

**Flussdiagramme zur Erstellung
mehrstufiger Bedingungen
für Formulareingaben medizinischer
Patientendokumentationen**

LUKAS DANZER

MASTERARBEIT

eingereicht am
Fachhochschul-Masterstudiengang

INTERACTIVE MEDIA

in Hagenberg

im Januar 2013

© Copyright 2013 Lukas Danzer

Diese Arbeit wird unter den Bedingungen der *Creative Commons Lizenz Namensnennung–NichtKommerziell–KeineBearbeitung Österreich* (CC BY-NC-ND) veröffentlicht – siehe <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/at/>.

Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen entnommenen Stellen als solche gekennzeichnet habe. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Hagenberg, am 25. Januar 2013

Lukas Danzer

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-------------|
| Erklärung | iii |
| Vorwort | vii |
| Kurzfassung | viii |
| Abstract | ix |
| 1 Einleitung | 1 |
| 1.1 Motivation | 1 |
| 1.1.1 ADAC Deutschland | 2 |
| 1.2 Herausforderung | 3 |
| 1.3 Outline | 3 |
| 1.4 Handheld | 4 |
| 2 Visuelles Programmieren | 5 |
| 2.1 Definition | 5 |
| 2.1.1 Flussdiagramme | 5 |
| 2.1.2 Visuelle Programmierung | 6 |
| 2.2 Ein historischer Überblick | 7 |
| 2.3 Klassifizierung | 8 |
| 2.4 Klassifizierung nach Schiffer | 9 |
| 2.5 Einsatzmöglichkeiten | 10 |
| 2.6 Grenzen | 12 |
| 3 Patienten- und Einsatzdokumentationen | 14 |
| 3.1 Dokumentationen in Niederösterreich | 15 |
| 3.2 Die aktuelle Situation | 15 |
| 3.3 Einsatzprotokolle | 16 |
| 3.3.1 Decision Support System (DSS) | 17 |
| 3.4 Notarztprotokoll in Niederösterreich | 17 |
| 3.5 Beispiel in Wien | 18 |
| 3.6 Standards | 19 |
| 3.6.1 ISO Standards | 19 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.6.2 | HL7 ¹ | 19 |
| 3.6.3 | DICOM ² | 19 |
| 3.6.4 | OpenEHR ³ | 20 |
| 3.7 | Notärztliche Einsatzdokumentation | 20 |
| 3.7.1 | Inselprodukte | 21 |
| 3.8 | Telemedizin | 22 |
| 3.8.1 | Arzt-Bildschirm-Patient Beziehung | 22 |
| 3.8.2 | Trust in Numbers | 23 |
| 4 | Problemstellung | 24 |
| 4.1 | Anforderungen der Benutzer | 24 |
| 4.1.1 | Vor- und Nachteile analoger Einsatzprotokolle | 24 |
| 4.1.2 | Vor- und Nachteile digitaler Einsatzprotokolle | 25 |
| 4.2 | Die Überlegung | 28 |
| 4.2.1 | Lösungsansatz | 28 |
| 4.2.2 | Decision Support oder Validierung | 31 |
| 5 | Implementierung | 33 |
| 5.1 | Auswahl der Techniken | 33 |
| 5.1.1 | Administrationsbereich | 33 |
| 5.1.2 | Dokumentationsbereich | 34 |
| 5.2 | Der Administrationsbereich | 36 |
| 5.3 | Der Client | 38 |
| 5.4 | Besonderheiten | 38 |
| 5.4.1 | Bedingungen | 39 |
| 5.4.2 | Eingreifen des Validierungsmechanismus | 39 |
| 5.4.3 | Paging | 39 |
| 5.4.4 | Wertebereich und Normbereich | 40 |
| 5.4.5 | Trigger | 40 |
| 5.4.6 | Endlosschleifen | 41 |
| 5.4.7 | Warnings | 41 |
| 5.5 | Anwendungsbeispiel | 42 |
| 5.6 | Limitationen | 44 |
| 5.7 | Erweiterungsmöglichkeiten | 45 |
| 5.7.1 | Kollaboration | 45 |
| 5.7.2 | Datenschutz | 46 |
| 5.7.3 | Formeln | 46 |
| 6 | Schlussbemerkungen | 48 |
| 6.1 | Fazit | 48 |
| 6.2 | Ausblick | 49 |

¹<http://www.hl7.org/>

²<http://www.dicom.org/>

³<http://www.openehr.org/>

| | |
|--|-----------|
| Inhaltsverzeichnis | vi |
| A Inhalt der CD-ROM/DVD | 51 |
| A.1 Masterarbeit (PDF) | 51 |
| A.2 Einsatzdokumentation-Neu | 51 |
| A.3 Online-Quellen (PDF) | 52 |
| Quellenverzeichnis | 53 |
| Literatur | 53 |
| Online-Quellen | 56 |

Vorwort

Seit meinem Zivildienst, den ich an einer Bezirksstelle des Roten Kreuzes Niederösterreich ableisten durfte, faszinierten mich die Thematiken rund um den Rettungsdienst.

Während meines Studiums versuchte ich immer soziale Thematiken mit technischem Wissen zu verbinden und nach Möglichkeiten zu suchen, wie man das Gesundheitswesen in Österreich verbessern könnte. Umso mehr enttäuscht es mich, dass Entscheidungsträger auf diesem Gebiet die Wichtigkeit technischer Hilfsmittel im Rettungsdienst nicht erkennen und die Geldmittel aus u. a. (vereins-)politischen Gründen falsch oder gar nicht für Neuerungen in diesem Gebiet verwenden. Aus diesem Grund entstand diese Masterarbeit mit dem Hintergedanken, ein System zu finden, welches – ohne die aktuelle Vereins- und Organisationsstruktur im Raum Niederösterreich zu beeinflussen – sinnvoll eingesetzt werden kann.

Die Idee selbst entstand aus einem Projekt aus dem Studiengang *Interactive Media* an der FH OÖ Studienbetriebs GmbH in Hagenberg, in dem versucht wurde eine sinnvolle Lösung für ein mobiles Einsatz- und Patientendokumentationssystem auf Tablet-PCs zu finden.

Ich möchte mich natürlich bei all jenen bedanken, die mir während meines Studiums und vor allem während dem Schreiben meiner Masterarbeit unterstützend zur Seite gestanden sind. Vor allem möchte ich aber auch all jene nicht unerwähnt lassen, die leider schon von uns gehen mussten und es hoffentlich irgendwann einmal ein Wiedersehen gibt.

Kurzfassung

An den Notarzt-Hubschrauberstützpunkten des ADAC in Deutschland suchte man 2008 im Rahmen einer Studie nach einer praktikablen und effizienten Lösung der Patientendokumentation. Man entschied sich gegen die digitale Eingabe der Patientendaten auf mobilen Touchdevices in der prehospitalen Versorgung. Aus Gründen des Zeitaufwandes während der Einsätze wurde ein digitales Pen-and-Paper Verfahren umgesetzt.

Eine Entscheidung gegen bildschirmbasierte Anwendungen ist für ICT favorisierende Personen nicht vollkommen nachvollziehbar. Ein Problem, welches bei diesem Verfahren jedoch besteht ist das fehlende Feedback an die Benutzer. Die Benutzer bekommen keine Rückmeldung ob die Daten die sie eintragen valide sind. Dieses Problem besteht bei Tablet-PCs nicht.

Dadurch, dass sich in Österreich die Rettungsmittel von Stützpunkt zu Stützpunkt unterscheiden besteht hier kein einheitliches System und somit auch keine Möglichkeit der einheitlichen Validierung der Formulareingaben. Aus diesem Grund muss den Dienststellen die Möglichkeit geboten werden, selbst Eingabebedingungen zu definieren. Diese Bedingungen sollten mehrstufig ermöglicht werden. In reiner Tabellenform wäre dies sehr unübersichtlich und müsste von technischem Fachpersonal durchgeführt werden. Da in der Medizin sehr viele Algorithmen in Form von Flussdiagrammen definiert sind, ist eine Eingabe der Daten in dieser Darstellung zu bevorzugen. Deshalb ist der Ansatz einen Webadministrationsbereich zu schaffen, in dem die Bedingungen in Form von Flussdiagrammen zu erstellen sind, welche dann mit den Clients synchronisiert werden um dort eine Validierung der Eingaben durchzuführen. Dadurch wird auch gleichzeitig ein Decision Support für Notärzte und Sanitäter geboten.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde ein Prototyp für ein dynamisches Einsatzdokumentationssystem erstellt um ein, auf die unterschiedlichen Anforderungen der verschiedenen Einsatzorganisationen und Stützpunkte, geeignetes Dokumentationsmittel für den Rettungsdienst bieten zu können.

Abstract

At the emergency medical helicopter bases of the ADAC in Germany people were looking for a new and efficient way of documenting in patient care reports. This study resulted in a digital Pen-and-Paper-System because of efficiency aspects during the rescue mission.

A decision against screen-based applications could not be fully understandable for ICT favoring people. A problem that isn't yet solved for that kind of systems is the missing user feedback. User don't get any responses if the entered data is valid or invalid. However this problem wouldn't exist for screen-based applications at tablet PCs.

Because of the fact that Austria has many different emergency agencies which in addition differ from base to base there is no uniform system and therefore no possibility to validate those forms equally. For this reason, services must offer redefinable interfaces and constraints. Users should be able to define multilevel conditions. However, tablebased entrysystems would be too confusing and would have to be performed by a technical professional. As in medicine, many algorithms are defined in the form of flow charts. That's why data entry in form of flow charts should be preferable. Therefore, the approach is to create a web administration tool where conditions are created in the form of flow diagrams, which are then synchronized with the clients in order to perform a validation of the entries. Thus this system also offers a decision support for emergency physicians and paramedics.

In this master thesis, a prototype for a dynamic emergency documentation system was created to suit the varying needs of different organizations and bases used to provide a suitable documentation tool for all rescue services.

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Motivation

Die Sicherheit und die Gesundheit des Patienten sollten die primären Ziele eines jeden Arztes sein. Der medizinische Erfolg einer Person mit einer Krankheit oder Verletzung zu helfen sollte vorrangig sein. Gerade die Mitarbeiter im Rettungsdienst sind die Kontaktpersonen, welche die Patienten als Erstes antreffen, und mit welchem die professionelle Versorgungskette startet. Hier werden die Weichen für die weitere Versorgung in den Krankenhäusern gestellt. In diesen, für die Patienten ungewohnten Extremsituationen, ist ein perfektes Einsatzteam gefragt. Sowohl medizinisch als auch organisatorisch stoßen auch die Mitarbeiter der Rettungsorganisationen an ihre Grenzen, um das Wohl des Patienten garantieren zu können. Die Aufgaben dieser Rettungs- und Notfallsanitäter als auch der Notärzte sind unterschiedlich, aber umfassen hauptsächlich alle den primären Erfolg also den Erfolg am Einsatzort. Natürlich ist der sekundäre Erfolg im Krankenhaus ebenso wichtig, allerdings sollte dem Patienten vom Absetzen des Notrufes, bis zum Eintreffen im Spital bereits eine Besserung seiner Situation – sofern die möglich ist – erfolgen. Trotzdem gibt es natürlich einige Aufgaben, die für den primären Erfolg nicht relevant sind. Hierzu zählt vor allem die Einsatzdokumentation. Diese hat mehrere Zwecke, vor allem dient sie aber für die Informationsweitergabe im Krankenhaus und als rechtliche Grundlage bei etwaigen, später auftretenden Unklarheiten.

Im Gegensatz zu anderen Bundesländern in Österreich gibt es die Einsatzdokumentation als auch die Notfalldokumentation in Niederösterreich immer noch in Papierform. Die analoge Dokumentation in Papierform hat trotz der vielen Vorteile digitaler Systeme noch immer einige berechtigte Aspekte für die Nutzung. Allerdings sind die Möglichkeiten mit einem digitalen Gerät – wie zum Beispiel die Rückmeldung an den Benutzer nach einem Eintrag – sehr hilfreich und sollten zu einem Wechsel animieren.

Da sich allerdings bereits jetzt schon viele Insellösungen in den Kranken-

häusern und Rettungsorganisationen gebildet haben, und die Möglichkeiten und Pflichten von Standort zu Standort unterschiedlich sind, ist es notwendig ein modulares, dynamisches System zur Hand zu haben um für einen Großteil der Anforderungen eine gute Lösung bieten zu können.

Um jedoch den Arbeitsaufwand der Erstellung der verschiedenen Formulare mit den unterschiedlichen Validierungsbedingungen nicht von einer Stelle aus regeln zu müssen, sollte dieses dezentral von den Mitarbeitern der Stützpunkte selbst lösbar sein.

Aus diesem Grund wurde nach einer Möglichkeit gesucht eine einfache, übersichtliche und intuitive Art der Formularerstellung und den dazugehörigen Bedingungen zu ermöglichen.

1.1.1 ADAC Deutschland

An den Notarzt-Hubschrauberstützpunkten des ADAC in Deutschland suchte man 2008 im Rahmen einer Studie nach einer praktikablen und effizienten Lösung der Patientendokumentation. Man entschied sich gegen die digitale Eingabe der Patientendaten auf mobilen Touchdevices in der prehospitalen Versorgung. Aus Gründen des Zeitaufwandes während der Einsätze wurde ein digitales Pen-and-Paper Verfahren umgesetzt.

Eine Entscheidung gegen bildschirmbasierte Anwendungen ist für ICT favorisierende Personen nicht vollkommen nachvollziehbar. Ein Problem welches bei diesem Verfahren jedoch besteht ist das fehlende Feedback an die Benutzer. Die Benutzer bekommen keine Rückmeldung ob die Daten die sie eintragen valide sind. Dieses Problem besteht bei Tablet-PCs nicht.

In [17, S. 503] konnten Vorteile bezüglich Datenvollständigkeit und Dokumentationsqualität einer EDV-Unterstützten Dokumentation gegenüber traditionell handschriftlichen, papiergestützten Dokumentationen erkannt werden. Allerdings befinden die Autoren die Anwendung elektronischer Dokumentationssysteme in der Praxis durch einige Faktoren limitiert. Als Faktoren werden von Helm et al. in [16] die Praxistauglichkeit der eingesetzten Computer, die Umständlichkeit der Dateneingabe – insbesondere die Schwierigkeiten bei der Informationsweitergabe an der Zielklinik – und den oft erheblichen finanziellen Aufwand für Hard- und Software genannt. Die Autoren versuchten in [17] eine papiergestützte, digitale Einsatzdokumentation (DINO) zu erstellen, um die Vorteile einer papiergestützten Dokumentation mit den Vorteilen einer primär EDV-gestützten Einsatzdokumentation zu verbinden. Die Vorteile der EDV-gestützten Systeme liegen vor allem beim Dokumentationsinhalt und der Dokumentationsqualität.

Die Autoren beschreiben, dass sie beide Systeme verbinden, ohne dabei aber die wesentlichen Nachteile beider Verfahren mit zu übernehmen. Die Autoren vergessen hierbei aber einen entscheidenden Punkt: die Rückmeldungen zu den getätigten Eingaben. Bei dem in [16, 17] vorgestellten digitalen Pen-and-Paper-Systemen gibt es keine Möglichkeit des Feedbacks an

den Benutzer. Es können weder Fehlermeldungen noch Warnungen, oder Erfolgsmeldungen gesendet werden. Eine Möglichkeit würde eine Rückmeldung über ein weiteres Gerät – Smartphone oder Tablet-PC – bieten, allerdings würde dies die Geschlossenheit des Systems aufbrechen und somit die Umständlichkeit erhöhen.

1.2 Herausforderung

Dadurch, dass sich in Österreich die Rettungsmittel von Stützpunkt zu Stützpunkt unterscheiden, besteht hier kein einheitliches System und somit auch keine Möglichkeit der einheitlichen Validierung der Formulareingaben. Aus diesem Grund muss den Dienststellen die Möglichkeit geboten werden, selbst Felder innerhalb eines Formulars und die dazugehörigen Eingabebedingungen zu definieren. Diese Bedingungen sollten mehrstufig ermöglicht werden. In reiner Tabellenform wäre dies sehr unübersichtlich und müssten von einem technischen Fachpersonal durchgeführt werden. Da in der Medizin sehr viele Algorithmen in Form von Flussdiagrammen definiert sind, ist eine Eingabe der Daten in dieser Form der Darstellung zu bevorzugen. Deshalb ist der Ansatz einen Webadministrationsbereich zu schaffen, in dem die Bedingungen in Form von Flussdiagrammen zu erstellen sind, welche dann mit den Clients synchronisiert werden um dort eine Validierung der Eingaben durchzuführen. Dadurch wird auch gleichzeitig ein Decision Support für Notärzte und Sanitäter geboten.

Hierfür wurde ein Prototyp eines solchen Programms – mit dem Namen EDN (Einsatzdokumentation Neu) – erstellt.

1.3 Outline

Wie bereits erwähnt wird in dieser Arbeit überlegt die Erstellung von Einsatzformularen mit den dazugehörigen Bedingungen dezentral auf jedem Stützpunkt jeder Einsatzorganisation zu lösen.

Beginnend wird in Abschnitt 2 auf die Grundlagen des Kernthemas dieser Arbeit eingegangen. Die Ermöglichung des Visuellen Programmierens kann in vielen Situationen zur Steigerung der Effizienz beim Endbenutzer führen. Diese Thematik soll in diesem Kapitel erörtert werden.

In Abschnitt 3 werden die Grundlagen von Patientendokumentationen und die Erörterung der aktuellen Situation des Notarztwesens in Niederösterreich beschrieben. Zusätzlich werden die Grundlagen zu den angesprochenen Thematiken, wie z. B. den Standards, welche für medizinische Einsatzdokumentationen einflussgebend sein können, erwähnt. In Abschnitt 4 soll nochmals spezifischer auf die Besonderheiten der aktuellen Situation in Niederösterreich eingegangen werden und davon ableitend die Überlegungen, die zu dem aktuellen Prototypen führten, erläutert werden.

Im darauffolgenden Kapitel wird auf die Wahl der Technik und der Umsetzung eingegangen. Aufbauend auf den theoretischen Teil der Arbeit wird in Abschnitt 5 versucht die Fragestellungen ob die Eingabe mehrstufiger, verketteter Bedingungen für Formulareingaben bei elektronischen Patientendokumentationen in Form eines Flussdiagramms zu einer Minderung des Zeitaufwands der Eingabe und einer Verbesserung der Verständlichkeit der Bedingungen führen kann, anhand eines Prototyps untersucht? Des Weiteren soll auch dargestellt werden, ob diese Art der Bedingungsformulierung ein brauchbarer Ansatz für Formularvalidierungen für Einsatzdokumentationen sein kann.

1.4 Handheld

Der Begriff *handheld*, *handhelds* oder *hand-held* wird in der Literatur [2, 19, 36, 37] oft verwendet. Jedoch gibt es hierfür keinen genauso aussagekräftigen deutschen Ausdruck, der diese Klarheit des *mit einer Hand tragbar und bedienbar* vermittelt. Als mögliche Übersetzung könnte hier *handgeführt* genannt werden. Da diese jedoch nicht diese Bedeutung und Klarheit aufweisen, wird im Rahmen dieser Arbeit dieser Begriff weiterhin in Englisch geführt.

Kapitel 2

Visuelles Programmieren

2.1 Definition

In diesem Abschnitt werden die wichtigsten Begriffe im Zusammenhang mit visueller Programmierung erklärt.

2.1.1 Flussdiagramme

Zu Beginn der Arbeit muss vorerst der Begriff Flussdiagramm definiert werden. Flussdiagramme, oder auch Programmablaufpläne, beschreiben laut [26, S. 1]

[...] den Ablauf der Operationen in einem informationsverarbeitenden System in Abhängigkeit von den jeweils vorhandenen Daten. Sie bestehen im Wesentlichen aus Sinnbildern für Operationen, dem Sinnbild Eingabe, Ausgabe und dem Sinnbild Ablauflinie.

Flussdiagramme stellen eine einfache Form von Abläufen dar. Sie werden in vielen medizinischen Büchern und Lernunterlagen dazu verwendet, Abläufe und Zusammenhänge dem Leser näher zu bringen. Außerdem basierte ein Großteil der Diagramme bis Mitte der 70er Jahre im Bereich der Softwareentwicklung und -darstellung auf Flussdiagrammen [30, S. 6]. Deshalb stand die Überlegung nahe, Flussdiagramme, welche sich schon in jeder Schulungsmappe eines Rettungssanitäters befinden, für die Definition von Bedingungen übernehmen zu können. Die wichtigsten Sinnbilder sind in Abb. 2.1(a-f) aufgelistet.

Die in Abb. 2.1(e) dargestellte Ablauflinie kann zur Verdeutlichung des Ablaufs auf das jeweils nächstfolgende Sinnbild durch eine Pfeilspitze gerichtet sein, insbesondere bei Abweichungen von den Vorzugsrichtungen [26, S. 5].

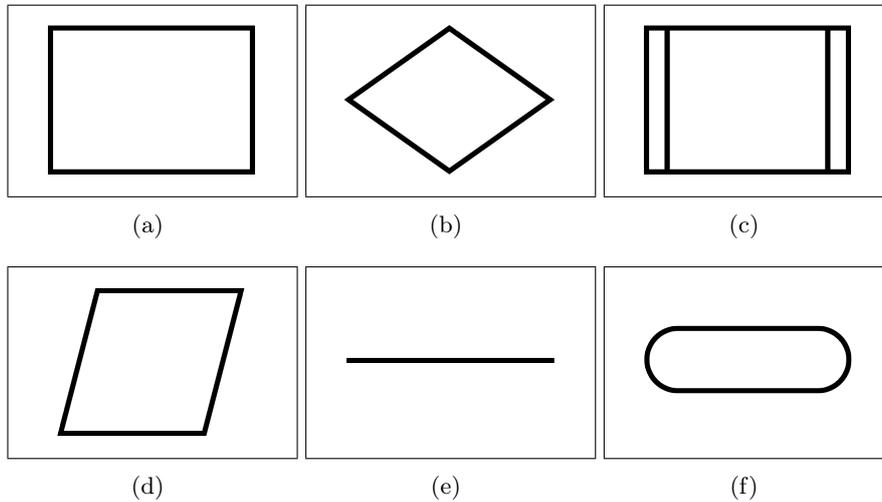


Abbildung 2.1: Die Sinnbilder für Programmablaufpläne nach [26, S. 4f]; (a) Operation, (b) Verzweigung, (c) Unterprogramm, (d) Eingabe oder Ausgabe, (e) Ablauflinie, (f) Grenzstelle.

2.1.2 Visuelle Programmierung

Eine gute Definition für den Begriff *Visuelle Programmierung* und den umfassenden Begriffen wird in dem Buch von Schiffer [31] gegeben. Nachdem der Autor verschiedene Begriffsdefinitionen aus der Literatur zitiert, leitet er seine eigene Definition daraus ab:

Eine visuelle Sprache ist eine formale Sprache mit visueller Syntax oder visueller Semantik und dynamischer oder statischer Zeichengebung.

Weiters definiert Schiffer den Begriff Visuelle Programmiersprache:

Eine visuelle Programmiersprache ist eine visuelle Sprache zur vollständigen Beschreibung der Eigenschaften von Software. Sie ist entweder eine Universalprogrammiersprache oder eine Spezialprogrammiersprache.

Eine Universalprogrammiersprache kann dazu dienen jegliche Berechnung zu formulieren. Eine Spezialprogrammiersprache ist mehr limitiert und kann für einen eingeschränkten Anwendungsbereich vollständige Programme definieren [31].

Visuelle Programmierung wird von Schiffer folgendermaßen definiert:

Visuelle Programmierung ist die Erstellung von Software mit visuellen Programmiersprachen und visuellen Softwarebeschrei-

bungssprachen. Eine Menge integrierter Werkzeuge zur visuellen Programmierung heißt VP-System.

Unabhängig hiervon ist die Softwarevisualisierung zu sehen. Diese hat die Zielsetzung der Illustration und Veranschaulichung von Programmen oder Programmteilen. Visuelle Programmierung hat das Ziel der Implementierung von Programmen indem vor allem Sprachbarrieren überwunden werden.

Wie in [30, S. 22] definiert, kann allerdings auch der Begriff der *Visuellen Programmierumgebung* unterschiedlich betrachtet werden. Diese ist nicht zwangsläufig eine Programmierumgebung mit der Möglichkeit visuell zu programmieren, sondern allgemein formuliert ist es ein Tool mit welchem Programme mit sowohl visuellen als auch verbalen Programmiersprachen realisiert werden können.

2.2 Ein historischer Überblick

Seit der Entwicklung des Graphischen User Interface (GUI) für welches Sutherland mit seinem Sketchpad [34] als federführend gilt, kam auch der Gedanke auf, Programmieren mit visuellen Bausteinen zu ermöglichen. Sutherlands Ziel war es die Interaktion mit dem Computer so intuitiv wie möglich zu gestalten. Somit wurde versucht die Programmentwicklung, welche wenigen Personen mit besonderem Fachwissen möglich ist, für die breite Masse zugänglich zu machen.

Bei der textuellen Programmierung handelt es sich um keine triviale Fertigkeit die einfach durchgeführt werden kann. Hierfür ist viel Lernaufwand, praktische Erfahrung und die Fähigkeit in abstrakten Formen zu denken erforderlich. Aus diesem Grund sollte die Visuelle Programmierung die Erstellung von Programmen ohne diese Kenntnisse ermöglichen.

Bereits Anfang der 60er Jahre beschäftigten sich einige Wissenschaftler mit den Möglichkeiten der Visuellen Programmierung. Ein in der Literatur oft erwähntes Produkt ist FLOWCHARTER von Haibt [14]. Es erzeugte Assembler-Programme um daraus Flussdiagramme zu erstellen. Dieses Produkt wurde von dem Autor in vier Teile geteilt:

[...] the preprocessors, the flow analysis, the computation summary, and the output program.

Seit Mitte des neunzehnten Jahrhunderts wurde somit mehr Forschung und Entwicklung in visuelle Programmiersysteme investiert, die zunehmend zu vollständigen marktreifen Systemen wuchsen. Das Ziel blieb jedoch immer gleich: Man wollte intuitiv anwendbare und einfach erlernbare Hilfsmittel für die Programmierung schaffen.

2.3 Klassifizierung

Nach Catarci et al. werden in [6, S. 220f] visuelle Programmiersprachen in folgende Untergruppen klassifiziert:

- Formulare und Tabellen (Form-based),
- Diagramme (Diagram-bases),
- Piktogramme (Icon-based) und
- Hybridsysteme (Hybrid).

Formularbasierte Sprachen:

A form is a named collection of objects having the same structure. [...] The main characteristic of computer forms is that it is a structured representation which corresponds to an abstraction of conventional paper forms.

Zellen können somit laut [6, S. 221] nicht nur einfache Daten, sondern auch Subformulare oder Tabellen beinhalten.

Diagrammbasierte Sprachen: Der Inhalt von Daten wird besser und intuitiver verstanden, wenn diese in einer graphischen Repräsentation angezeigt werden um Beziehungen und Verhältnisse zwischen den Daten erkennen zu können. Die Anordnungen, Verbindungen, Größen und Farben können eine unterschiedliche Wahrnehmung beim Menschen hervorrufen [6, S. 223]. Diagramme wie Torten, Balken und Baumdiagramme fallen beispielsweise unter diese visuelle Klassifizierung. Vor allem in den einführenden Lehrveranstaltungen in denen Programmierkenntnisse gelehrt werden, werden vor der Erstellung von Programmen diese mittels Diagrammen (Venn-Diagramme, Flussdiagramme und Petrinetze) skizziert. Diese einfache Methode der Darstellung von Konzepten für die Programmierung kann gleichzeitig dazu genutzt werden, das fertige Programm zu erstellen.

Piktogrammbasierte Sprachen: Diese Art der Programmiersprache ist durchaus interessant und ein komplett anderer Ansatz. In [15, S. 497] sind diese folgendermaßen definiert:

Ein Piktogramm ist eine Darstellung mit Bildsymbolen, deren Bedeutung festgelegt und allg. verständlich ist (Referenzobjekt); ein Mittel zur Substitution verbalsprachlicher Begriffe durch bildhafte Darstellung.

Ein Beispiel für ein Referenzobjekt wäre eine Schildkröte, die auf die Langsamkeit eines Prozesses hinweist. Der Unterschied zu Diagrammen hingegen

besteht darin, dass in Piktogrammen ein Konzept oder eine Idee visualisiert wird. Bei Diagrammen besteht die Hauptintension darin, Beziehungen zwischen den Konzepten anzuzeigen [6, S. 226].

2.4 Klassifizierung nach Schiffer

Im Gegensatz zu den in Abschnitt 2.3 vorgestellten Klassifizierungen, welche sich vor allem auf das Erscheinungsbild stützen, beschreibt Schiffer eine ganz andere Herangehensweise an diese Thematik. Der Autor bezieht sich auf die Spracheigenschaften der Visuellen Programmiersysteme [31, S. 97]:

- VP-Systeme basierend auf verbalen Sprachen,
- VP-Systeme basierend auf visuellen Sprachen,
- VP-Systeme basierend auf spezielle Bereiche.

Den VP-Systemen, welchen eine *verbale Sprache* zugrunde liegt sind, z. B. Komponenten- oder Transitionsnetze. Sie stellen die bereits existierenden visuellen Merkmale mit der Zusatzfunktion Programmcode zu bilden nochmals ab. Diese Programmiersprachen sind eng an die Konzepte verbaler Sprachen angelehnt und können deshalb als graphische Gegenstücke verbaler Programmiersprachen bezeichnet werden. Hierunter nennt Schiffer folgende Subkategorisierungen:

- Steuerflussorientierte VP-Systeme,
- Funktionsorientierte VP-Systeme,
- Datenflussorientierte VP-Systeme,
- Objektorientierte VP-Systeme und
- Constraintorientierte VP-Systeme.

Weiters existiert die Klasse der VP-Systeme, welche auf *visuellen Sprachen* basieren. Diese unterscheiden sich kaum von der Funktion der VP-Systeme welche auf verbalen Sprachen basieren. Der Unterschied hierzu ist, dass diese kein Gegenstück in der verbalen Programmierung haben. Als Subkategorien werden hier folgende Klassen genannt:

- Regelorientierte VP-Systeme,
- Beispielorientierte VP-Systeme und
- Formularorientierte VP-Systeme.

Unter diese Gruppe fallen auch die regelorientierten VP-Systeme welche aus einer Menge graphischer Objekte bestehen, die sich zur Laufzeit verändern können. Hierunter würden auch Flussdiagramme fallen. Die dritte Klasse umfasst *spezielle Bereiche*. Hier nennt Schiffer visuelle Programmiersprachen die spezielle Ansätze für die parallele Programmierung realisieren oder unterschiedliche Sprachkonzepte vereinen. Das bedeutet, sobald zwei unterschiedliche VP-Systeme zum Einsatz kommen fällt dieses unter die Klasse der speziellen VP-Systeme.

2.5 Einsatzmöglichkeiten

Bei Menschen ist die visuelle Wahrnehmung sehr stark ausgeprägt. Bilder und Grafiken, vor allem Piktogramme, werden vom Menschen sehr schnell wahrgenommen. Wie in der Diplomarbeit von Judith Sambs [30, S. 25] beschrieben ist Softwareentwicklung eine sich ständig weiterentwickelnde Domäne. Allerdings ist das Ziel dieser VP-Systeme laut [30, S. 25f] folgendes:

Ziel ist bei der visuellen Programmierung nicht nur die ständige Verbesserung von Softwareprodukten, sondern auch die Steigerung der Effizienz und Qualität im Entwicklungsprozess.

Trotzdem hat Visuelle Programmierung noch immer einige Limitationen und ist deshalb nicht für alle Einsatzgebiete geeignet. Mittels Visueller Programmiersprachen werden bei der Darstellung bestimmte Informationsteile hervorgehoben, was mit Einbußen der Sichtbarkeit anderer Informationen bedingt ist.

Eine sehr aufschlussreiche Arbeit von Navarro-Prieto und Cañas beschreibt die psychologischen Aspekte, welche bei der visuellen Programmierung ins Spiel kommen. Die Autoren leiten davon die Schlussfolgerung ab, dass die graphische Darstellung einen starken Einfluss auf die Programmierer hat. In diesem Versuch wurden zwei Tests unabhängig von einander durchgeführt, um anhand unterschiedlicher Repräsentationen von Programmcode die Leistungsunterschiede der Testpersonen zu evaluieren. Es wurden zwei Darstellungen entwickelt, da die Autoren von der Annahme ausgingen, dass Programmierer zwei unterschiedliche mentale Darstellungen von Programmcode haben: Einerseits das *Programmmodel*, die textbasierte Darstellung, und andererseits das *Domainmodel*, welches die funktionalen Beziehungen zwischen den Programmteilen beschreibt. Durch die kognitive Fähigkeit der Symbolverarbeitung – sofern diese unterstützend eingesetzt wird – können visuelle Informationen vom Menschen effektiver aufgenommen und verarbeitet werden [25].

Somit liegt der Hauptunterschied zwischen textueller und visueller Programmierung klar beim fehlenden Übersetzungsschritt zwischen Problemlösung und deren Implementierung [21].

In dieser Arbeit von Larking et al. mit dem aussagekräftigen Titel „*Why a Diagram is (Sometimes) Worth Ten Thousand Words*“ wird bestätigt, dass der Einsatz von Diagrammen erst durch Beziehungen mehrerer Objekte wirksam wird. Die Betrachter können selbst Ableitungen wie aus Abb. 2.2 machen. Die Autoren schlussfolgern:

- Diagrams can group together all information that is used together, thus avoiding large amounts of search for the elements needed to make a problem-solving inference.

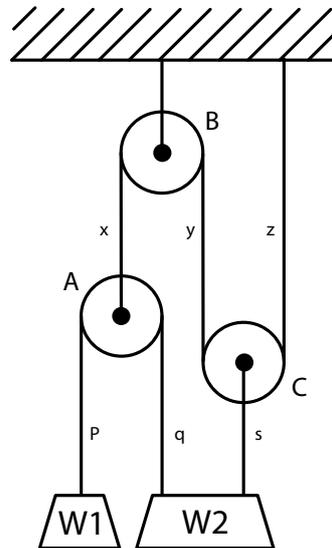


Abbildung 2.2: Einfaches Beispiel zweier Gewichter an mehreren Seilzügen um Aussagen über verschiedene Repräsentationen machen zu können [21, S. 72f].

- Diagrams typically use location to group information about a single element, avoiding the need to match symbolic labels.
- Diagrams automatically support a large number of perceptual inferences, which are extremely easy for humans.[21, S. 98]

Für Burnett – eine Professorin an der Oregon State University, welche einige Arbeiten zu Visueller Programmierung veröffentlicht hat – sind drei Eigenschaften für die Visuelle Programmierung ausschlaggebend [5, S. 78]:

- Verschiedenheit der Benutzer (*diversity of audience*),
- Verwendung nicht traditioneller Programmierparadigmen in Visuellen Programmiersprachen (*non-traditional programming paradigms in VPLs*) und
- Abgeleitete Eigenschaften der Unterstützung bei der Softwareerstellung (*inherent elements software engineering support*):
 - Greifbarkeit (*concreteness*),
 - Unmittelbarkeit (*directness*),
 - Deutlichkeit (*explicitness*) und
 - unmittelbares, visuelles Feedback (*immediate visual Feedback*).

Die abgeleiteten Eigenschaften sind alle Eigenschaften, welche ebenso bei anderen textuellen Softwareerstellung greifen. Als *Greifbarkeit* wird hier-

bei die Eigenschaft verstanden, die Logik des Programms mittels Objekten und Daten ausdrücken zu können. Unter *Unmittelbarkeit* wird verstanden, dass Objekte ohne Umwege verändert werden können. Als Beispiel kann hier die Translation eines Objektes an einer Fläche verstanden werden. Hier kann das Objekt einfach bewegt werden und nicht anhand mehrerer Eingaben von Koordinaten. Unter *Deutlichkeit* wird die Eigenschaft verstanden, dass das was sichtbar ist, auch wirkt. Als Beispiel können hier die Verbindungen zwischen zwei Elementen in Diagrammen gelten. Unter *unmittelbarem, visuellem Feedback* verstehen die Autoren, dass Änderungen sofort visuell dargestellt werden.

Domänenspezifische Programmierung: Vor allem in Anwendungsfällen, in denen Notationen und graphische Darstellungen speziell an die Anforderungen einer speziellen Domäne angepasst sind, erweist sich die Visuelle Programmierung als ein sehr sinnvolles Mittel. Fachpersonal, das starkes Wissen in deren Fachbereichen besitzt, hat die Möglichkeit ein speziell zugeschnittenes Programm ohne Programmierkenntnisse zu erstellen. Dadurch, dass Endbenutzer kein detailliertes Wissen über Computer und Programmierung verfügen, sind deshalb Modelle zur Problemlösung aus dem alltäglichen Leben greifbar und deutlich umzusetzen [30, S. 85f].

2.6 Grenzen

Schiffer beschreibt in [31, S. 78], dass eine schlecht gewählte Darstellung Probleme – bezugnehmend auf die Benutzerfreundlichkeit und somit auch die Effizienz einer visuellen Programmierumgebung – verursachen kann:

Zudem weisen Grafiken eine geringe Darstellungsdichte als Text auf. Ist eine Grafik größer als ein Bildschirmfenster, was auch für kleine Programmstücke schnell der Fall sein kann, dann muss sie entweder in Teilgrafiken zerlegt werden oder ist nur ausschnittsweise darstellbar. Im ersten Fall kann sich der Betrachter nur durch ständigen Wechsel zwischen den Teilgrafiken einen Überblick verschaffen, im zweiten Fall ist ein mühsames Verschieben des Bildschirmausschnitts in meist zwei Dimensionen notwendig.

Eine weitere Möglichkeit wäre, Übersichtsdarstellungen anzuzeigen, was jedoch die Limitationen Visueller Programmierung nicht aufhebt. Dadurch resultiert laut Schiffer auch eine schlechte Skalierbarkeit, da durch die geringen Strukturierungsmöglichkeiten nur einfache Programme erstellt werden können [31, S. 259].

Des Weiteren besteht die Limitation dieses Verfahrens ganz klar, dass innerhalb einer graphischen Entwicklungsumgebung keine neuen Funktionen

oder Knoten erstellt werden können, die über das Funktionsspektrum der visuellen Programmiersprache hinaus gehen. Einige Visuelle Programmiersprachen, wie z. B. *Quartz Composer* weisen die Funktionalität auf, dass Knoten gruppiert oder zusammengefasst werden können. Somit kann zum Einen eine strukturelle Gliederung und zum Anderen das Erstellen eines neuen Knoten ermöglicht werden. Allerdings bleibt dies nur innerhalb des Funktionsumfangs der VP-Sprache. Neue Knoten müssten deshalb über textuelle, klassische Programmierung erstellt und somit die VP-Sprache erweitert werden.

Kapitel 3

Patienten- und Einsatzdokumentationen

Unter den Begriff *Patientendokumentation* fallen viele Dokumente, welche sehr breit gefächert sind. Deshalb ist eine Unterscheidung der verschiedenen Arten wichtig. Elektronische Patientendokumentationen werden nach [11] in folgende Kategorien klassifiziert:

- Electronic Medical Records,
- Electronic Health Records,
- Electronic Case Records und
- Personal Health Records.

Electronic Medical Records (EMR): Hierbei handelt es sich um einfache lokale Dokumentationen, welche oft bei Ärzten in deren Ordinationen oder kleinen Kliniken lokal gespeichert werden. Diese Daten sind weder für Krankenkassen noch Patienten zugänglich und werden auch nicht mit anderen Systemen synchronisiert.

Electronic Health Records (EHR): Nach [32] ist ein EHR

[...] a repository of information regarding the health status of a subject of care, in computer processable form.

Hier zeigt [20] auf, dass diese Definitionen verschiedener Institute, Standards und Committees sich unterscheiden.

Electronic Case Records (ECR): Bei dieser Art der Patientendokumentation wird nicht der gesamte Krankheitsverlauf eines Patienten an einer Versorgungseinrichtung verwaltet, sondern ein medizinischer Fall eines Patienten über mehrere Versorgungseinrichtungen hinweg. Somit besteht der Vorteil, dass ein Fall für alle behandelnden Ärzte auf einmal zugänglich ist und Doppeluntersuchungen vermieden werden können [11].

Personal Health Records (PHR): Wie der Name schon sagt, handelt es sich hier um eine persönliche medizinische Patientenakte, die vom Patienten selbst verwaltet wird. Diese kann sowohl in Papierform in einem Ordner oder digital angelegt sein.

Electronic Patient Care Reports (ePCR): ePCR sind Einsatzprotokolle. Sie sind ein Teil von EMR, EHR und eventuell PHR und behandeln einen Fall. Im Rahmen der Literaturrecherche wurde kein Unterschied zwischen ECR und ePCR gefunden. Ebenso wird im Rahmen dieser Arbeit davon ausgegangen, dass electronic Patient Care Reports aus Sicht der Rettungseinheit von einem Einsatz handeln. EHR können allerdings Daten beinhalten, welche zeitlich weiter auseinander liegen können, da der Verlauf einer Krankheit vom Ausbrechen bis zur Heilung betrachtet wird.

Public Health Records: Ebenso wird in [20] beschrieben, dass man bei diesen medizinischen Dokumenten unterscheiden muss, ob es sich um lokale oder um verteilte Systeme handelt. Zusätzlich werden auch noch Public Health Records genannt. Diese Dokumente sind öffentlich verfügbar, allerdings pseudonymisiert und somit nicht auf eine Person zuordenbar.

3.1 Dokumentationen in Niederösterreich

Die aktuellen Dokumentationsvarianten unterscheiden sich sehr stark zwischen den verschiedenen Einsatzorganisationen und Bundesländern. Der aktuelle Stand in Niederösterreich ist verbesserungswürdig und bietet deshalb eine gute Möglichkeit ein Konzept eines neuen Einsatzdokuments von Grund auf an neu zu überlegen. Die tätigen Einsatzorganisationen handhaben ihre Dokumentation selbst. Deshalb sind einige Inselsysteme entstanden, welche sich zu keinen verbreiteten standardisierten Systemen entwickelten.

3.2 Die aktuelle Situation

Momentan wird für das Notarztwesen in Niederösterreich ein Notarztprotokoll, welches auch in Abb. 3.1 dargestellt ist, verwendet. Das Notarztwesen ist Aufgabe des Landes und wird deshalb von der NÖ Landeskliniken-Holding geleitet. Aus diesem Grund herrschen hier einheitlichere Bedingungen, allerdings unterscheiden sich die Anforderungen und Möglichkeiten je nach Krankenhaus zu welchem primär gefahren wird. Jedes Formular besitzt zwei Durchschlagblätter. Ein Blatt wird im Zielkrankenhaus bei der Patientenübergabe dem Krankenhauspersonal übergeben und die weiteren Blätter auf der Dienststelle abgelegt. Nach jedem Einsatz hat die Besatzung dieses Pro-

Abbildung 3.1: Das Notarztprotokoll der Notarztwagen in Niederösterreich³.

protokoll nochmals in ein online Formular (nahmens NACA-X¹) einzugeben. Diese digitalen Daten werden allerdings nur für interne Zwecke verwendet. Das bedeutet, dass die Stützpunkte selbst keinen Zugriff auf diese Daten haben, weshalb dieses System nur ungern genutzt wird.

Der aktuelle Stand (15.01.2013) ist, dass sich die NÖ Landeskliniken-Holding in Testverfahren von Softwareprodukten teilweise inklusive Hardware befindet. Allerdings sind Dauer und Ergebnis noch unklar.² Des Weiteren soll es sich nur um Notarzte dokumentationen handeln. Das heißt, die Einsatzdokumentationen für einfache Rettungswagen bleibt unberührt.

3.3 Einsatzprotokolle

Die verschiedenen Einsatzorganisationen in Niederösterreich haben bis dato kein einheitliches Dokumentationsformular. Allein das Notarztwesen, welches von mehreren Einsatzorganisationen im Auftrag der NÖ Landeskliniken-

¹<http://www.edv-trimmel.at/NACA-X/>

²E-Mail-Kontakt mit Kerschbaumer Rene (NOTRUF NÖ GmbH).

³<http://www.edv-trimmel.at/NACA-X-Handprotokoll/index.html>

Holding handelt, wird einheitlich geföhrt. Das Notarztprotokoll unterscheidet sich in der Anzahl der Felder, da ein Notarzt mehr Kompetenzen als die Rettungs- und Notfallsanitäter aufweist und deshalb auch mehr Maßnahmen tätigen kann. Aus diesem Grund wird hier ein einheitliches Protokoll für Notärzte verwendet. Allerdings werden diese Notarztwägen von den jeweiligen Schwerpunktkrankenhäusern mit den Materialien versorgt. Das bedeutet, dass es bis dato ebenfalls keine einheitliche Fahrzeugausstattung in Niederösterreich gibt.

Als Beispiel hierfür kann das Blutgasanalyse-Gerät (BGA) genannt werden. Der Notarztstützpunkt Lengbach führt dieses Gerät, als eines der wenigen Einsatzfahrzeuge, mit. Dieses System ist ebenfalls in den SOPs mit einbezogen. Aus diesem Grund muss dieses Gerät bei bestimmten Notfällen verwendet werden. Allerdings sind die gemessenen Daten nicht vollständig auf dem Notarztprotokoll bedacht, weshalb ein weiteres Formular mitgeführt werden muss, um eine sinnvolle Dokumentation der Blutgase-Werte ermöglichen zu können.

3.3.1 Decision Support System (DSS)

Vor allem in Nordamerika ist diese Art des Dokumentationssystems unter Rettungsmannschaften weiter verbreitet. Im Gegensatz zur herkömmlichen Dokumentation unterstützt dieses System die handelnden Personen (behandelnde Ärzte oder Sanitäter) mit Vorgaben, welche Schritte als Nächstes durchzuführen sind. Das erfordert natürlich eine zeitnahe und fehlerfreie Dokumentation. Es werden Messergebnisse in das System eingegeben, welches dann die erforderliche Behandlung vorgibt.

So wie in [27] herausgefunden wurde, lässt die Dokumentationsmoral von Ärzten allerdings sehr zu wünschen übrig. Diese Studie hat festgestellt, dass in fast 50% der ausgewerteten Fälle entscheidende Daten fehlerhaft oder gar nicht dokumentiert wurden.

3.4 Notarztprotokoll in Niederösterreich

In Niederösterreich ist bis dato (15.01.2013) das handschriftliche Notarztprotokoll in Verwendung. Dieses wird von den an den Notarztstützpunkten tätigen Notärzten ausgefüllt und dient zur Datenweitergabe, -aquirierung und zu statistischen Zwecken. Bis 2011 wurden diese händisch ausgefüllten Daten nachträglich nochmals zur statistischen Auswertung auf der Dienststelle digitalisiert und per Tastatur in ein online Formular, NACA-X, eingegeben. Der Zeitaufwand ist deshalb bei weitem mehr, als wenn die Daten einmalig digital eingegeben werden und diese dann mit den erforderlichen Stellen automatisch synchronisiert werden. Ob und wann die Daten ausdrücklich oder automatisch synchronisiert werden sollen, muss in einer weiterführenden Arbeit genauer untersucht werden und ist nicht Teil dieser Arbeit.



Abbildung 3.2: Das Dokumentationsystem EDOCTA der Firma *impactit GmbH* welches in Wien eingesetzt wird.

Die Arbeit von Chang [7] aus 1990 zeigt, dass der noch nicht stattgefundenene Wechsel von analogen zu digitalen Dokumentationssystemen längst fällig ist. Da bereits damals schon ein technischer Wechsel stark befürwortet wurde und die Problematiken, so wie in [7] beschrieben, längst behoben sind, erkennt man, dass in Niederösterreich ein technischer Wechsel stattfinden muss. Mittlerweile gibt es Standards, welche das Speichern und den Datenaustausch einheitlich gestalten und somit Probleme minimieren.

3.5 Beispiel in Wien

Die Wiener Rettungorganisationen gehen mit gutem Beispiel voran und verwenden bereits digitale Dokumentationssysteme. Hierbei ist ein System des Wiener Unternehmens *impactit GmbH* namens EDOCTA (in Abb. 3.2 abgebildet) in Verwendung⁴. Dieses mobile Datenterminal für Krankentransport und Rettungsdienst wird sowohl vom Wiener Roten Kreuz, Arbeiter Samariterbund Wien, der Johanniter Unfall Hilfe Wien und dem Malteser Hospitaldienst Wien eingesetzt. Dieses kleine tragbare System, welches modular erweiterbar ist wird im Rahmen der Johanniter Wien hauptsächlich für Krankentransporte, also geplante Transporte verwendet.

Außerdem wird das MEDEA von Center Communication Systems GmbH⁵ verwendet. Es handelt sich hierbei um ein teures, fast unverwüstabares Panasonic Toughbook. Dieses System wurde von der Wiener Rettung (MA70) aus, an die Notarztwägen verbreitet und befindet sich seither im Einsatz. In [12] schreibt OA Dr. Bettina Eder den Neuaufbau eines digitalen Einsatzsystems der MA70 auf einem Panasonic Toughbook C19. Die Eingabe in dieses System kann mittels Tastatur oder mittels Stift auf dem Touchscreen erfolgen. Dieses System ist über eine Schnittstelle mit dem Einsatzleitsystem der

⁴<http://www.impact.co.at/produkte/edocta/>

⁵<http://www.centersystems.com/>

Leitstelle der MA70, dem Fahrzeug und den dazugehörigen medizinischen Geräten sowie dem Verrechnungssystem verbunden. Für schnelle Eingaben von numerischen Werten wurden je nach Anwendung spezielle Eingabehilfen implementiert. Plausibilitätskontrollen und direkt verfügbare Begriffserklärungen helfen laut [12] Fehleingaben des Anwenders zu minimieren bzw. zu vermeiden.

3.6 Standards

Standards in diesem Bereich gibt es Viele. Im Rahmen dieser Arbeit werden die wichtigsten Vertreter, welche eine entscheidende Rolle für Patientendokumentationen spielen können, kurz angeführt.

3.6.1 ISO Standards

Die *International Organization for Standardization* wurde 1947 gegründet. Heute wurden über 19000 Internationale Standards, in allen Bereichen die unser Leben beeinflussen, veröffentlicht⁶. Das *Technical Committee*(TC) "Health Informatics" wurde 1998 gegründet. Durch dieses Komitee wurde der ISO/TC215 [32] mit dem Ziel der Standardisierung der Gesundheitsinformation herausgebracht.

3.6.2 HL7⁷

Der Health Level 7 ist ein Standard, der Richtlinien für das Verarbeiten und Übertragen von sensiblen Patientendaten entwickelt und vorgibt. Die Organisation selbst wurde 1987 gegründet. Die Zahl Sieben soll hierbei auf die sieben Schichten des ISO/OSI Modells hinweisen. Der primäre Zweck dieser Standards – damals und auch heute – war und ist eine bessere Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Krankenhaus Informationssystemen (KIS) bieten zu können. Mittlerweile gibt es schon einige Versionen dieser Standards, miteinschließend der Arden Syntax für den klinischen Decision Supports und CDA Standards. Die ELGA (Elektronische Gesundheitsakte) ist ein bekanntes Beispiel aus Österreich, welches sich nach dem HL7 Standard richtet.

3.6.3 DICOM⁸

Dicom steht für *Digital Imaging and Communications in Medicine* und wurde 1983 von dem American College of Radiologists und dem National Electronic Manufacturers' Association gegründet. Es handelt sich hierbei um einen

⁶<http://www.iso.org/iso/home/about.htm>

⁷<http://www.hl7.org/>

⁸<http://www.dicom.org/>

offenen Standard für die Verarbeitung von medizinischen digitalen Bilddaten. Darunter fallen unter anderem Röntgenbilder, MR- und CT-Bilder.

3.6.4 OpenEHR⁹

Im Gegensatz zu den bereits erwähnten Standards handelt es sich beim openEHR-Standard um einen öffentlichen Standard, welcher sich vor allem um die Erstellung elektronischer Patientenformulare und die Speicherung der eingegebenen Daten kümmert. Ein Archetyp welcher von der *openEHR*-Foundation gegründet wurde definiert Archetypen folgendermaßen [40]:

[...] a computable expression of a domain content model in the form of structured constraint statements, based on a reference (information) model.

3.7 Notärztliche Einsatzdokumentation

In [27] wurden notärztliche Einsatzdokumentationen untersucht. Die Dokumentation selbst stellt einen essenziellen Punkt im Rahmen des Informationstransfers von Einsatzteams am Berufungsort zu den Mitarbeitern im Krankenhaus dar. Im Rahmen einer Studie wurden die Dokumentationen der Notärzte untersucht und Fehldokumentationen in erheblichem Ausmaß festgestellt. Bedenkliche Fehler wurden bei Daten der Medikamentengaben von Fentanyl bei Polytraumas gefunden. Von 24 untersuchten Szenarios, waren 12 Dokumentationen korrekt, 11 nicht korrekt und eine Medikamentengabe wurde nicht dokumentiert. Fentanyl ist ein starkes Schmerzmittel – ca. 100 mal so potent wie Morphin – welches stark analgetisch und sedierend wirkt und deshalb in Österreich unter das Suchtmittelgesetz fällt. Eine fehlerhafte Dokumentation kann schwerwiegende Folgen haben, vor allem für den Patienten. Als ein weiteres Beispiel, mit nicht so gravierenden Folgen, kann die Anzahl der Blutdruckmessungen genannt werden. Von 56 untersuchten Szenarios (28 STEMI- und 28 Polytraumaszenarios) wurde zehn mal die richtige Anzahl durchgeführter Blutdruckmessungen dokumentiert, 48 mal die falsche und 3 mal keine, trotz durchgeführter Blutdruckmessung, angegeben. Obwohl es sich im zweiten Fall um keine kritische Information handelt, zeigt dies doch die Fehleranfälligkeit analoger Einsatzdokumentationen in Stresssituationen. Die Stresssituationen sind einerseits von enormen Zeitdruck und andererseits durch die erschwerten äußeren Bedingungen geprägt.

M. Helm et al. untersuchten in [38] ebenfalls das Dokumentationsverhalten von Notärzten während der Rettungseinsätze. Im Rahmen der Untersuchung wurde herausgefunden, dass Notärzte das Protokoll nicht immer von oben nach unten abarbeiteten. Weitgehend wurde der vorgegebenen Datenblockanordnung gefolgt. Es wurde allerdings herausgearbeitet, dass die

⁹<http://www.openehr.org/>

Monitoring- und Messdaten verfrüht eingegeben wurden und zwar unmittelbar nachdem diese Daten erhoben wurden. Diese Dokumentationsweise ist klar nachvollziehbar, da man sich nicht alle Messdaten merken kann. Wenn Vitalwerte erhoben wurden, werden diese gleich dokumentiert um keine Informationsverluste zu erhalten. Aus diesem Grund sollte auch in einer digitalen Dokumentation jegliche Information innerhalb eines Einsatzprotokolls schnell zu erhalten sein.

Untersucht wurden die Einsatzprotokolle der Rettungshubschrauber des Stützpunktes Christophorus 22 in Ulm. Wie auch in dieser Arbeit handelte es sich nur um prehospitale Dokumentationen.

Wichtig bei diesen Daten ist auch die Möglichkeit diese nachträglich zu analysieren und Änderungen aus den gewonnenen Informationen abzuleiten.

So wie in [28] oder der Follow-Up Studie [33] wo Prehospital Patient Care Reports (PCR) einer Freiwilligenorganisation in Staten Island, NY untersucht wurden um Fehler der Einträge zu analysieren und dadurch die Qualität der Reports zu steigern.

Eine interessante Arbeit von De Potter et al. [9] beschäftigt sich mit einer anderen Sichtweise als die der üblichen Arbeiten über elektronische Gesundheitsdokumentationen. Die meisten Arbeiten beschäftigen sich mit dem Speichern und dem Austausch von Patientendaten und weniger mit Datenverarbeitung. In [9] wird versucht, mit Hilfe einer Patient Summary Ontology (PSO) ein vollständiges, dynamisches, medizinisches Verlaufsprofil zu erstellen¹⁰. Mit dieser Möglichkeit – so beschreiben die Autoren – kann einfach nach Medikamentenunverträglichkeiten auf Basis der semantischen Regeln im Hintergrund gesucht werden. Eine Reasoning Engine überprüft die Tripel aus dem Tripel Store und leitet ab, ob Unverträglichkeiten gegenüber Medikamenten vorhanden sind. Bevor ein Medikament gegeben wird, kann dieses unterstützende Mittel dazu genutzt werden, schnell und einfach die Arzneistoffe innerhalb der Medikamentengruppen zu vergleichen und auf Grund vorheriger Dokumentationen mögliche Gefahrenquellen für Unverträglichkeiten zu suchen.

3.7.1 Inselprodukte

In einiger Literatur, wie auch in [10] aus 2009, wird klar definiert, dass es sich bei vielen der aktuell vorhandenen medizinischen Informationssysteme (KIS und PCR) um Insellösungen handelt. Viele Krankenhäuser und Einsatzorganisation haben ihr eigenes, abgeschottetes System in Verwendung. Oft lässt sich dieses auch bundeslandweit beobachten. Für den nord-östlichen Bereich Österreichs ist das genauso: Wien verwendet ein komplett anderes System als Niederösterreich oder Burgenland.

¹⁰Die Patient Summary Ontology kann unter <http://www.agfa.com/w3c/2009/> aufgerufen werden.

3.8 Telemedizin

Eine oft zitierte Arbeit von Thomas Mathar [23] beschreibt die Konsequenzen des technowissenschaftlichen Gesundheitssystems. Am Beispiel eines Telemonitoring-Instituts untersucht der Autor welche Auswirkungen das Telemonitoring auf die Arzt-Patienten-Beziehung hat. Er untersucht die Idealvorstellungen für einen Großteil der Menschen: Perfekte Vernetzung der Einsatzorganisationen mit den Gesundheitsakten und idealen medizinischen Maßnahmen, mit Unterstützung der medizinischen, technologischen Hilfsmittel unter den Aspekten der Medizinsoziologie und -anthropologie. Doch ein Punkt der hierbei verloren und oft unbeachtet bleibt, ist der soziale Aspekt des Patientengesprächs. Der Einfluss der immer mehr an Bedeutung gewinnenden, digitalen Hilfsmittel in der Medizin auf das Verhalten des medizinischen Personals, insbesondere dem Entscheidungsverhalten der handelnden Personen und in der Konsequenz auch auf den Patienten, wird laut Mathar unterschätzt. Der Vorteil dieser medizinischen Geräte ist klar: Es besteht ein hoher Bedarf an omnipräsenten digitalen Hilfs- und Kontrollsystemen die dem medizinischen Personal Arbeitserleichterung mit gleichzeitiger Qualitätssteigerung liefern soll. Vor allem der Aspekt des vernetzten Wissens bietet mehr Transparenz der Patienten und vor allem dessen medizinische Vorgeschichte. Allerdings birgt dies auch einige Nachteile: Das Patientengespräch wird vernachlässigt. Bezugnehmend auf die medizinischen Geräte versucht Thomas Mathar weiter zu untersuchen, welche Sichtweisen und Wahrheiten diese Systeme generieren. Als Beispiel könnte hierbei die Variabilität von Grenzwerten und Normwerten genannt werden. Die Originaldaten werden durch jedes elektronische Hilfsmittel verfälscht. Die Befürchtung ist, dass die zwei Hauptakteure – der Patient und der Arzt – immer weiter auseinander wandern und durch Medizinprodukte auseinander gedrückt werden. Telemedizin vergrößert diese Entfernung weiter.

3.8.1 Arzt-Bildschirm-Patient Beziehung

Die Patientendokumentationen und Einsatzdokumentationen sind auf einem Blatt Papier ersichtlich gewesen. Durch die Entstehung von elektronischen Patientendokumentationen (ePCR) wird dieses eine Blatt auf mehrere, kleine Bildschirme mit mehreren Fenstern gepresst. Patienten werden elektronisch anhand Registerkarten beurteilt. Die Aufmerksamkeit des medizinischen Personals wird vom Patienten auf die Bildschirme gelenkt. Deshalb wird eine Arzt-Patient-Beziehung immer mehr zu einer Arzt-Bildschirm-Patient-Beziehung.

Das hat auch Auswirkungen auf den Patienten. Viele Geräte und Kabel sind an den Patienten angeschlossen, piepsende Geräusche des Pulsoxymeters und EKGs übertönen die Kommunikation mit dem Patienten und die Technik nimmt eine immer zentralere Rolle ein. Diese Geräte müssen auch

vom Personal eingestellt und bedient werden. Deshalb besteht eine stärkere Interaktion mit den Geräten als mit dem Patienten und machen dadurch den Zustand des Patienten von wenigen Kennzahlen abhängig. Thomas Mathar beschreibt in [23] die Tatsache, dass Informations- und Kommunikationstechnologien Klassifikationssysteme fördern und man sich deshalb nicht nur fragen sollte wie diese Systeme Daten darstellen, sondern auch wie sie eingreifen. Ebenso werden auch Standards und Kategorisierungen gefördert, welche Ansichtsweisen bewerten und andere verstecken. So wird in [4, S. 5-6] beschrieben:

This is not inherently a bad thing – indeed it is inescapable. But it is an ethical choice and as such it is dangerous – not bad, but dangerous.

3.8.2 Trust in Numbers

Nach Theodore M. Porter werden Zahlen als Objektiv angesehen, weil sie nach klaren Regeln vergleichbar sind. Woher allerdings diese Daten stammen bleibt dabei unbeachtet. Deshalb wird diese Tatsache laut [23] als sehr gefährlich erachtet, da all diese unterstützenden Technologien verschiedene Auswirkungen zur Folge haben. Die handelnden Personen haben Ausbesserungsarbeiten und Stabilisierungsarbeiten zu leisten damit diese Systeme am Laufen gehalten werden. Ebenso ist zu beachten, dass die Handlungen des Arztes zunehmend fremdbestimmt werden. Handlungsanleitungen wie bei einem Decision Support System (DSS) machen die Ärzte zu Handlangern und weniger zu Entscheidungsträgern. Behandlungen, Therapien und Medikationen liegen nicht mehr im Ermessen der Ärzte sondern werden von Außen reguliert.

Andererseits muss auch die Kehrseite beachtet werden. Der medizinische Blick wäre nur halb so gut, wenn die technischen Hilfsmittel, wie Graphen, Zahlen, EKG und andere Messinstrumente nicht wären. Sie erlauben die internen Vorgänge im Körper zu visualisieren, klassifizieren und zu beurteilen. Ohne diese Hilfsmittel wäre der medizinische Standard nicht so fortschrittlich wie er heutzutage ist.

All diese Arbeiten welche in Abschnitt 3 erwähnt wurden untermauern und favorisieren die Möglichkeiten, welche durch digitale Geräte geboten werden. Trotzdem werden sie nicht, oder nicht so genutzt, wie sie im Idealfall genutzt werden könnten, unter Berücksichtigung der Tatsache dass diese Systeme auch negative Auswirkungen auf die Hilfeleistung haben könnten.

Kapitel 4

Problemstellung

4.1 Anforderungen der Benutzer

Vor allem von Ärzten und anderen weniger technik-affineren Anwendern kann man nicht erwarten, Datenbankänderungen in Tabellen mit verschiedenen Beziehungen durchzuführen. Ebenso gehören Gelegenheitsnutzer zu dieser Gruppe, an die man keine starken Anforderungen, wie z. B. das Ändern dieser Daten in unübersichtlicher Form, stellen darf.

4.1.1 Vor- und Nachteile analoger Einsatzprotokolle

Wenn man ein Einsatzprotokoll eines Notarztes nach einem Einsatz betrachtet, dann sieht man oft zusätzliche Anmerkungen, Zeichnungen oder Skizzen die neben den Feldern notiert werden. Diese außertourlichen Informationen werden – je nach Anforderung – unterschiedlich protokolliert.

Der Vorteil der üblichen Pen-and-Paper-Systemen ist, dass diese ohne weitere Probleme getragen werden können und somit nicht ortsgebunden sind. Sie besitzen auch nicht die oft diskutierten Anfälligkeiten digitaler Systeme, wie Spiegeln des Bildschirms, falsche Erkennung bei Eingaben und technische Risiken. Fehleranfälligkeiten, wie die zu geringe Ladung des Akkus, die Funktion nach Stößen oder Berührung mit Flüssigkeiten, können digitale Geräte zu einem Ausfall zwingen und somit für die Einsatzmannschaften weitere Probleme schaffen. Als Backup-Lösung müsste man dann wieder zur ursprünglichen Papierversion greifen, was jedoch am eigentlichen Sinn der Einsatzdokumentationen vorbei geht. Diese Robustheit der Pen-and-Paper-Systeme gegenüber digitalen Eingabesystemen ist ein bedeutender Vorteil, weshalb der Einsatz neuerer Dokumentationsmöglichkeiten noch diskutiert wird.

4.1.2 Vor- und Nachteile digitaler Einsatzprotokolle

Verschiedene Möglichkeiten digitaler Einsatzsysteme gibt es zu Genüge. In [19] überprüften die Autoren M. Kulla, M. Helm und L. Lampl die Möglichkeiten einer digitalen Dokumentation während der Schockraumversorgung. Eine wichtige Frage die sich die Autoren stellen, ist ebenfalls, welche Ressourcen (materiell, personell und finanziell) für diese Dokumentation zur Verfügung gestellt werden sollen.

Scanner: Ein interessanter Punkt, der hierbei als technische Lösung genannt wird, ist der Scanner, wenn man bedenkt, dass die Arbeit erst 2007 veröffentlicht wurde. Das zeigt welche Überlegungen angestellt werden bzw. welche zum Teil veralteten Abläufe noch immer in medizinischen Einrichtungen vorhanden sind. Gescannt werden handschriftliche Dokumente, um diese digital abzulegen.

Video/Audiodokumentation: Diese Form der Dokumentation ist sehr organisationsunabhängig. Hierbei können die gesetzten Maßnahmen lückenlos dokumentiert werden und später auch zu Ausbildungs- und Nachbesprechungszwecken genutzt werden. Allerdings ist ein immens hoher Speicher- und Aufwand und ein hoher Aufwand bei der Datenauswertung erforderlich.

Personal Digital Assistant (PDA) oder Smartphones: Akkulaufzeit und Handlichkeit sprechen für die kleinen Pocket-PCs. Sie werden von den Ärzten als Nachschlagewerke oder auch für individuelle Dokumentationen genutzt. Letellier et al. überprüfen in [35] die Vorteile zweier *handheld Devices* und befinden Pocket-PCs auf Grund ihrer Handlichkeit als geeigneter für mobile Nachschlagewerke als Tablet-PCs. Allerdings wurde in dieser Studie die Funktion als Dokumentationsmittel nicht beachtet.

Computer: Computer sind weitverbreitet und sind auch heutzutage schon in den meisten Notfallkliniken vorhanden, da die Dateneingabe über die Tastatur sehr schnell ist und diese mit externen Geräten wie Barcodescanner oder Ähnlichem sehr einfach erweitert werden können. Allerdings fehlt bei klassischen Computern die Möglichkeit der Ortsungebundenheit. Aus diesem Grund ist es notwendig, dass an jeder Station der Patientenversorgung ein Gerät vorhanden ist. Deshalb ist ein Standrechner keine Alternative für ein neues Einsatzdokumentationssystem.

Tablet-PCs und Notebooks: Tablet-PCs und Notebooks bieten die Vorteile eines einfachen Stand-PCs mit der Möglichkeit, diese bei sich zu tragen und jederzeit ortsungebunden verfügbar zu haben. Die Eingabe kann hierbei über einen Stift oder mit den Fingern auf einem Touchscreen, oder über eine externe oder eingebaute Tastatur erfolgen. Daher ist dieses System sehr gut

auf die unterschiedlichen Aufgaben in sich ändernder Umgebung anzupassen. Auch diese Geräte können für automatische Spracherkennung, Handschrifterkennung oder mit Barcodereader erweitert werden.

Da sich bis dato keine eindeutige, ideale Hardware für digitale Systeme im Rettungsdienst flächendeckend durchgesetzt hat, gibt es auch Bewegungen wie die Arbeit von Venu Govindaraju und Robert Milewski [13, 24]. Sie versuchen den Text mit Hilfe der gedruckten Boxen über automatisierte Texterkennung auszulesen und zu transkribieren um eine Wissensbasis zu bilden.

Hierbei ergeben sich nach [13] eindeutige Schwierigkeiten:

- Handschriften sind sehr unterschiedlich und manche sehr schwer lesbar,
- die Anzahl der Möglichkeiten medizinischer Ausdrücke ist sehr groß,
- oft werden Daten auch außerhalb der Boxen notiert,
- Texte können sich überlappen oder mehrzeilig sein,
- Schriften ändern sich, die Zeichenabstände werden enger je näher sie zum Seitenrand kommen und
- ab und zu werden zusätzliche Notizen gemacht, Texte durchgestrichen oder Textbausteine eingefügt.

All diese Punkte erschweren die Texterkennung und führen deshalb laut den Autoren zu keinen idealen Ergebnissen.

Spracherkennung: Ein Punkt in keiner gefunden Literatur behandelt wurde, ist die Möglichkeit der Spracheingabe. Spracheingabe erweist sich allerdings bei Einsatzorganisationen nicht als zielführend. Im Gegensatz zum Arzt im Spital befinden sich die Notärzte in unterschiedlichen Umgebungen. Die Geräusche der anderen Einsatzfahrzeuge oder der Wind am Einsatzort, das Schütteln der Geräte in den Verankerungen in den Patientenräumen und das Folgetonhorn können die Spracheingabe stören und müssten deshalb von einer weiteren Person manuell transkribiert werden.

Von Papier zu Bildschirm: In [29] wurden die Schwierigkeiten beim Umstieg von Papiersystemen zu elektronischen Patientendokumentationen untersucht und Lösungen erarbeitet, einen einfacheren Umstieg zu gewährleisten. Ein Problem, welches die Autoren anmerken ist, dass es keinen Standard für das Umsetzen des graphischen Userinterfaces eines Patientendokumentes gibt. Gerade deshalb ist es schwierig, die digitalen Systeme einfach und intuitiv in die Arbeit während Stresssituationen einzugliedern. Es ist daher schwierig auf neue Systeme umzusteigen und diese zu erlernen.

Kök et al. beschreiben in [18] die Schwierigkeiten eines Gesundheitssystem, wenn dieses in die tägliche Routine aufgenommen werden soll, vor allem wenn Benutzer unterschiedlicher Wissensstände von Patienten,

Ärzten und Administrationspersonal Zugang zu diesem System haben. Diese Schwierigkeiten entstehen vor allem dadurch, dass die wahrgenommene Nützlichkeit und Erleichterung – welche allerdings von den Benutzern subjektiv wahrgenommen werden – ein entscheidender Faktor für die Nutzerakzeptanz ist. Die Autoren definieren neun Punkte, die für die endgültige Verwendung und Nutzerakzeptanz entscheidend sind. Neben der Möglichkeit des Datenaustauschs (was als wichtiger Vorteil gegenüber den papierbasierten Systemen wahrgenommen wird) zählen das User Interface, die wahrgenommene Arbeitserleichterung und Nützlichkeit, die Standardisierung, die Verbesserung der Patientenversorgung, die Zeitersparnis, die Suchmöglichkeit und die vorhandene Datenarchivierung als Einflussfaktoren.

Rückmeldung Eine Möglichkeit, welche die analogen Papier- und Stiftsysteme nicht bieten, ist es, dem Benutzer Feedback zu geben. Die Rückmeldung der Prüfung der Eingabe fehlt in diesem Fall. Ob diese Rückmeldungen an den Benutzer positiv oder negativ bewertet werden, hängt von der Art der Anwendung und dem Einsatz dieses Mittels ab und muss extra untersucht werden. Man sollte jedoch diese Möglichkeit nicht zu exzessiv nutzen um Symptomen ähnlich einer *Alarm Fatigue* vorzubeugen. In Abschnitt 3.7 wurde bereits darauf eingegangen, dass das Dokumentationsverhalten der Notärzte lt. [27] oft fehlerhaft ist. Ein System, welches die Möglichkeit bietet, dem Benutzer Feedback zu geben ob die Eingaben korrekt sind, wäre daher sehr von Vorteil. Ebenso bestünde die Möglichkeit Daten der medizinischen Geräte direkt zu übernehmen und abzusichern. Somit können Eingabefehler der Messdaten übergangen werden.

Alarm Fatigue: Der Ausdruck des Alarm Fatigue ist vor allem in der Medizin gebräuchlich. Es beschreibt einen Zustand in welchem zu viele Warnungen und Meldungen in Form von Warntönen an das behandelnde Personal gesendet werden, sodass diese nicht mehr klar abgegrenzt voneinander wahrgenommen werden können. Das resultiert darin, dass die Meldungen in den meisten Fällen nicht mehr beachtet und verarbeitet werden. Somit geht durch den Überfluss der Meldungen an den Benutzer viel Information verloren [43]:

Alarm fatigue happens when too many alarms occur in a clinical environment, causing clinicians to miss true clinically significant alarms. Users report that more than 350 alarms per patient per day result from monitoring systems alone in some acute care environments, but less than 5% of these alarms require clinical intervention to avoid patient harm.

Alarme entstehen oft von mehreren Geräten rund um den Patienten, wovon wenige miteinander koordiniert werden. In [43] werden diese Alarme in

falsche Alarmer, Alarmer mit keiner Handlungsnotwendigkeit und Alarmer mit Handlungsnotwendigkeit klassifiziert. Wichtig ist hierbei, dass die Alarmer, für die keine Notwendigkeit zur Handlung besteht, nicht dringlich dem medizinischen Personal kommuniziert werden.

Dadurch, dass Alarmer bei Patientendokumentationen nicht unterbrechend sein dürfen, sollte deshalb auf Alarmtöne und unterbrechende Meldungen verzichtet werden.

4.2 Die Überlegung

Die aktuelle Situation in Niederösterreich ist, wie in Abschnitt 3.4 beschrieben, dass sich kein digitales Dokumentationssystem in Verwendung befindet, welches allerdings die Arbeitsabläufe verbessern und erheblich erleichtern könnte. Um ein einheitliches System in den Arbeitsablauf der Notärzte und Sanitäter integrieren zu können, ist es notwendig, die wahrgenommene Nützlichkeit und Arbeitserleichterung zu stärken. Das gelingt am Besten, wenn diese nahtlos in die vorhandenen Arbeitsabläufe aufgenommen werden können [18].

Schwierig ist hierbei allerdings die Situation in Niederösterreich.

- Jede Einsatzorganisation hat ein eigenes Dokumentationssystem.
- Jeder Stützpunkt hat unterschiedliche Geräte und Medikamente und somit unterschiedliche Möglichkeiten der Patientenversorgung.
- Deshalb hat jeder Stützpunkt auch eigene SOPs (*Standard Operating Procedures*) in welchen definiert ist, welche Maßnahmen in welchen Fällen und wann durchzuführen sind.

Daher stellt sich die Frage, wie und in welcher Form eine dezentrale digitale Dokumentation ermöglicht werden kann.

4.2.1 Lösungsansatz

Ein Großteil der Informationen in der Medizin werden in Form von Flussdiagrammen vereinfacht visualisiert. Ein einfaches Beispiel sind dabei die Algorithmen des Roten Kreuzes Niederösterreich, welche diese an die Notfallsanitäter mit Notfallkompetenzen (*Arzneimittellehre*¹ und *Venenzugang und Infusion*²) herausgeben. Ein weiteres Beispiel wäre eine SOPs der Bezirksstelle Neulengbach, welche die Maßnahmen der Einsatzmannschaft am Notarzt-Einsatzfahrzeug (NEF) je nach Schweregrad des Notfalls definiert. Definiert wird dieses anhand des NACA-Scores welches die Schwere einer Verletzung oder Erkrankung angibt. In Abb. 4.1 sieht man die Abbildung

¹Notfallkompetenz Arzneimittellehre (NKA) erlaubt die Verabreichung von bestimmten Medikamenten.

²Notfallkompetenz Venenzugang und Infusion (NKV) erlaubt die Punktion peripherer Venen und Verabreichung bestimmter Infusionslösungen.

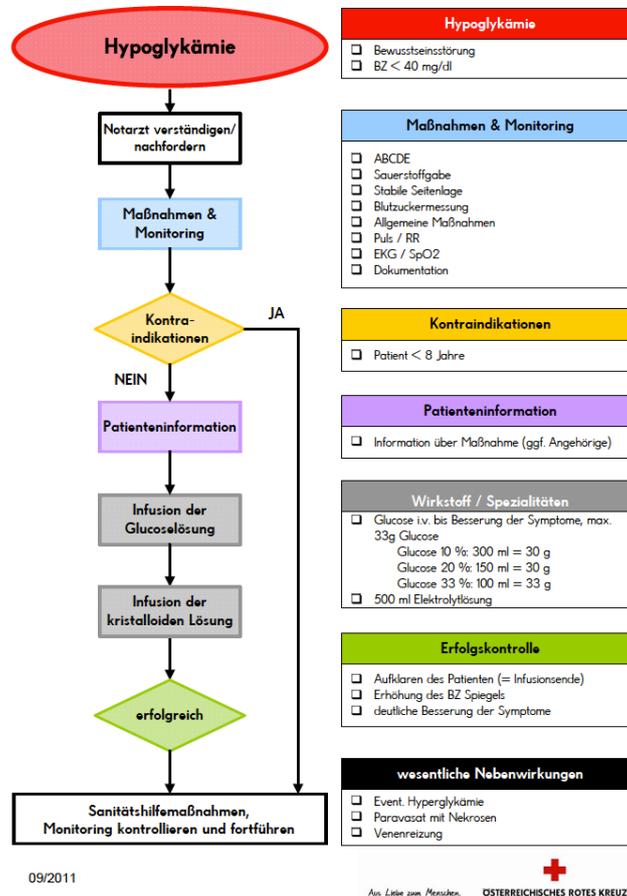


Abbildung 4.1: Darstellungen des Algorithmus bei Hypovolämie in den Schulungsunterlagen des Österreichischen Roten Kreuzes Landesverband Niederösterreich³. Bildquelle: [39].

des veröffentlichten Dokuments „Arzneimittellisten – Algorithmen“ in der Version 07/2012. Abb. 4.2 zeigt das Flussdiagramm innerhalb des im Rahmen dieser Diplomarbeit entwickelten Prototypen, EDN.

Es steht daher die Überlegung nahe, ob diese Flussdiagramme, welche in den Ausbildungsunterlagen jedes Sanitäters verfügbar sind, nicht ebenso für die Validierung eines Einsatzdokumentes verwendet werden können.

Durch diesen Ansatz hätte man den Vorteil bereits existierende Daten

³Diese Abbildung des Algorithmus bei Hypovolämie ist Teil der aktuellen Lehrmeinung für Notfallsanitäter mit Notfallkompetenz Arzneimittellehre [39, S. 10]. Dieses Dokument wurde per 13.07.2012 an alle Mitglieder mit Zusatzkompetenzen mit dem Titel „Arzneimittellisten – Algorithmen“ in der Version 07/2012 ausgesendet.

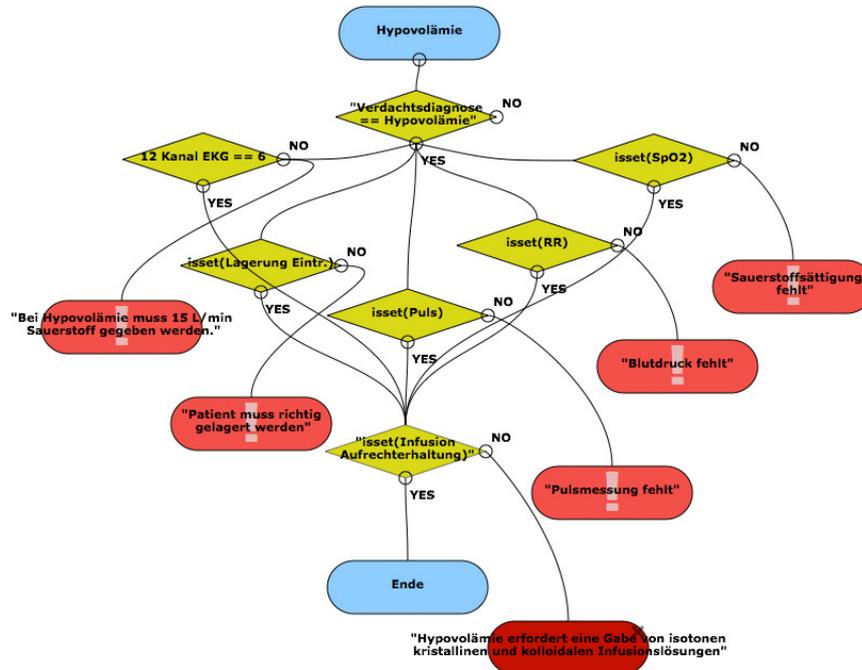


Abbildung 4.2: Darstellungen des Algorithmus bei Hypovolämie im EDN-Administrationsbereich.

übernehmen zu können und die visuelle Darstellungsform (Baumdiagramme, Flussdiagramme), die die Abhängigkeiten der Felder graphisch dem Benutzer näher bringt, zu nutzen. Verbindungslinien und Kästchen strukturieren das Bild, sodass für die Benutzer eine bearbeitbare, übersichtliche Informationsgrafik entsteht. Durch visuelle Programmierung kann somit die Wartungsaufgabe vom technischen Fachpersonal zum fachspezifischen, medizinischen Personal geleitet werden. Dadurch wird ermöglicht, dass durch visuelles Programmieren jeder Mitarbeiter – sofern dieser die Befugnis dafür hat – unabhängig von der technischen Versiertheit dieses System warten und bedienen kann. Zusätzlich kann somit ein Werkzeug geschaffen werden, welches an jedem Stützpunkt die Möglichkeit eröffnet, das Formular an die speziellen Bedürfnisse und Gegebenheiten anzupassen. Da nicht nur die Bedingungen wartbar sein müssen, sondern auch die Formularfelder und deren Gestaltung, wurde zusätzlich ein Tool entwickelt, welches die Möglichkeit des Generierens dynamischer Formulare bietet. Dadurch wird es möglich das Dokumentationsystem einfach und ohne Reibungspunkte in die Arbeitsabläufe während des Einsatzes zu integrieren.

Vergleichbare Systeme welche zur Zeit im Einsatz sind (siehe Abschnitt

3.5) bieten ein speziell auf die Anforderungen des Einsatzes zugeschnittenes System. Der Nachteil hierbei liegt aber im Aufwand der Änderungen. Diese Änderungen können nur von einem Techniker des Herstellers geändert werden und sind somit mit Kosten, Zeit und Umwegen verbunden.

4.2.2 Decision Support oder Validierung

Yen-Chiao Lu et al. [22, S. 412] unterscheiden zwischen fünf verschiedenen Gesundheitsapplikationen:

1. Decision support,
2. Administrative support,
3. Documentation,
4. Professional activities und
5. Education and research.

Bei der im Rahmen der Diplomarbeit erstellten Applikation wurde ein Tool entwickelt, mit der primären Intention zur Einsatzdokumentation, welche immer ohne großen zusätzlichen Aufwand möglich sein sollte. Allerdings sollte der administrative Support und eine Entscheidungsunterstützung ebenfalls ermöglicht werden.

Unter Decision Support fallen Zugang zu Patienteninformationen, medizinische Berechnungen, medizinische Referenzen, Echtzeitzugriff auf Vitalwerte der Patienten sowie Zugriff auf Labordaten des Patienten.

Das bedeutet, dass gleichzeitig mit Durchführung einer Maßnahme schon der nächste Schritt bzw. die Diagnose vorgeschlagen werden muss. Durch Zuhilfenahme der Messwerte kann dieses System auf Grundlage einer Wissensbasis Entscheidungen über Diagnose und Maßnahmen der Ärzte vorschlagen, um dadurch das Gesundheitswesen zu verbessern. Die Möglichkeit ein Decision Support System zu erstellen ist an die Voraussetzung einer extrem zeitnahen Dokumentation gebunden. Deshalb war für das Anwendungsgebiet eines digitalen Einsatzprotokolls mit manueller Eingabe, diese Art der Formularvalidierung und Hilfestellung nicht nützlich. Ebenso die abschließende, einmalige Validierung und Auswertung des Formulars zu statistischen Zwecken zeigt ein ungenügendes Ergebnis, da die – durch die Digitalisierung des Formulars in Papierform – gewonnen Möglichkeiten nicht ausgeschöpft werden.

Dieses System kann somit auf verschiedene Art und Weisen den Benutzer beeinflussen:

- rein dokumentierend ohne Hilfestellungen,
- unterstützende Hilfestellung über Meldungen oder
- als vorschreibendes System (DSS).

Auf Grund der in Abschnitt 3.8 beschriebenen Fragestellungen sollte ein Mittelweg der beiden Extreme – reines Dokumentationsformular bzw. De-

cision Support System – gewählt werden. Daher wird eine Validierung des Formulars nach jeder Eingabe durchgeführt, und die Ergebnisse in Form von Meldungen an den Benutzer gesendet. Es erfordert zeitnahes, wenn nicht sogar verfrühtes Dokumentieren. Das bedeutet, dass die Dokumentation bereits vor dem Setzen der Maßnahme durchgeführt werden sollte, wenn ein Decision Support als notwendig erscheint. Andererseits kann dieses System nachträglich auch auf offene, fehlende Maßnahmen hinweisen. Durch die Eingabe werden alle beeinflussten Bedingungen durchlaufen und Warnmeldungen ausgegeben und erzeugt. Diese Art der Validierung ermöglicht es, nicht stark in den Behandlungs- und Dokumentationsprozess der behandelnden Ärzte einzugreifen, während die unterstützenden Validierungsrückmeldungen trotzdem zu dem Anwender vordringen sollten. Das System ist somit eine Mischform aus einem Decision Support System und herkömmlichen Dokumentationssystemen. Bei dieser Implementierung ist die Dokumentationsvalidierung und das darauffolgende Feedback an den Benutzer allerdings nach der Maßnahme. Das bedeutet, dass erst Feedback nach Eingabe der Messergebnisse und der gesetzten Maßnahmen erfolgen kann.

Kapitel 5

Implementierung

5.1 Auswahl der Techniken

Die mögliche Hardware die als Träger der Dokumentationssoftware dienen kann wurde bereits in Abschnitt 3 erarbeitet. Für die Wahl der Geräte und Techniken wurde die Applikation in zwei Teilapplikationen unterteilt: den Administrationsbereich und den Client- und Dokumentationsbereich. Alle für das System geplanten Komponenten sind unter Abb. 5.1 ersichtlich.

5.1.1 Administrationsbereich

Der Auswahl der richtigen Technik des Administrationsbereiches lag die Überlegung zu Grunde, eine client-unabhängige Steuerungsmöglichkeit zu

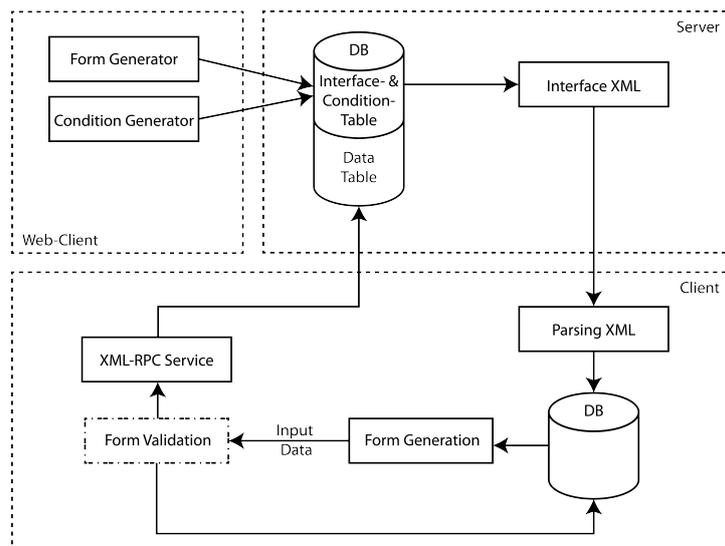


Abbildung 5.1: Die Komponenten der EDN-Applikation.

bieten. Wenn man die Organisationsstruktur eines Notarztstützpunktes betrachtet, dann werden die Notärzte und Notfallsanitäter von jeweils einer leitenden Person gesteuert. Die zwei verantwortlichen Positionen haben Entscheidungsgewalt über die gesamten Regeln und Pflichten der beim Patienten handelnden Personen und dem ganzen Notarztstützpunkt. Es wird entschieden, welches Personal den Dienst ausüben darf, an welche SOPs (*Standard Operating Procedures*) diese sich halten müssen und welche Medikamente und Geräte auf dem Notarztwagen mitgeführt und eingesetzt werden dürfen bzw. sollen.

Es wurde versucht, diese Struktur ebenso in der Applikation abzubilden. Die Definitionsmöglichkeiten des Einsatzformulars und die der Bedingungen wurden in Form einer HTML5 Web-Applikation ermöglicht. Somit kann clientunabhängig, auf der Dienststelle, von zu Hause aus, oder auf der Heimfahrt vom Einsatz, Änderungen in der Dokumentationsstruktur durchgeführt werden.

Allerdings wird durch dieses System, nicht wie in [14] ein Programmcode erzeugt, sondern allein die Verknüpfungen der Bedingungen in einer Datenbank gespeichert.

Klassifizierung nach Schiffer: Nach Schiffer würden hier zwei visuelle Programmiersprachen aus zwei Klassen verwendet werden. Einerseits die das *regelerorientierte VP-System* als Flussdiagramm und das *formularorientierte VP-System*, welches für Formularerstellung und Formulareingaben verwendet wird. Auf Grund dessen ergibt sich, dass dieses System ein VP-System basierend auf speziellen Bereichen ist.

5.1.2 Dokumentationsbereich

Die Anwendung selbst, welche das zuvor im Administrationsbereich definierte Formular anzeigt, wurde in Form einer mobilen Applikation implementiert. Arbeiten wie [2, 3, 19, 22] beschreiben einen mobilen Ansatz mittels *Personal Digital Assistants (PDAs)* oder anderen *Handhelds*, welche als passende Geräte für den Einsatz mobiler Hilfeinheiten verwendet werden können. Entscheidend war in diesen Arbeiten auch der Aspekt *handheld*. Geräte die einfach mitgeführt werden können, sind einfacher in die Arbeitsprozesse der Ärzte und Sanitäter zu integrieren. Da diese Arbeiten allerdings alle in den Jahren vor der Entwicklung aktueller mobiler Tablet-PCs veröffentlicht wurden, konnte in diesen Studien die aktuell geschaffenen Möglichkeiten, die in der letzten Zeit entstanden sind, noch nicht miteinbezogen werden. Da die durch die neuen Technologien dazu gewonnenen Funktionen und Möglichkeiten bei weitem mehr sind als Einbußen, wurden Tablet-PCs als ideales Client-Anwendungsgerät gewählt. Inwiefern Touch-Devices, wie das iPad oder ähnliche Android- oder Windows-basierte Geräte, Auswirkungen auf den Einsatz haben und umgekehrt Barrieren aufweisen müsste, in einer wei-

teren Untersuchung geklärt werden. Chris Lee sieht in [41] die Steigerung der Produktivität nicht etwa durch die schnellere Eingabe, sondern durch den möglichen Nutzen der intuitiven Kollaboration und Organisation. Das Keyboard ist keine ideale Eingabemöglichkeit für das iPad, da durch die fehlende Haptik der Eingabe gegenüber einer externen Tastatur, die Fehleranfälligkeit steigt. Unter anderem liegt der Vorteil eines Tablet-PCs in der Möglichkeit, schnell eine digitale Skizze anfertigen zu können und wie auf Papier Information graphisch zu dokumentieren.

Dan Moren [42] beschreibt die Problematiken der Texteingabe auf dem iPad wie folgt:

While the portrait mode is hardly unusable, there's no question that it's the less functional of the two keyboard orientations. The keys are at an awkward size that's too small for ten-finger typing but a little too big for you to be able to comfortably thumb-type, iPhone style.

Dan Moren führt weiter aus:

But in landscape mode, the whole situation changes. The keyboard's larger – still not as large as an actual MacBook keyboard, but definitely usable with all ten fingers. In fact, it's comparable in size to the keyboards of netbooks that I've encountered: cramped and with an odd layout, but serviceable. I've been able to ten-finger type on the landscape keyboard, but I make far more mistakes and type at a much slower pace than I do on a standard computer keyboard.

Dan Moren beschreibt allerdings weiter, dass er überraschende Eingabegeschwindigkeiten erhielt, als er mit einer Hand das iPad hielt und mit der anderen Hand im Fünf-Fingersystem die Information eingab.

Mit dieser Eingabemöglichkeit gewinnt ein Tablet-PC in Kombination mit den anderen Vorteilen, wie Tragbarkeit oder Transportfähigkeit, dem durchaus großen Screen und der Leistung, an Nutzen für Einsatzorganisationen.

Yen-Chiao Lu et al. [22, S. 412] untersuchten die Vor- und Nachteile von *handheld computers* im Gesundheitswesen. Als Vorteile nennen die Autoren Kostenersparnis, Informationsbildung, Zeitersparnis, die Fehlerreduktion und den Einfluss auf das medizinische Ergebnis. Als Barrieren nennen die Autoren umständliche Dateneingabe, eingeschränkte Bildschirmgröße und die Angst des Ruinierens des Gerätes. Wenn man betrachtet, dass diese Untersuchungen mit einem PDA vor 2005 durchgeführt wurden, könnte man davon ausgehen, dass sich diese Problematiken bereits aufgelöst haben. Die Bildschirmgröße und -auflösung wächst zunehmend, die Geräte werden stabiler und die Dateneingabe einfacher. Ebenso wurde herausgefunden, dass

Abbildung 5.2: Screenshot der iPad-Client Applikation des EDN.

ein PDA von Ärzten nicht akzeptiert wurde, wenn es nicht nahtlos in die Arbeitsweise der handelnden Personen integriert werden konnte.

Objective-C: Natürlich spielt die Auswahl der Technik eine entscheidende Rolle. Aufgrund der steigenden Tendenz von Apple-Produkten und der doch stark ausgeprägten Nutzerstatistik von Apple-Produkten unter Ärzten [8, S. 13] wurde das iPad als Träger der Software des Prototypen gewählt. Deshalb wurde die gesamte Applikation in Objective-C und dem Cocoa Touch Framework programmiert. Als Entwicklungsumgebung wurde somit natürlich die von Apple herausgegebene Software *Xcode 4* verwendet.

5.2 Der Administrationsbereich

Wie bereits erwähnt ist der Administrationsbereich des EDN in HTML5 und JavaScript geschrieben. Hierdurch wird eine clientunabhängige Lösung zur Wartung dieser Software ermöglicht. Diese Webapplikation wird selbst wieder in zwei Subapplikationen geteilt. Wie in Abb. 5.1 zu erkennen war, arbeiten hierbei der *Form Generator* und der *Condition Generator* zusammen um ein funktionsfähiges Einsatzdokument am iPad-Client zu finden.

Form Generator Da sich die Möglichkeiten – auf Grund unterschiedlicher Geräte und Medikamente – an den verschiedenen Stützpunkten unterscheiden, muss es hierbei auch ermöglicht werden, neue Felder zu erzeugen, diese zu bearbeiten oder zu löschen. Hier werden in Form eines Baumdiagramms

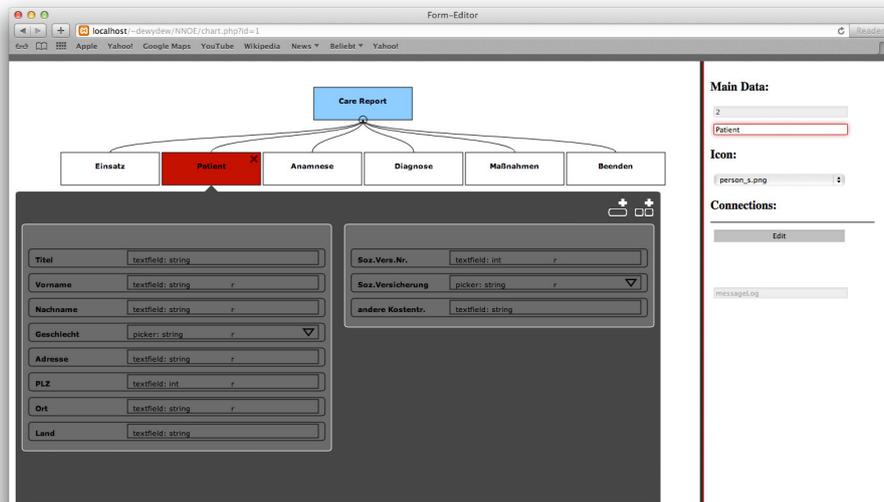


Abbildung 5.3: Screenshot des Administratorbereichs des EDN im *Form-Generator* mit geöffnetem Bereich: *Patient*.

die Seiten für ein Formular erzeugt. Jede Seite kann Gruppen beinhalten. Diese Gruppen beinhalten wiederum Felder welche dann am Client für die Formulareingaben verwendet werden.

Condition Generator Hierbei handelt es sich um das bereits so oft erwähnte Werkzeug um mit Hilfe der Bausätze eines Flussdiagramms Bedingungen für die Überprüfung des Einsatzdokuments zu formulieren. Abb. 4.2 und 5.5 sind Beispiele dieser Diagramme. Wie beim *Form Generator* hat man hier ebenso ein *Sidepanel* in dem die Eigenschaften der Knoten definiert werden können. Möglichkeiten für Knoten sind

- *Start*,
- *Bedingung*,
- *Warnung* und
- *Ende*.

Diese Knoten können mit Hilfe der Griffe in Form von Kreisen (*Handles*) miteinander verknüpft werden. Von den End-Knoten (*Ende* und *Warnung*) können deshalb klarerweise keine Verbindungen weggehen. Der Startknoten kann keine Warnungen empfangen. Jedes Flussdiagramm darf außerdem nur über einen Start-Knoten verfügen, da dieser als Einstieg für die Überprüfung des Formulars dient. Von dort an, werden die Knoten durchlaufen, Bedingungen überprüft und wenn nötig Warnungen angezeigt.

5.3 Der Client

In Abschnitt 5.1.2 wurde bereits darauf eingegangen, aus welchen Gründen ein Tablet-PC und vor allem ein iPad als Hardwarelösung für Dokumentationen für Einsatzmannschaften verwendet wurde.

Die Software selbst ist in Objective-C geschrieben und umfasst alle Funktionen die das Anzeigen des Formulars und die Überprüfung ermöglichen. Screenshots der Applikation sind in Abb. 5.3 und 5.4 abgebildet. Das Formular und die Bedingungen werden via XML von dem Webserver geladen und am Client *geparsed*. Dadurch wird das Formular mit den Seiten, den Gruppen und den Eingabefeldern erzeugt. Je nach unterschiedlichem Client könnte dadurch jede Client-Applikation selbst über das Aussehen entscheiden, allerdings die Funktion und die Anordnung bzw. Gruppierungen sollten gleich bleiben.

Die Bedingungen werden am Client anhand eines am Server erzeugten *md5*-Hash-Codes zugewiesen. Jeder Knoten weiß über die aus- und eingehenden Verbindungen bescheid und kann somit ein schrittweises Abarbeiten dieser Bedingungen ermöglichen.

In dieser Applikation beispielsweise, wurden zusätzlich die Aspekte aus [38] berücksichtigt. Wie in Abb. 5.3 zu erkennen, befinden sich die wichtigsten Messerwerte in der Leiste oberhalb des Formulars um die gemessenen Daten zu jeder Zeit schnell, und ohne Ansichten wechseln zu müssen, eingeben zu können.

Bedingungsprüfung: Zuerst wird mittels einer Trigger-Liste ermittelt, welche Bedingungen neu berechnet werden sollen. Innerhalb dieser Bedingungen wird der Startknoten gesucht und von dort an, schrittweise entlang der Verbindungslinien, ähnlich einer Depth-First-Search bis ein Endknoten erreicht wurde, abgearbeitet. Immer dann, wenn die Bedingungen nicht in einem Endknoten, sondern in einem abgewandelten Warnungsknoten enden, wird eine Fehlermeldung im *Warning-Panel* angezeigt. Somit können vorhergehende Bedingungen Teile des Diagramms verdecken, weshalb es zu keiner Fehlermeldung kommt, wenn die Bedingungen oberhalb nicht zu diesem Bereich führen.

5.4 Besonderheiten

In diesem Abschnitt werden die Besonderheiten dieser EDN-Applikation erläutert. Es soll begründet werden, welche grundlegenden Entscheidungen zum aktuellen Ergebnis dieser Applikationen geführt haben.

5.4.1 Bedingungen

Diese Applikation ermöglicht, dass Bedingungen per Webbrowser zentral – aus Sicht der Rechte – und dezentral – aus Sicht der Ortsgebundenheit – verwaltbar gemacht werden. Nicht nur die zentrale Verwaltung, sondern auch der zentrale Wirkungsmechanismus der Bedingungen, lässt eine seitenübergreifende Validierung des Formulars zu. Ein formularübergreifender Wirkungsmechanismus wäre möglich, allerdings im Kontext der Einsatzprotokolle nur teilweise von Nutzen.

Möchte man auf die Daten vorheriger Einsätze zurückblicken, so hätte man funktionell die Möglichkeit dazu. Es wäre allerdings sinnvoller Daten in Zukunft aus ELGA zu nutzen, da diese besser verwertbar sind als die Daten ungenauer Einsatzprotokolle. Daten der Elektronischen Gesundheitsakte bieten Dokumente über endgültige Diagnosen, welche in größerem Zeitaufwand von Ärzten und Fachärzten gestellt werden. Einsatzprotokolle beinhalten nur Verdachtsdiagnosen, welche erst im Spital – mit der Hilfe von besseren medizinischen Geräten und Labordaten – weiter untersucht, verändert und verbessert werden. Erst hier wird dann die endgültige Diagnose gestellt.

5.4.2 Eingreifen des Validierungsmechanismus

Aus bereits Gesagtem ist daher eine seitenübergreifende Validierung sinnvoll. Das gesamte Formular ist eine Repräsentation des Einsatzes und umfasst vor allem die Messergebnisse und Maßnahmen am Patienten, mit der Intention das Geschehene nachträglich nachvollziehen zu können.

Nehmen wir das Papier-Formular, welches in Abb. 3.1 angezeigt wird als Beispiel. Hier werden die Eingabefelder in Schritte unterteilt, sodass das Formular von oben nach unten abzuarbeiten ist; Ebenso in der EDN Client-Applikation, Abb. 5.3. Zuerst werden die bekannten Felder, die zumeist vor dem Einsatz oder Krankentransport bekannt sind ausgefüllt. Die Felder der Messergebnisse des Patienten befinden sich auf einer weiteren Seite.

5.4.3 Paging

Einer der größten Vorteile, neben der Ausfallssicherheit, des aktuellen Formulars in Papierform ist, dass sich alle auszufüllenden Felder auf einer Seite befinden. Das bedeutet, man benötigt kein Umblättern oder andere Hilfstätigkeiten mehr, welche nicht direkt etwas mit der Dateneingabe zu tun haben.

Durch den sehr in der Größe und Auflösung beschränkten Bildschirm eines Tablet-PCs ist ein Scrolling oder Paging unumgänglich. Daher wurde eine vertikale Paging-Funktion implementiert, in dem das Formular trotzdem von oben nach unten abarbeitbar ist. Somit kann das Formular in Gruppierungen gegliedert werden und trotzdem eine schnelle Verfügbarkeit jeglichen Inhalts durch die Reiter auf der linken Seite ermöglicht werden. Deshalb sind

im Einsatzprotokoll, des im Rahmen dieser Arbeit erstellten EDN, die Daten die bereits vor dem Einsatz bekannt sind auf einer Seite gegliedert. Felder, die die Messergebnisse beinhalten, und jene die die Maßnahmen umfassen, sind wiederum auf eigenen Seiten. Da diese Felder, obwohl sie sich auf verschiedenen Seite befinden, korrelieren können, muss auch eine Validierung dieser Felder zusammen möglich sein.

In [1] wird diese Thematik behandelt: Es wird untersucht, wie die Navigation in elektronischen Patientendokumentationen funktionieren sollte. Patientendokumentationen sind oft sehr umfangreich und beinhalten eine große Summe an Daten, welche alle sinnvoll gegliedert dem Benutzer sichtbar gemacht werden sollen. Ein effizienter Zugriff auf die Daten muss ermöglicht werden, um keine großen Zeiteinbußen zu riskieren. Die Fähigkeit des Menschen große Mengen an Daten wahrzunehmen, ist abhängig von der Gliederung, welche aufgrund von Größe, Farbe, Form, Bewegung oder Textur gebildet wird. Deshalb beschreiben die Autoren eine Methode die sie *LOD Navigation and Visualization Method* nennen. Die Autoren machen das *Level of Detail* vom Benutzer abhängig. Sie zeigen eine 3D-Grafik eines menschlichen Körpers. Je nachdem wie weit man zu Teilen des 3D-Körpers zoomt, desto detaillierter werden die Problematiken, Messergebnisse und Diagnosen des Patienten angezeigt.

5.4.4 Wertebereich und Normbereich

Medizinische Daten werden immer, wie in Abschnitt 3.8.2 bereits beschrieben, anhand von Referenzdaten verglichen. Hierbei hat sich allerdings im Rahmen der Implementierung der EDN-Applikation die Tatsache herausgestellt, dass es nicht nur einen oder zwei Referenzwerte geben darf. Einerseits sollte für numerische, medizinische Daten ein Normbereich vorhanden sein. Als Beispiel könnte hier der systolische Blutdruckwert genannt werden. Der Normwert eines gesunden Menschen liegt bei 120 mmHG. Der Normbereich liegt zwischen 100 mmHG und 130 mmHG. Für Anwender, die ein Formular selbst erstellen, muss zusätzlich noch der Wertebereich festgelegt werden. Dieser muss bei numerischen Daten angegeben werden, um prüfen zu können, welche Werte überhaupt möglich sind. Im Falle des systolischen Blutdrucks wäre der Wertebereich 0 mmHG bis 300 mmHG.

5.4.5 Trigger

Ein weiteres Problem bestand darin, einen ordentlichen Aufrufmechanismus dieser Bedingungen zu implementieren. Die einfachste Variante bestünde darin, bei Änderung eines Feldes, alle Konditionen durchzulaufen und Warnungen anzuzeigen. Allerdings wäre dies zu unperformant und würde – abhängig von der Menge der Bedingungen – zu hoher Rechenzeit führen. Ein Trigger kann beispielsweise als Schalter beschrieben werden. Wenn dieser

betätigt wird, wird die dahinter stehende Operation ausgeführt. Daher wird während der Erstellung des Formulars eine Trigger-Liste beim Client erstellt, welche die zu berechnenden Bedingungen den Feldern zuweist.

5.4.6 Endlosschleifen

Endlosschleifen sind in der Informatik, so wie der Name bereits sagt, Schleifen welche endlos abgearbeitet werden. Das bedeutet, dass – sofern keine äußeren Einflüsse das System stören – die Schleife nie fertig abgearbeitet wird. Sie ruft an einem Punkt einen bereits vorhergehenden Punkt auf, welcher die Schleife wieder gleich abarbeiten lässt. Diese Endlosschleifen können durch das Einbetten von Abbruchbedingungen eliminiert werden.

Gerade durch diese verknüpften Verbindungen in mehreren Bedingungen kann es zu Mehrfachvorkommen von Variablen kommen. Außerdem könnten durch Visuelle Programmierung Schleifen eingegeben werden.

In diesem Projekt (EDN) wurde eine Abbruchbedingung als Anzahl der Schritte durch ein Flussdiagramm definiert. Schritte sind das Wechseln von einem Knoten zum darauffolgenden. Das heißt, benötigt eine Bedingung mehr als eine gewisse Anzahl an Schritten, fällt diese Bedingung aus dem Validierungsmuster heraus bis eine weitere Formularänderung entsteht. Durchlaufen wird dieses Flussdiagramm ähnlich einer Depth-First Suche. Allerdings würde dies keinen Unterschied machen, da alle Felder innerhalb einer Bedingung, entlang ihrer, zu dem aktuellen Zustand, gültigen Route durchlaufen werden müssen.

In der aktuellen Version des EDN sollte jedoch diese Problematik nicht vorkommen. Zum Einen können sich Bedingungen – dadurch, dass es in diesem System zu keinem Setzen von Variablenwerten kommt – nicht gegenseitig aufrufen. Zum Anderen, würde es nach momentanem Stand keinen Sinn ergeben eine Schleife zu erzeugen, da mehrere Durchläufe einer Variablenprüfung fast zeitgleich stattfinden würden.

5.4.7 Warnings

Fehlermeldungen sind oft prozessterminierend. Wenn ein Fehler entsteht wird man in den meisten Fällen am Weiterarbeiten gehindert. Solch ein Fall ist in Extrem- bzw. Stresssituationen wie z.B. während eines Einsatzes behindernd, kann darüber hinaus dramatische Folgen haben und darf in keinem Fall passieren. Zu bevorzugen ist hier ein unterstützendes System, welches anhand von Warnungen den Benutzer durch die Maßnahmen leiten soll. Deshalb wird hier – wie in der Medizin üblich – mit Alarmen gearbeitet. Diese sind einfache Meldungen an den Benutzer. Allerdings muss hier auch die in Abschnitt 4.1.2 beschriebene Problematik des *Alarm Fatigue* beachtet werden.

Dadurch, dass bei jedem Eintrag die abhängigen Bedingungen geprüft werden, wird es in den meisten Fällen zu Warnungen kommen. Das bedeutet

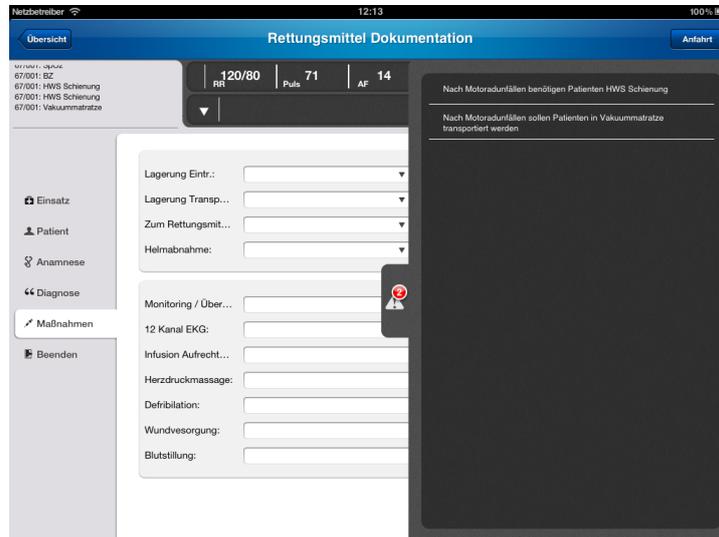


Abbildung 5.4: Screenshot der iPad-Client Applikation mit geöffnetem *Warning-Panel* des EDN.

eine Zusatzfunktion wie das Vibrieren des Gerätes und Fehlertöne sind nicht sinnvoll, da dies – bei einer hohen Anzahl von Bedingungen – bei jedem Eintrag passieren würde. Deshalb ist ein einfaches *Warning-Panel*, wie in Abb. 5.4, die sinnvollste Lösung zur Sammlung und Anzeige dieser geworfenen Meldungen.

Wie diese Daten besser gefiltert werden könnten, könnte in einer weiterführenden Arbeit genauer untersucht werden.

5.5 Anwendungsbeispiel

Ein Beispiel für eine sinnvolle Anwendung dieses Systems befindet sich auf der mit dieser Arbeit eingereichten CD. SOPs (*Standard Operating Procedures*) (deutsch: Standardvorgehensweise) im medizinischen Kontext sind Arbeitsanweisungen, welche das Vorgehen beim Patienten beschreiben und dazu dienen die Qualität der Versorgung zu sichern.

Im Stützpunkt-Handbuch des NEF Lengbach, welches sowohl vom Roten Kreuz Neulengbach als auch Arbeiter-Samariter-Bund Altlengbach betrieben wird, wurde am 29.07.2011 mit der Version 2.2 – neben vielen anderen – folgende SOPs veröffentlicht:

Standard Überwachung bei Patienten mit NACA 3:

1. EKG 12 polig,
2. NIBP Intervallmessung alle 5 Minuten,
3. SpO2 Monitoring,

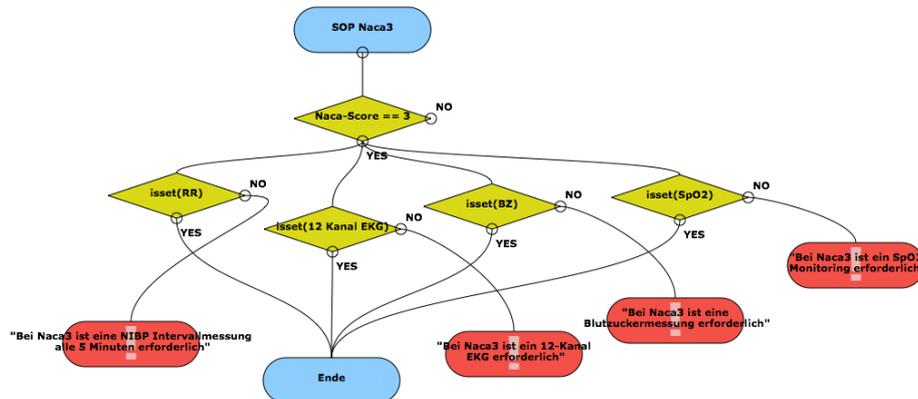


Abbildung 5.5: Screenshot der Bedingung für die Überprüfung der Maßnahmen bei Patienten mit Naca-3 im Administrationsbereich des EDN.

4. BZ Messung,
5. Übergabe der kompletten Dokumentation aller erhobener Werte inklusive, Trendausdruck LP12 an III Med. NFA und
6. Ablage aller Ausdrücke gemeinsam mit dem NACA-X Protokoll.

Diese Anweisung wurde als Ausgangslage für eine Formularevaluierung herangezogen. Es wurde ein Flussdiagramm für die durchzuführenden Punkte erstellt wenn die Verletzungen, Vergiftungen oder Erkrankungen des Patienten mit dem Schweregrad 3 eingestuft werden. Unter NACA 3 fallen mäßige, aber nicht lebensbedrohliche Notfälle. Das bedeutet es ist eine stationäre Behandlung erforderlich und der Patient ist auch vom Notarzt am Einsatz primär zu versorgen. Als Beispiel könnte hierbei eine Oberschenkelfraktur oder ein leichter Schlaganfall genannt werden. Wie in Abb. 5.5 ersichtlich, wurde in diesem Flussdiagramm zuerst ein Knoten für die Überprüfung des Naca-Scores und darauf folgend Knoten für die durchzuführenden Maßnahmen erstellt. Sind diese Verzweigungen mit den Bedingungen wahr, dann werden diese ohne Meldung an das Ende des Diagramms geleitet. Treffen diese Bedingungen nicht zu, wurde hierbei ein neuer Knoten verwendet. Dieser neue Knoten beschreibt eine Erweiterung des Endknotens, oder des Grenzstellenknotens. Sollte die Bedingung dieser Verknüpfung entlang gehen, endet diese bei einem Endknoten, welcher zusätzlich eine Warnmeldung erzeugt. Somit wird das Formular bei der Anwendung beim Client überprüft.

5.6 Limitationen

Allerdings hat sich in dieser Phase des Erstellungsprozesses auch gezeigt, dass eine vollständige Formularvalidierung mit der Hilfe dieses Werkzeugs nicht möglich sein wird. Die Limitationen, welche die Visuelle Programmiersprache aufweist (siehe Abschnitt 2.6), verhindern die allumfassende Nutzung dieses Systems. Aus diesem Grund kann dieses Werkzeug als sinnvolles Zusatztool angesehen werden, um einen bestehenden Stamm an Bedingungen einfach und dezentral zu erweitern. Wie in Abschnitt 5.5 beschrieben, wären die standortspezifischen SOPs ein perfektes Beispiel für den sinnvollen Nutzen dieser Art der Bedingungserstellung.

Eine weitere Tatsache, die sich während dieser Arbeit ergeben hat, ist die Verwendung der in Abb. 2.1 beschriebenen Sinnbilder. Mit dem momentanen Funktionsumfang finden nur drei Sinnbilder Verwendung:

- die Verzweigung – Abb. 2.1(b) – welche zur Überprüfung verwendet wird,
- die Ablauflinie – Abb. 2.1(e) – welche für Verbindungen verwendet wird und
- die Grenzstellen – Abb. 2.1(f) – für Start- und Endpunkte und die abgewandelten Endpunkte für die Fehlerausgaben.

Das Sinnbild für Operationen – Abb. 2.1(a) – kann in Zukunft für das Setzen von Werten im Formular verwendet werden. Das Sinnbild für Eingabe oder Ausgabe – Abb. 2.1(d) – kann in Zukunft für Schnittstellen zu medizinischen Geräten, wie das EKG, Pulsoxymeter oder Blutgaseanalyserät, Verwendung finden.

Ebenso könnte über implizite Bedingungen nachgedacht werden. In der aktuellen Version des EDN dient der Startknoten nur zum Finden des Einstiegspunktes für die Überprüfung. Bei allen Formularen wurde ein Bedingungsknoten direkt an den Startknoten gehängt, um den Anwendungsfall zu definieren, z. B. *Hypovolämie*.

Wenn man davon ausgeht, dass diese Abfolge in allen Bedingungen gleich ist, kann man diese Knoten kombinieren und den Einstiegspunkt gleich mit einer Bedingung versehen.

Außerdem ist der einfache Endknoten überflüssig und dient allein zu Darstellungszwecken. Da ein Endknoten nicht zwingend notwendig wäre.

Eine wirklich sinnvolle direkte Umlegung der in den Schlungsunterlagen vorhandenen Flussdiagrammen – wie in Abb. 4.1 – in dieses System ist nicht möglich, da Einträge wie Patienteninformation bei allen Maßnahmen der Fall sein sollte oder Erfolgskontrollen in regelmäßigen und zu keiner Maßnahme eindeutig zuordenbaren Abständen durchgeführt werden müssen. Des Weiteren können viele Kontraindikationen nicht dokumentiert werden, da diese sonst das Formular überfüllen würden und die Dokumentationszeit erheblich verlängern würden. Als Beispiel kann hier eine einfache Medikamentengabe

genannt werden: *Glyceroltrinitrat 0,4 mg sublingual* z.B. *1 Hub Nitrolingual*[®] *Pumpspray* ist ein Medikament welches bei einer hypertensiven Krise angewendet werden darf. Die in der Arzneimittelliste des Roten Kreuzes [39, S. 8] angegebenen Kontraindikationen wären:

- bekannte Allergie gegen Nitropräparate,
- Zeichen eines Schlaganfalls und
- Einnahme von Phosphodiesterasehemmern z.B. Viagra[®], Levitra[®] oder ähnlichem innerhalb der letzten 24 Stunden.

Ebenso wäre der Fall denkbar, dass ein Patient beim Eintreffen der Einsatzmannschaft noch bei Bewusstsein ist und eine normale Atmung hat. Jedoch im Laufe der Behandlung verschlechtert sich der Zustand des Patienten und es kommt zum Atem-Kreislauf-Stillstand und somit zu einer Reanimation. Klare Kontraindikation fast aller Maßnahmen bei einer Reanimation sind Lebenszeichen – z. B. Atmung, Puls, Blutdruck oder ein Sinusrhythmus auf dem EKG – welche der Patient in diesem Fall hätte. Daher ist in diesem Fall, und solange keine zeitlichen Abhängigkeiten und Beziehungen und Unterschiede gemacht werden, eine Überprüfung auf Kontraindikationen nicht sinnvoll.

Ob dieses System in einer anderen Anwendungsform mehr Sinn macht, müsste noch geprüft werden.

5.7 Erweiterungsmöglichkeiten

In diesem Abschnitt werden die Möglichkeiten für eine Verbesserung dieses Systems aufgeführt. Diese Erweiterungen würden den Nutzen dieser Software für den Einsatz für Rettungsorganisationen verbessern.

5.7.1 Kollaboration

Ein zusätzlicher Punkt, der noch durch die Nutzung digitaler vernetzter Systeme zu Vorteilen führt, ist die Möglichkeit des Zusammenarbeitens. Dies kann hier auf mehrere Art und Weisen betrachtet werden:

- Die Kommunikation der Leitstelle mit den Einsatzkräften,
- die Kommunikation der Einsatzkräfte mit der Leitstelle,
- die Kommunikation der Einsatzkräfte untereinander und
- die Kommunikation der Einsatzkräfte mit Wissensbasen.

Doch wie können, und vor allem wieso sollen, Systeme, welche primär für die Dokumentation zur Verfügung stehen sollen, zusätzlich die Funktionalität für die Kollaboration aufweisen? Primärer Kommunikationskanal für Einsatzkräfte in Niederösterreich ist das TETRA¹-Funkgerät, welches mit allen

¹<http://www.tetranetz.at/>

beteiligten Einsatzkräften verbunden ist. Somit kann eine Meldung an Mitarbeiter gesendet werden, welche allerdings zeitnah beantwortet werden muss. Währendem ist der Kanal für alle anderen Mannschaften gesperrt. Weiters ist die Patienten- und Einsatzdokumentation etwas, was Rettungssanitäter ständig bei sich tragen, und somit ein geeignetes Mittel der Kommunikation.

Chat: Der Vorteil eines Chat-ähnlichen Systems ist, dass es die anderen Kräfte nicht von der Arbeit abhält. Das heißt man kann Meldungen, ähnlich wie Statusänderungen, senden die keine Dringlichkeit einer Rückmeldung aufweisen. Hierbei muss auch nicht gewartet werden bis ein anderer Gesprächspartner fertig gesprochen hat und es bestehen keine Barrieren bezüglich akustischen Störgeräuschen.

Wissensbasen: Des Weiteren bieten digitale Systeme die Möglichkeit auf Wissensbasen zuzugreifen. Online Medikamentenregister ermöglichen eine schnelle Informationsgewinnung über einen Kanal, mittels welchem keine anderen Personen bei ihrer Arbeit unterbrochen werden. Es werden andere Informationsträger (wie beispielsweise Ärzte im Spital welche über Telefon kontaktiert werden müssten) aus dem Prozess ausgeschlossen und dadurch eine Zeitersparnis für die Benutzer des Systems, als auch für die Personen, welche als Informationsquelle dienen würden.

Zusammenarbeit in einem Dokument: Die Frage, wie die Zusammenarbeit mehrerer Clients an einem Dokument organisatorisch gelöst werden könnte, soll hier nicht beantwortet werden. Die Kopplung von Clients mehrerer Fahrzeuge, die alle an einem Patienten arbeiten, fällt unter diesen Bereich, ebenso wie die Übergabe eines Patienten zum Anderen erfolgen kann. Ein Sonderfall welcher beachtet werden müsste, ist der Einsatz bei Großschäden, bei dem viele Patienten von vielen Einsatzkräften versorgt werden.

5.7.2 Datenschutz

Ebenso spielen die Themen rund um Datenschutz bei vertraulichen Daten, wie bei medizinischen Gesundheitsdaten eine große Rolle. Gerade Patientendaten sind anfällig für mögliche Angriffe. Allerdings wurde auf Grund des Umfangs dieser Arbeit nur am Rande darauf eingegangen. Da die EDN-Applikation nur ein Prototyp zum Testen der Verwendung von Flussdiagrammen diente, wurde hier keine Rücksicht auf diese Thematik genommen.

5.7.3 Formeln

Erweiterungsmöglichkeiten des EDN Prototyps gibt es viele. Ein weiterer erwähnenswerter wichtiger Punkt – und ein mögliches weiteres Forschungsfeld

wäre der Aspekt der automatischen Formelgenerierung und Formularveränderungen. Als ein perfektes Beispiel für die Formelgenerierung und automatischen Berechnung könnte hierbei der mittlere arterielle Blutdruck (MAD) genannt werden.

Die Berechnung setzt sich aus zwei Daten zusammen: dem systolischen und diastolischen Blutdruck.

Dieser wird durch $MAD = BD_{dia} + \frac{1}{3}(BD_{sys} - BD_{dia})$ berechnet und bietet eine Möglichkeit die Organperfusion abschätzen zu können. Eine Möglichkeit dieses aus dem Administrationsmenü automatisch zu steuern wäre zu bevorzugen. Des Weiteren kann hierbei auch die Funktion zum Aktivieren und Deaktivieren von Feldern genannt werden, welches bei stärker verschachtelten Feldern sehr hilfreich sein kann.

Kapitel 6

Schlussbemerkungen

Im Zuge dieser Masterarbeit wurden zuerst die Grundlagen der Visuellen Programmierung als auch die der Einsatzdokumentationen im Rettungsdienst beschrieben, welche für die Überlegung, ein Flussdiagramm für die Validierung von digitalen Einsatzdokumentationen zu verwenden, dienten. In diesem Rahmen wurde auch ein Prototyp für ein digitales Einsatz- und Patientendokumentationssystem geschaffen, um die anfänglichen Aussagen ob die Eingabe mehrstufiger, verketteter Bedingungen für Formulareingaben bei elektronischen Patientendokumentationen in Form eines Flussdiagramms zu einer Minderung des Zeitaufwands der Eingabe und einer Verbesserung der Verständlichkeit der Bedingungen führen kann und ob diese Art der Bedingungsformulierung ein brauchbarer Ansatz für Formularvalidierungen für Einsatzdokumentationen sein kann, zu prüfen. Zusätzlich wurden Ideen vorgestellt, durch welche die ein solches System profitieren und verbessert werden kann.

6.1 Fazit

Der in dieser Diplomarbeit beschriebene Lösungsansatz ist keinesfalls als Ideal anzusehen. Es hat sich herausgestellt, dass die anfängliche Überlegung ein Flussdiagramm zur Validierung eines Formulars zu benutzen nur teilweise erfolgsversprechend ist. Einerseits wurde davon ausgegangen, dass in den Flussdiagrammen sowohl die erlaubten, als auch die nicht erlaubten Fälle beachtet werden. Daraus resultiert, dass nicht beachtete Fälle eben keine Meldungen werfen und somit keine vollständige, lückenlose Validierung möglich sein kann.

Aus diesem Grund wurde erkannt, dass diese Methode der Überprüfungsbedingungen, nur für spezielle Sonderfälle angewandt werden kann. Wie in Abschnitt 5.5 gezeigt, konnten sinnvolle Ergebnisse für Sonderfälle, wie die stützpunktabhängigen SOPs, welche für Notärzte, die auf unterschiedlichen Stützpunkten ihren Dienst ausüben, zu Verwirrungen führen können, erhal-

ten werden. Medizinische und maßnahmentechnische Überprüfungen, können in speziellen Fällen Sinn machen. Allerdings ist hier zu beachten, dass die Meldungen – oder wie in Abschnitt 4.1.2 definierten *Alarmer* – nicht zu einer Reizüberflutung des Benutzers und somit zu einem *Alarm Fatigue* führen.

In diesem Fall entstand das Problem des *Alarm Fatigue* bei zu großer Menge an Bedingungen. Es wurden eine Menge an Warnungen geworfen, welche in Summe für den Benutzer nicht mehr vollständig wahrzunehmen waren. Deshalb wurden die Fehlermeldungen nur mehr in einem Panel an der Seite angezeigt und aufgelistet. Diese Tatsache war in unserem Fall gewünscht, da die Validierung nicht maßgeblich in den Prozess des Dokumentierens eingreifen soll. Es soll weiterhin eine freie Dokumentation mit möglichst vielen Möglichkeiten bereitgestellt werden können und die unterstützende Validierung nur dazu dienen, den Benutzer auf Fehler aufmerksam zu machen und nicht daran zu hindern die gesetzten Schritte zu dokumentieren, denn das ist der eigentliche Sinn eines solchen Einsatzdokuments oder -formulars. Eine Fehlermeldung, welche in Systemen als Errormeldung geworfen wird, wurde in diesem System deshalb absichtlich nicht unterstützt, da dies dem zu den bereits definierten Eigenschaften der schnellen, unterbrechnungslosen Eingabe – ähnlich eines Pen-and-Paper-Systems – widersprechen würden.

Ebenso war die Überlegung, dass Benutzer zuerst dokumentieren und dann Maßnahmen setzen. Diese Vorgehensweise ist in der Realität sicherlich schwer umzusetzen, denn für den Extremfall eines Rettungs- oder Notarzteeinsatzes hat der Patient die wichtigste Rolle. Es sollte nicht dazu kommen, dass – so wie es heutzutage immer mehr der Fall ist – durch die *Technifizierung* des Patienten oder des Einsatzes, Geräte wie das EKG, Pulsoximeter und Blutgasanalysegerät den Patienten immer mehr aus dem Blickfeld der betreuenden Personen lenken.

Die Frage ob diese Art der Bedingungsformulierung ein brauchbarer Ansatz für Formularvalidierungen für Einsatzdokumentationen sein kann, konnte hierdurch nicht eindeutig beantwortet werden. Auf jeden Fall wäre eine Applikation, so wie in der ursprünglichen Idee in der alle Bedingungen graphisch einzugeben gewesen wären, nicht anzuwenden. Allerdings macht dieses System jedoch trotzdem in Sonderfällen als zusätzliche Funktion Sinn.

Die Aussage ob die Eingabe mehrstufiger, verketteter Bedingungen für Formulareingaben in Form eines Flussdiagramms zu einer Minderung des Zeitaufwands der Eingabe und einer Verbesserung der Verständlichkeit der Bedingungen führen kann, konnte auf Grund der in Abschnitt 2 zitierten Literatur bestätigt werden.

6.2 Ausblick

Die im Rahmen dieser Arbeit erstellten Applikationen dienten nur als Prototyp zur Überprüfung der anfänglichen Überlegungen. Erweiterungsmög-

lichkeiten, wie in Abschnitt 5.7 genauer eingegangen wurde, als auch die Einbeziehung der in Abschnitt 3.6 beschriebenen Standards, könnten das System wirkungsvoller im Anwendungsfall der Einsatzorganisationen machen. Allerdings wäre auch zu prüfen, ob ein ähnliches System in anderen Anwendungsfällen einen sinnvolleren Einsatz finden kann. Neben den in dieser Arbeit vorgestellten Anwendungsfällen gibt es darüberhinaus sicherlich eine Vielzahl weiterer potentieller Verwendungsmöglichkeiten.

Ebenso blieben im Zuge dieser Arbeit weitere Fragestellungen offen. Inwiefern dieses System in Kombination mit Touch-Devices, wie dem iPad oder ähnlichen Android- oder Windows-basierten Geräten, Auswirkungen auf den Einsatz und das Handeln der Ärzte hat und des Weiteren Barrieren aufweisen könnten, sollte ebenso geprüft werden. Wie die Warnungen besser gefiltert werden könnten, wäre ebenso ein weiterer Punkt, welcher behandelt werden müsste. Ob die Synchronisierung der Daten in diesem Anwendungsfall ausdrücklich oder automatisch ablaufen sollte, wäre noch ein weiteres Forschungsfeld.

Anhang A

Inhalt der CD-ROM/DVD

A.1 Masterarbeit (PDF)

Pfad: /

Masterarbeit.pdf Flussdiagramme zur Erstellung mehrstufiger
Bedingungen für Formulareingaben
medizinischer Patientendokumentationen

A.2 Einsatzdokumentation-Neu

In diesen Ordnern werden die Dateien aufgelistet, welche für das Laufen des
in Abschnitt 5 vorgestellten Projekts notwendig sind.

Pfad: /EDN/Admin

index.php Startseite, welche die Formulare mit den
Bedingungen auflistet.
chart.php Seite, welches die graphische Oberfläche für
die visuellen Eingaben anzeigt.
store.php Bietet dem Client die Möglichkeit die Daten
per XML zu laden.
functions.js JavaScript-Datei für die notwendigen
Aktionen im Form-Generator.
functionsCondition.js . . JavaScript-Datei für die notwendigen
Aktionen im Condition-Generator.
CareReport.sql Sicherung der mySQL-Datenbank, um die
Eingaben des in diesem Projekt vorgestellten
Beispiel nachvollziehen zu können.

Dieser Ordner beinhaltet die HTML, JavaScript und PHP-Dateien, welche
für das funktionsfähige Aufrufen des Administratorbereichs notwendig sind.

Diese müssen in das *htdocs*-Verzeichnis des Webservers geschoben werden. Ebenso befindet sich darin auch ein **.sql*-File welches die SQL-Datenbank der in diesem Projekt vorgestellten Beispiele beinhaltet. Neben den genannten, befinden sich noch weitere Dateien in diesem Ordner: z. B. JavaScript oder CSS-Files.

Pfad: /EDN/Client

Client.zip EDN-iPad-Client Applikation

Unter diesem Ordner befinden sich die notwendigen Projektdateien in ein zip-Archiv verpackt für das Starten des Clients. In der *init*-Methode der Datei *FormManager.m* muss der Pfad zu der *store.php* auf dem Webserver verändert werden. Aktuell läuft die Version auf <http://www.eldewy.com/EDN>. Somit ist der aktuelle Pfad auf <http://www.eldewy.com/EDN/store.php> eingestellt.

A.3 Online-Quellen (PDF)

Pfad: /

Online-Quellen PDF-Dateien der online gefundenen Quellen sind in diesem Ordner abgelegt.

Quellenverzeichnis

Literatur

- [1] Jiye An u. a. „Level of Detail Navigation and Visualization of Electronic Health Records“. In: *2010 3rd International Conference on Biomedical Engineering and Informatics (BMEI)*. Bd. 6. 2010, S. 2516–2519.
- [2] Steven B. Bird, Robert S. Zarum und Francis P. Renzi. „Emergency Medicine Resident Patient Care Documentation Using a Hand-held Computerized Device“. In: *Academic Emergency Medicine* 8.12 (2001), S. 1200–1203.
- [3] Erling Björgvinsson und Per-Anders Hillgren. „On the Spot Experiments Within Healthcare“. In: *Proceedings of the Eighth Conference on Participatory Design: Artful Integration: Interweaving Media, Materials and Practices*. PDC 04. Toronto: ACM, 2004, S. 93–101.
- [4] Geoffrey C. Bowker und Susan Leigh Star. *Sorting Things Out: Classification and Its Consequences*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1999.
- [5] Margaret Burnett. „Software Engineering For Visual Programming hyphenations“. In: *Handbook of Software Engineering and Knowledge Engineering* 2.1 (2001), S. 77–92.
- [6] Tiziana Catarci u. a. „Visual Query Systems for Databases: A Survey“. In: *Journal of Visual hyphenations and Computing* 8 (1997), S. 215–260.
- [7] I.F. Chang. „Major Technical Issues in Medical Informatics Computer Technology Systems and Applications“. In: *Proceedings of the Fourteenth Annual International Computer Software and Applications Conference*. 1990, S. 498–499.
- [8] CPMedienbüro. *Facebook, Twitter & Co: So nutzen Ärzte Social-Media*. 2011. URL: [http : / / cpmedienbuero . de / app / download / 5784777650/Web_umfrage_social_media.pdf](http://cpmedienbuero.de/app/download/5784777650/Web_umfrage_social_media.pdf).

- [9] P. De Potter u. a. „Next Generation Assisting Clinical Applications by using Semantic-aware Electronic Health Records“. In: *22nd IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems, 2009. CBMS 2009*. 2009, S. 1–5.
- [10] Jian-Cheng Dong u. a. „Analysis and Design on Standard System of Electronic Health Records“. In: *First International Workshop on Education Technology and Computer Science*. Bd. 1. 2009, S. 980–982.
- [11] S. Duennebeil u. a. „Strategies for Development and Adoption of ERR in German Ambulatory Care“. In: *4th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth)*. 2010, S. 1–8.
- [12] Bettina Eder. „Das Elektronische Einsatz-Protokoll der MA 70: Mobile Einsatzdokumentation im Wandel“. In: *Die Berufsretter* 16 (2010), S. 14–16.
- [13] V. Govindaraju und R. Milewski. „Automated Reading and Mining of Pre-Hospital Care Reports“. In: *Proceedings of the 14th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems*. 2001, S. 152–157.
- [14] Lois M. Haibt. „A Program to Draw Multilevel Flow Charts“. In: *Proceedings of the Western Joint Computer Conference*. San Francisco, California: ACM, 1959, S. 131–137.
- [15] Lutz J Heinrich, Armin Heinzl und Friedrich Roithmayr. *Wirtschaftsinformatik-Lexikon*. Oldenbourg-Verlag München Wien.
- [16] M. Helm u. a. „Papiergestützte digitale Einsatzdokumentation im Luftrettungsdienst“. In: *Der Anaesthesist* 56.9 (2007), S. 877–885.
- [17] M. Helm u. a. „Zurück in die Zukunft – die papiergestützte digitale Notarzt-Einsatzdokumentation mit Pen“. In: *Intensivmedizin und Notfallmedizin* 46.7 (2009), S. 503–509.
- [18] O.M. Kok, N. Basoglu und T. Daim. „Exploring the Success Factors of Electronic Health Record Systems Adoption“. In: *Proceedings of Technology Management in the Energy Smart World (PICMET)*. 2011, S. 1–8.
- [19] Martin Kulla, Matthias Helm und Lorenz Lampl. „Computerassistierte Point of Care Dokumentation der Schockraumversorgung“. In: *Intensivmedizin und Notfallmedizin* 44.6 (2007), S. 349–359.
- [20] Yun Sik Kwak. „International Standards for Building Electronic Health Record (EHR)“. In: *Proceedings of 7th International Workshop on Enterprise Networking and Computing in Healthcare Industry*. 2005, S. 18–23.

- [21] Jill H. Larkin und Herbert A. Simon. „Why a Diagram is (Sometimes) Worth Ten Thousand Words“. In: *Cognitive Science* 11.1 (1987), S. 65–99.
- [22] Yen-Chiao Lu u. a. „A review and a framework of handheld computer adoption in healthcare“. In: *International Journal of Medical Informatics* 74.5 (2005), S. 409–422.
- [23] Thomas Marthar. *Der digitale Patient: Zu den Konsequenzen eines technowissenschaftlichen Gesundheitssystems*. Bielefeld: transcript Verlag, 2010.
- [24] R. Milewski und V. Govindaraju. „Handwriting Analysis of Pre-Hospital Care Reports“. In: *Proceedings of the 17th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems*. 2004, S. 428–433.
- [25] Raquel Navarro-Prieto und Jose J. Cañas. „Are Visual Programming Languages Better? The Role of Imagery in Program Comprehension“. In: *Int'l J. Human-Computer Studies* 54.6 (Juni 2001), S. 799–829.
- [26] Deutsches Institut für Normung (DIN). *Informationsverarbeitung Sinnbilder für Datenfluss- und Programmablaufpläne DIN 66001*. 1966.
- [27] „Notärztliche Einsatzdokumentation in der Simulation“. In: *Der Anaesthetist* 60.3 (2011), S. 221–229.
- [28] M.T. Ortiz u. a. „A Preliminary Computerized Study of Prehospital Care“. In: *Proceedings of the 16th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. Bd. 2. 1994, S. 1406–1407.
- [29] T. Piliouras u. a. „Selection of Electronic Health Records Software: Challenges, Considerations, and Recommendations“. In: *Systems, Applications and Technology Conference (LISAT)*. 2011, S. 1–5.
- [30] Judith Sambs. „Visuelle Programmierung“. Magisterarb. Hagenberg, Austria: Digitale Medien; FH Oberösterreich – Fakultät für Informatik, Kommunikation und Medien, 2008.
- [31] Stefan Schiffer. *Visuelle Programmierung: Grundlagen und Einsatzmöglichkeiten*. Bonn, D: Addison Wesley, 1998.
- [32] International Organization for Standardization. *ISO/TR 20514:2005 Health informatics – Electronic health record – Definition, scope and context*.
- [33] A.M. Stavroulakis u. a. „Follow-up Computerized Study of Prehospital Care“. In: *Proceedings of the 1995 IEEE 21st Annual Northeast Bioengineering Conference*. 1995, S. 126–128.
- [34] Ivan Edward Sutherland. *Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System*. Techn. Ber. UCAM-CL-TR-574. Cambridge, UK: University of Cambridge, Computer Laboratory, 2003.

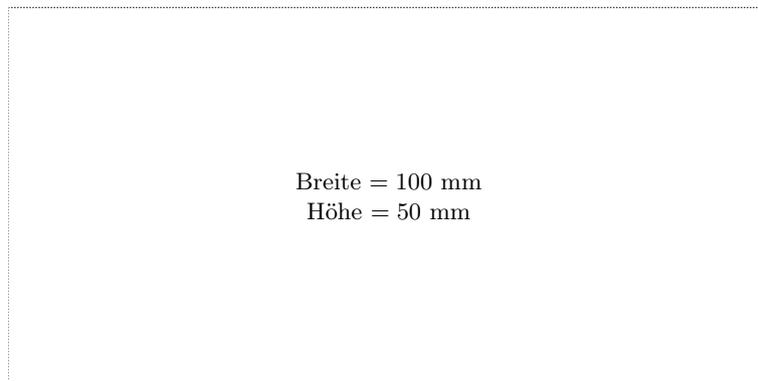
- [35] „Usability Study on Two Handheld Computers to Retrieve Drug Information“. In: *Studies In Health Technology And Informatics* 116 (2005), S. 322–327.
- [36] E.T. van der Velde u. a. „Application of Handheld Computers for Mobile Access to a Cardiology Information System“. In: *Computers in Cardiology*. Bd. 28. Rotterdam, 2001, S. 157–160.
- [37] RobertC Wu und SharonE Straus. „Evidence for handheld electronic medical records in improving care: a systematic review“. In: *BMC Medical Informatics and Decision Making* 6.1 (2006), S. 1–5.
- [38] „Zum Dokumentationsverhalten von Notärzten während des Einsatzes“. In: *Notfall + Rettungsmedizin* 15.2 (2012), S. 127–135.
- [39] Österreichisches Rotes Kreuz, Landesverband Niederösterreich. *Arzneimittellisten - Algorithmen*. Version 07/2012. 2012, S. 0–12.

Online-Quellen

- [40] Thomas Beale. *Archetype Design Principles*. Kopie auf CD-ROM (Datei Archetype.pdf). 2011. URL: <http://www.openehr.org/wiki/display/resources/Archetype+Design+Principles>.
- [41] Chris Lee. *Get rid of paper with the iPad!* Kopie auf CD-ROM (Datei iPad.pdf). 2011. URL: <http://tabletproductive.com/how-the-ipad-will-really-change-your-life-part-1>.
- [42] Dan Moran. *Typing on the iPad: The typing experience is better than you think – but not as good as you probably hoped!* Kopie auf CD-ROM (Datei iPad2.pdf). 2010. URL: http://www.macworld.com/article/151030/2010/05/ipad_typing.html.
- [43] James Welch. *Alarm Fatigue Hazards: The Sirens Are Calling*. Kopie auf CD-ROM (Datei AlarmFatigueHazards.pdf). 2012. URL: <http://www.psqh.com/mayjune-2012/1291-alarm-fatigue-hazards-the-sirens-are-calling.html>.

Messbox zur Druckkontrolle

— Druckgröße kontrollieren! —



— Diese Seite nach dem Druck entfernen! —