenschritt „Demonstrator 1“ kompensiert. Die initiale Kostenschätzung wurde im Bereich Materialkosten unterschritten. Es wurde deutlich, dass ein bereits im Rettungsdienst eingesetztes Patientenmonitoring System als Basis sinnvoller ist, als eine spezifische Neuentwicklung. Die Materialkosten der Hardwareentwicklungen fielen deutlich geringer aus als zum Zeitpunkt des Antrages erwartet.

4 Kurzfassung

Ziel des Teilvorhabens war es, ein Patientenmonitor/Defibrillatorsystem über eine zu entwickelnde Schnittstelle in eine übergeordnete Datenaustauschstruktur zu integrieren, um eine effiziente Echtzeitkommunikation und -information zur lokalen und entfernten telemedizinischen Nutzung im MANV zu realisieren. In einem dreistufigen Prozess wurden nach ausführlicher Anforderungsanalyse und umfangreichen Hard- wie Softwareanpassungen ein Demonstrator erarbeitet, der nicht nur die telemedizinische Konsultation zu in Echtzeit erhobenen Vitalparametern bei einem Massenanfall von Verletzten ermöglichte. Auch ist mit dem neuen System eine Fernüberwachung besonders kritischer Patienten mittels wearable devices möglich, was in diesem Einsatzszenario ob des Missverhältnisses an medizinischen Fachkräften und Patienten eine besonders große Rolle spielt.

Die Funktion des Demonstrators wurde in verschiedenen Settings – unter anderem auf zwei Großübungen – getestet und iterativ optimiert.

Die Verwertung der Projektergebnisse ist zum einen in der Entwicklung neuer medizinischer wearable devices möglich. Mit der „corpuls control“ wird das für die Datenbrille, die im Projekt verwendet wurde, ersonnene Konzept auf ein Smartwatch ähnliches Gerät übertragen. Bei der derzeit stattfindenden Entwicklung werden die Erkenntnisse des Projektes direkt verarbeitet, bekanntgewordene Systemschwächen können hier bereits umgangen werden. Die weitere Verwertung wird insbesondere in den Sparten Anbindung elektromedizinischer Geräte an bestehende Netzwerke und telemedizinische Konsultation – jeweils mit dem Fokus Massenanfälle von Verletzten – gesehen.