

**Universität Leipzig**  
**Fakultät für Mathematik und Informatik**  
**Institut für Informatik**

Analyse der Stärken und Schwächen ausgewählter Terminologien zur  
Beschreibung von Medical Free Libre Open Source Software

**Bachelorarbeit**

Leipzig, August 2019

vorgelegt von

Bindel, Michelle

Studiengang Informatik

**Betreuender Hochschullehrer: Alfred Winter**

**Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie**

# Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung .....	4
1.1 Gegenstand und Motivation .....	4
1.1.1 Gegenstand .....	4
1.1.2 Problematik.....	5
1.1.3 Motivation .....	5
1.2 Problemstellung .....	6
1.3 Zielsetzung .....	6
1.4 Aufgaben-/Fragestellung.....	6
2. Grundlagen.....	8
2.1 Medical Free Libre Open Source Software.....	8
2.2 Medfloss.org .....	10
2.3 Ausgewählte Terminologien .....	12
2.3.1 Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen.....	12
2.3.2 Anwendungsbausteine .....	14
2.3.3 Taxonomie für Anwendungssysteme im Gesundheitswesen.....	17
3. Lösungsansatz .....	19
4. Ausführung der Lösung.....	22
4.1 Einordnung der Projekte .....	22
4.2 Beurteilung der übervollen und leeren Klassen .....	27
4.2.1 Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen.....	28
4.2.2 Anwendungsbausteine .....	31
4.2.3 Taxonomie für Anwendungssysteme im Gesundheitswesen.....	32
4.3 Beurteilung der Restklassen.....	34
4.3.1 Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen.....	34

4.3.2 Anwendungsbausteine .....	35
4.3.3 Taxonomie für Anwendungssysteme im Gesundheitswesen.....	37
4.4 Vergleich der Terminologien .....	37
5. Zusammenfassung .....	40
6. Diskussion .....	42
7. Literaturverzeichnis.....	44
8. Abbildungsverzeichnis .....	46
9. Tabellenverzeichnis.....	47
10. Anhang .....	48
11. Erklärung.....	49

# 1 Einleitung

## 1.1 Gegenstand und Motivation

### 1.1.1 Gegenstand

Wie auch in allen anderen Gebieten der Informatik hat Free/Libre Open Source Software (FLOSS) in der Medizinischen Informatik in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen (Brügge u. a. 2012, S. 1–4). Trotzdem zeigt eine aktuelle Literaturrecherche, dass Publikationen über FLOSS im Gesundheitswesen (MEDFLOSS) selten sind, obwohl mittlerweile für fast alle Softwarespezialisierungen in der Gesundheitsversorgung MEDFLOSS-Alternativen existieren (Karopka, Schmuhl, Demski 2014). Die meisten Informationen finden sich auf dem Thema gewidmeten Webseiten und in der akademischen Literatur.

Deswegen wird das Projekt HITO, welches sich der Erstellung einer Health-IT-Ontologie (HITO) zur systematischen Beschreibung von Anwendungssystemen und Softwareprodukten in Health-IT widmet, in einem seiner Anwendungsfälle speziell auf medizinische Open-Source-Software eingehen (Winter, Ammenwerth 2015). Zur Betrachtung wurde die Webseite Medfloss.org ausgewählt, welche für alle Interessierten eine Übersicht der aktuell verfügbaren MEDFLOSS-Alternativen bietet. Zum jetzigen Zeitpunkt findet man auf Medfloss.org 360 FLOSS-Projekte, 422 Publikationen und 111 Service Provider (Streidl, Demski, Karopka 28.06.2019). Die Webseite zählt jeden Monat um die 3350 Besucherinnen<sup>1</sup> und demonstriert damit das Interesse der potenziellen Nutzerinnen an MEDFLOSS-Lösungen.

Neben Informationen zu Download, Dokumentation und Support für die spezifischen Projekte, findet man auf der Webseite auch ein eigens angelegtes Schlagwortsystem, welches ein grobes Filtern der Projekte nach verschiedenen Kriterien ermöglicht. So finden sich unter anderem der „Anwendungstyp“ (application type) und die unterstützte „Unternehmensaufgabe“ (enterprise function). Auch nach dem Standard, sowie allgemeinen Eigenschaften, wie der Lizenz, der Programmiersprache und der unterstützten Plattform lässt sich filtern (Streidl, Demski, Karopka 28.06.2019). Dies soll der Nutzerin nicht nur bei dem Finden einer für ihre Zwecke geeigneten

---

<sup>1</sup> Die in der Bachelorarbeit gewählte weibliche Form bezieht sich immer zugleich auf männliche und weibliche Personen.

Software helfen, sondern auch den Vergleich mehrerer geeigneter Kandidaten erleichtern.

### 1.1.2 Problematik

Über die Jahre ist das Schlagwortsystem weitergewachsen, um dem Bedarf der Webseite gerecht zu werden. Wenn ein Projekt sich mit den vorhandenen Schlagwörtern nicht beschreiben ließ, wurden passende hinzugefügt. Dies resultierte in einer wenig strukturierten und unübersichtlichen Zusammenstellung von Schlagwörtern, die zwar die Projekte individuell gut beschreibt, aber keinen Vergleich mit anderen Softwareprojekten erlaubt. Zwar ermöglicht es auf der Seite selbst das Filtern der Projekte, doch sowohl nicht gelistete MEDFLOSS-Software als auch der große Markt der kommerziellen Software im Gesundheitswesen entzieht sich dem Vergleich. Das Schlagwortsystem von Medfloss.org reiht sich damit in eine lange Liste mäßig erfolgreicher Terminologien ein, von denen sich keine jemals durchsetzen und allgemein anerkannt werden konnte. Zurzeit werden zur Beschreibung von MEDFLOSS-Alternativen im Speziellen und Software im Gesundheitswesen im Allgemeinen viele Terminologien parallel verwendet. Dies könnte durch das Erschaffen einer allgemeinen abgestimmten Health-IT-Ontologie gelöst werden.

### 1.1.3 Motivation

Sollte HITO erfolgreich sein, und man könnte sich in Zukunft auf eine allgemeingültige Terminologie stützen, würde dies den Prozess der Softwaresuche erleichtern und verkürzen. Seiten wie Medfloss.org hätten die Möglichkeit sich an dieser Terminologie zu orientieren, womit die gelisteten MEDFLOSS-Produkte auf dem Markt sichtbar wären und es ihnen erleichtert wird mit kommerzieller Software in Konkurrenz zu treten. MEDFLOSS-Projekte könnten untereinander besser verglichen und die Auswahl einer Software mit spezifischen Features oder Funktionalitäten besser unterstützt werden. Dies spiegelt eine der in HITO definierten Hauptherausforderungen des Informationsmanagements wider, der man einen der fünf im Projekt untersuchten Anwendungsfälle widmet. Durch das Betrachten dieser Anwendungsfälle sollen einige der typischen Situationen durchgespielt werden, in der das Fehlen einer allgemeinen Health-IT-Ontologie negativ aufgefallen ist. Um HITO zu unterstützen sollen in dieser Bachelorarbeit alle aktuell auf Medfloss.org verfügbaren Projekte, anhand der auf der Webseite verfügbaren Informationen nach den folgenden drei Terminologien klassiert werden: nach der Liste von Anwendungsbausteinen (application components) aus Health Information Systems: Architectures and Strategies (Winter u. a. 2011, S. 126–157), nach der Taxonomie für Anwendungssysteme im Gesundheitswesen von Varshney et al.

(2013) und nach der Liste der Aufgaben aus dem Referenzmodell für die fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen, entwickelt am Institut für Informationssysteme des Gesundheitswesens der Privaten Universität für Gesundheitswissenschaften, Medizinische Informatik und Technik in Hall in Tirol unter Mithilfe des Instituts für Medizinische Informatik, Statistik und Epidemiologie der Universität Leipzig (Hübner-Bloder u. a. 2005).

## 1.2 Problemstellung

Das folgende Problem soll im Rahmen dieser Abschlussarbeit gelöst werden.

Problem P1: Das derzeit auf Medfloss.org verwendete Schlagwortsystem wird von den Verantwortlichen als unzureichend eingeschätzt. Bestehende Terminologien für Anwendungssysteme im Gesundheitswesen wurden bisher nicht auf ihre Eignung für Medfloss.org untersucht.

## 1.3 Zielsetzung

Zur Lösung von Problem P1 lässt sich das folgende Ziel ableiten:

Ziel Z1: Die Stärken und Schwächen der drei ausgewählten Terminologien bei der Beschreibung der MEDFLOSS-Projekte sollen bekannt sein.

## 1.4 Aufgaben-/Fragestellung

Zu Ziel Z1:

Aufgabe A1: Die Projekte aus der MEDFLOSS-Sammlung auf Medfloss.org werden nach den vorgegebenen drei Terminologien in einer Excel-Tabelle beschrieben.

Aufgabe A1.1: Die Projekte werden nach dem Referenzmodell für die fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen beschrieben.

Aufgabe A1.2: Die Projekte werden nach den Anwendungsbausteinen aus Health Information Systems: Architectures and Strategies von Winter et al. beschrieben.

- Aufgabe A1.3: Die Projekte werden nach der Taxonomie für Anwendungssysteme im Gesundheitswesen von Varshney et al. beschrieben.
- Aufgabe A2: Analysieren der Verteilung der Projekte über die einzelnen Klassen der Terminologien, sowie Suche nach leeren und übermäßig vollen Klassen als Hinweise auf unnötige bzw. unzureichend untergliederte Klassen.
- Aufgabe A3: Analysieren der Projekte welche in die Restklasse der jeweiligen Terminologie sortiert wurden und wenn möglich, Finden von Gruppen die eine eigene Klasse rechtfertigen.
- Aufgabe A4: Vergleichendes Beschreiben der Stärken und Schwächen der drei Terminologien.

## 2. Grundlagen

Um ein theoretisches Verständnis für das zentrale Thema dieser Arbeit zu gewinnen wird in diesem Kapitel auf die Prinzipien von FLOSS im Allgemeinen und den Einsatz von FLOSS in der Medizin im Speziellen eingegangen, sowie die Webseite Medfloss.org vorgestellt. Anschließend werden die drei Terminologien präsentiert, welche auf ihre Eignung hinsichtlich der Beschreibung von MEDFLOSS-Projekten untersucht werden sollen.

### 2.1 Medical Free Libre Open Source Software

Medical Free/Libre Open Source Software (oder kurz: MEDFLOSS) ist die Bezeichnung für Free/Libre and Open Source Software (FLOSS) Projekte im Bereich der medizinischen Informatik und Gesundheitsversorgung. Nach Janamanchi (2009) unterscheidet sie sich von kommerzieller Software in zwei wesentlichen Punkten: dem Entwicklungsprozess und der Softwarelizenz. Statt von einem ausgewählten Team von Programmierern entwickelt zu werden, kann an der Gestaltung von MEDFLOSS jeder teilhaben, der sich aktiv in die Open-Source-Community einbringt. Über das Internet wird die Entwicklung kollaborativ und dezentralisiert koordiniert und weiter vorangetrieben. Die Lizenzierung erfolgt bei MEDFLOSS durch eine der vielen verfügbaren Open Source Lizenzen, welche von der Open Source Initiative zertifiziert werden (Open Source Initiative (OSI) 09.08.2019). Diese gewähren der Nutzerin der Software das Recht die Software zu verwenden, auf den Source Code zuzugreifen, ihn zu modifizieren und die Software dann weiter zu vertreiben.

Schwächen sehen potenzielle Nutzerinnen bei MEDFLOSS vor allem in den folgenden Punkten. Die meisten MEDFLOSS-Projekte garantieren keinen ständigen Support. Letztendlich muss aber jemand die Verantwortung dafür übernehmen, so dass man sich trotzdem auf professionelle Dienstleister verlassen oder aber das eigene Personal dafür fit machen muss. Die eigenen Angestellten müssten daher über umfangreiche Fähigkeiten in der Softwareentwicklung verfügen, um die Software zu verstehen und auch effektiv mit dieser arbeiten zu können. Die MEDFLOSS-Software kommt ohne Garantie und es gibt keine vertragliche Verpflichtung zur Weiterentwicklung der Software oder zur Erfüllung der beworbenen Funktionalitäten. Die Nutzerinnen haben auch den Eindruck, dass MEDFLOSS nur eine begrenzte Auswahl an Produkten bietet, mit nur eingeschränkten Funktionalitäten, die nicht an proprietäre Software heranreichen. (Schmuhl, Heinze, Bergh 2013)

Wie in (Gärtner 2010) ausgeführt wird, fallen Softwareprodukte, welche in Deutschland in



Krankenhäusern zur Durchführung von Diagnose- und Therapiemaßnahmen eingesetzt werden, unter das Medizinproduktegesetz und müssen damit alle Anforderungen erfüllen, die für Medizinprodukte gelten. Damit steigen die Ansprüche an Dokumentations- und Variantenmanagement und es muss nachgewiesen werden, dass die durch die Richtlinien vorgegebenen Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen eingehalten werden. Außerdem muss der Anbieter nachweisen, dass Softwareentwicklung, Validierung und Systemeinführung nach anerkannten Qualitätsstandards durchgeführt werden. All das stellt für die dezentral organisierte Entwicklung in der MEDFLOSS-Community eine erhebliche Herausforderung dar.

Doch MEDFLOSS hat auch Vorteile. Für den Erwerb der Software werden im Normalfall keine Lizenzgebühren fällig, weshalb die Beschaffung und Implementierung im Schnitt weniger kostet als bei proprietärer Software. MEDFLOSS bietet zudem die Möglichkeit aktiv an der Entwicklung und dem Ausbau der Software teilhaben zu können, um sie so perfekt auf die eigenen Bedürfnisse anzupassen. Man ist nicht mehr abhängig von einem bestimmten Anbieter, sondern frei in der Wahl der betreuenden Supportfirma und der zusätzlich im Unternehmen verwendeten Software. Nur weil MEDFLOSS selbst normalerweise frei zugänglich ist, heißt das nicht, dass man mit MEDFLOSS keinen Gewinn machen kann. Statt über Lizenzgebühren kann man mit servicebasierten Diensten wie Wartung und Anpassung der Software an Kundenwünsche Einnahmen generieren. Wir finden heute einige Beispiele für erfolgreiche MEDFLOSS-Projekte. Das dabei populärste ist wohl die Veterans Information Systems and Technology Architecture VistA, welche als eines der komplexesten Systeme gilt, das die Anforderungen eines Krankenhauses komplett erfüllen kann. (Karopka, Schmuhl, Demski 2014)

Leider hat die FLOSS-Community in der Medizinischen Informatik noch nicht den Stellenwert eingenommen, den sie in thematisch vergleichbaren Anwendungsfeldern, wie der biomedizinischen Forschung bereits innehat (Schmuhl, Heinze, Bergh 2013). Zum einen herrscht ein Mangel an Wissen über MEDFLOSS und auch ein generelles Misstrauen FLOSS-Lösungen gegenüber. In vielen Ländern wird FLOSS zudem vom Staat nicht explizit gefördert, was sich wohl wieder darauf zurückführen lässt, dass die Vorteile von FLOSS nicht weithin bekannt sind, sowie auf den Druck, den die proprietäre Softwareindustrie auf die Wirtschaft und den Stellenmarkt ausübt (Reynolds, Wyatt 2011). Der Schlüssel zur weiteren Verbreitung von MEDFLOSS-Produkten liegt also darin Informationen über die Vorteile und die bereits bestehenden Projekte möglichst allen Interessierten zur Verfügung zu stellen.

## 2.2 Medfloss.org

In den letzten Jahren ließ sich ein enormer Zuwachs an globalen Initiativen und lokalen Projekten in der MEDFLOSS-Community beobachten. Es wurden mehrere Webseiten entwickelt, welche eine Übersicht für MEDFLOSS betreffende Informationen und Nachrichten bieten wollen. Eine dieser Webseiten ist Medfloss.org (Karopka, Schmuhl, Demski 2014). Das Ziel von Medfloss.org, ist es durch die umfassende und strukturierte Übersicht von Wissen zu relevanten MEDFLOSS-Projekten den Austausch von Ideen und Erfahrungen innerhalb der MEDFLOSS-Community zu fördern. Medfloss.org ist seit dem 21. Februar 2010 online und listet zum aktuellen Zeitpunkt 360 MEDFLOSS-Projekte, sowie zahlreiche mit MEDFLOSS verknüpfte Serviceanbieter, Veranstaltungen und Veröffentlichungen (Streidl, Demski, Karopka 28.06.2019). Damit hilft Medfloss.org dabei auf MEDFLOSS aufmerksam zu machen und untermauert, dass MEDFLOSS mit kommerzieller und proprietärer Software konkurrieren kann und auch sollte.

Der Aufbau des Schlagwortsystems von Medfloss.org orientiert sich an den Kategorien „Applikationstyp“, „Unternehmensfunktion“ und „Standard“ des 3LGM-Modells und wurde zusätzlich um Kategorien aus der der IT- und Open-Source-Community ergänzt, wie zum Beispiel „Client Typ“ und „Plattform“. Jedes Projekt hat zusätzlich eine kurze Beschreibung, sowie Links zu der offiziellen Webseite und wenn vorhanden, zusätzlichen Ressourcen wie Screenshots, dem Code und der Dokumentation. Die Nutzer können auch Bewertungen der einzelnen Projekte hinterlassen, die sich dann in einem 5-Sterne-System widerspiegeln. Ein Beispiel einer Projektbeschreibung kann man in Abbildung 1 sehen.

Um ein bestimmtes Projekt zu finden kann man direkt nach einem oder mehreren Schlagwörtern suchen oder sich über eine weiterführende Suche von einem Schlagwort zum nächsten klicken. Ein Problem sehen die Verantwortlichen nicht nur in dem „wildwuchsartigen“ Wachstum, sondern auch in Begriffsüberschneidungen und der Behandlung von Synonymen. Viele der Kategorien lassen sich nicht klar voneinander abgrenzen oder sind prinzipiell in anderen inbegriffen oder ihnen untergeordnet. Zudem werden einige Bezeichnungen verwendet, die eigentlich das gleiche Konzept beschreiben, und deren Verwendung davon abhängig ist aus welchem Land oder akademischen Feld man stammt. Zurzeit sind 138 Unternehmensfunktionen verfügbar und die Verantwortlichen machen sich Sorgen, dass zu viel Auswahl bei den Begriffen die Nutzerinnen verwirren könnte. Vorschläge zur Verbesserung der Situation wären das Einführen von Nutzerprofilen, welche die für einen relevanten Kategorien einschränkt oder das Ausrichten des Systems nach einem etablierten Standard.

## 3D Slicer

**Rating:** ★★☆☆☆

Your rating: None Average: 2.5 (26 votes)

Status: [Active](#)

License: [BSD 3-Clause](#)

Application type: [Modelling](#) [Processing](#) [Simulation](#) [Visualization](#)

Enterprise function: [Image Processing](#) [Data Visualization](#) [Interactive Segmentation](#) [Image Registration](#) [Volume Rendering](#)

Standard: [DICOM](#)

Language: [English](#)

Client type: [Native](#)

Platform: [Mac OS](#) [Unix-like](#) [Windows](#)

Programming language/toolkit: [C](#) [C++](#) [Python](#) [Tcl](#) [Qt](#)

### Project description:

3D Slicer is an open source software platform for medical image informatics, image processing, and three-dimensional visualization. Built over two decades through support from the National Institutes of Health and a worldwide developer community, Slicer brings free, powerful cross-platform processing tools to physicians, researchers, and the general public.

It uniquely integrates several facets of image-guided medicine into a single environment. It provides capabilities for automatic registration (aligning data sets), semi-automatic segmentation (extracting structures such as vessels and tumors from the data), generation of 3D surface models (for viewing the segmented structures), 3D visualization, and quantitative analysis (measuring distances, angles, surface areas, and volumes) of various medical scans.

Slicer 4.6 includes close to 700 feature improvements and bug fixes have resulted in improved performance and stability, as well of dozens of new and improved core modules and extensions.

### Homepage:

<https://www.slicer.org/>

### Screenshots:

<http://www.spl.harvard.edu/publications/gallery?entriesPerPage=10&selectedCollec...>

### Code Repository:

<https://github.com/Slicer/Slicer>

### Documentation:

[https://www.slicer.org/wiki/Main\\_Page](https://www.slicer.org/wiki/Main_Page)

Abbildung 1: Projektbeschreibung von Medfloss.org

Das Schlagwortsystem von Medfloss.org wurde aufgebaut mit Blick auf die vermuteten Nutzergruppen und deren Bedürfnisse. Die Verantwortlichen gehen zum Beispiel davon aus, dass Ärztinnen weniger Wert auf die im IT-Umfeld geläufigen Fachbegriffe legen und eine aufgabenorientierte Suche, wie nach Unternehmensfunktion als einfacher empfinden. Die Seite zählt über 20.000 Besucherinnen jeden Monat, jedoch wurde eine detaillierte Benutzeranalyse nie durchgeführt, weshalb sich über die tatsächlichen Nutzergruppen keine Rückschlüsse ziehen lassen. Es bestand einmal die Möglichkeit sich einen Nutzeraccount anlegen zu lassen, doch das wurde selten genutzt und wenn dann für Spam. Deswegen wurde dies abgeschafft und die einzigen Änderungen werden nun durch die Administratoren durchgeführt, welche auf Anfrage Projekte hinzufügen oder bereits bestehende um neue Informationen ergänzen. (Streidl 28.05.2019)

## 2.3 Ausgewählte Terminologien

Durch das Sortieren der auf Medfloss.org gesammelten Projekte in verschiedenen Terminologien sollen deren Stärken und Schwächen bei der Beschreibung von MEDFLOSS aufgedeckt werden. Die drei dafür ausgewählten Terminologien werden hier vorgestellt.

### 2.3.1 Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen

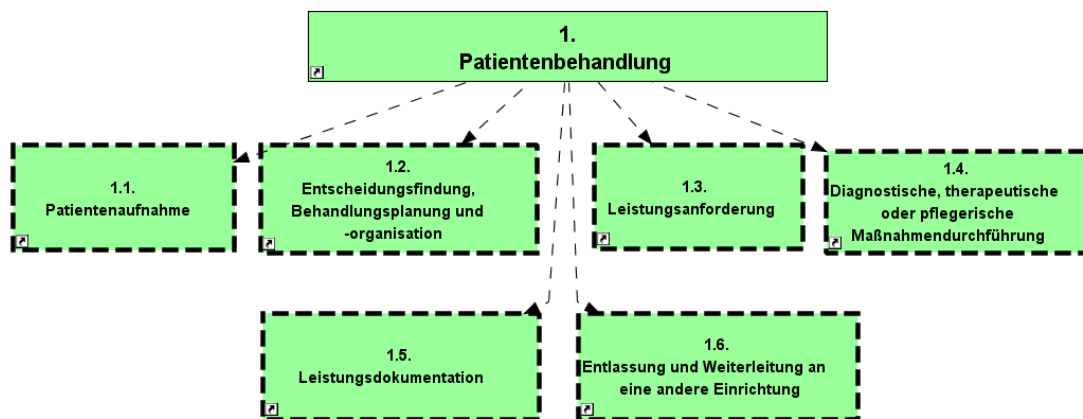


Abbildung 2: Gliederung der zentralen Aufgabe „1. Patientenverwaltung“

Die erste Terminologie ist das am Institut für Informationssysteme des Gesundheitswesens der Privaten Universität für Gesundheitswissenschaften, Medizinische Informatik und Technik in Hall entwickelte Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen. Referenzmodelle fungieren als Muster für die Abbildung bestimmter Aspekte eines Sachverhalts. Es soll als Vorlage dabei helfen die Modellierung des IST-Zustand eines Krankenhausinformationssystems zu erleichtern, was die Basis für dessen Analyse und zukünftige Verbesserungen bildet. Man hofft zudem darauf, dass das Referenzmodell die Standardisierung der in verschiedenen Institutionen genutzte Begrifflichkeiten unterstützt. Es wird als 3LGM-Modell abgebildet, welches Krankenhausinformationssysteme auf drei verschiedenen Ebenen darstellt: der fachlichen Ebene, sowie der logischen und physischen Werkzeugebene. Für das Referenzmodell konzentriert man sich auf die fachliche Ebene, welche die Unternehmensaufgaben des Krankenhausinformationssystems und die vorhandenen Objekttypen zeigt. (Hübner-Bloder u. a. 2005)

Unternehmensaufgaben werden hier genutzt, um Aktivitäten der Informationsverarbeitung zu Klassen zusammenzufassen, weswegen sie auch als Aufgaben der Informationsverarbeitung bezeichnet werden. Diese stellen Prozesse dar, welche im Namen der Informationsverarbeitung im Krankenhaus ablaufen. Objekttypen stellen die physischen oder virtuellen Objekte in einem Krankenhaus dar, wie zum Beispiel den Patienten oder einen Befund. Diese werden von den Aufgaben entweder genutzt oder bearbeitet. (Winter u. a. 2011, S. 90–126)

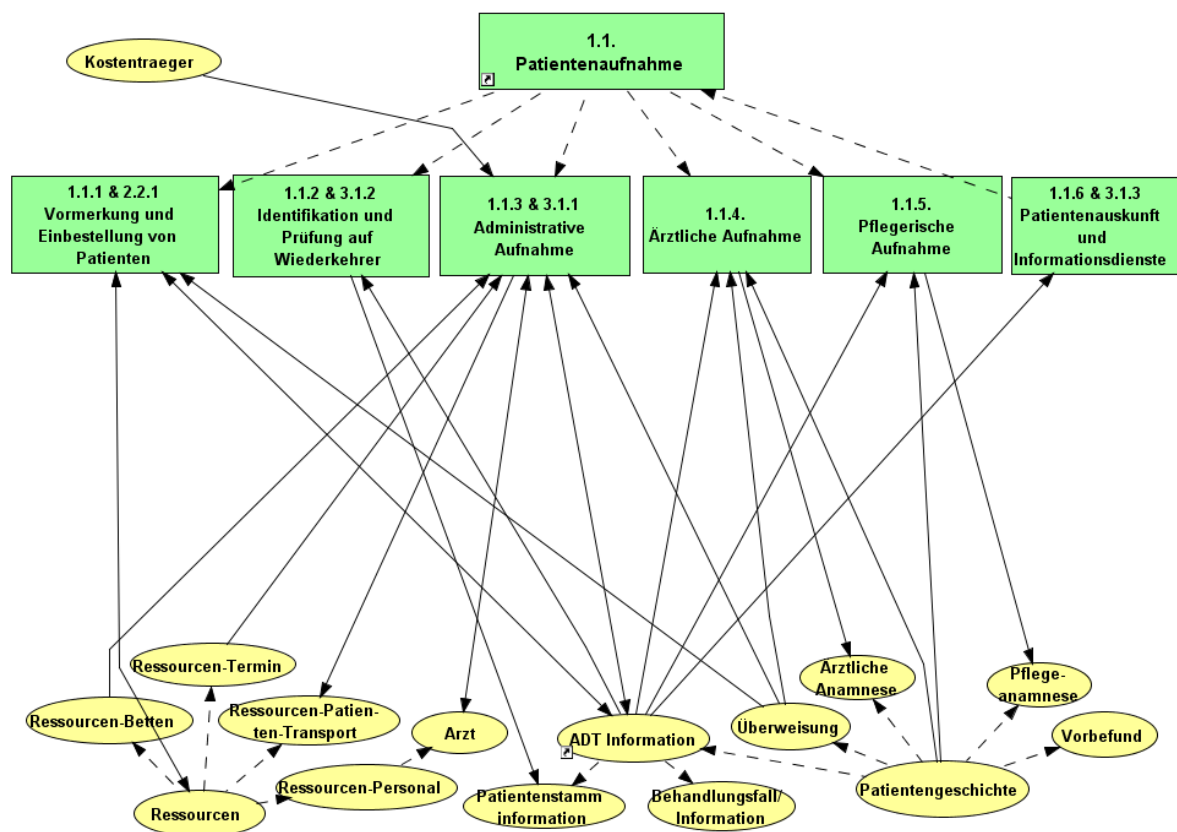


Abbildung 3: Gliederung der Unteraufgabe „1.1 Patientenaufnahme“

Das resultierende Referenzmodell ist hierarchisch strukturiert und beschreibt allgemein und umfassend die Unternehmensaufgaben von Krankenhausinformationssystemen. Es besteht aus dem zentralen Krankenhausprozess „1. Patientenbehandlung“, sowie den vier zusätzlichen Querschnittsaufgaben „2. Versorgungsmanagement, Ressourcenplanung und Arbeitsorganisation“, „3. Krankenhausverwaltung“, „4. Krankenhausleitung“ und „5. Forschung und Lehre“. Diese sind noch einmal in insgesamt 22 Unteraufgaben gegliedert, von denen manche noch weiter unterteilt

werden. In dieser Arbeit soll der Fokus auf den vorgegebenen Aufgaben und nicht den zugehörigen Objekttypen liegen. Abgeleitet aus den im Krankenhaus anfallenden Aufgaben der Informationsverarbeitung bietet das Referenzmodell einen aufgabenorientierten Ansatz zur Beschreibung der MEDFLOSS-Projekte. Eine Software wird also darüber beschrieben welche Aufgaben der Informationsverarbeitung sie in einem Krankenhaus unterstützt. Ein Laborinformationssystem zum Beispiel unterstützt die Aufgabe „1.4.1 Diagnostische und therapeutische Maßnahmendurchführung“, da es Ärztinnen durch die vermittelten Informationen dabei assistiert eine Diagnose zu stellen. Um Struktur und Inhalt des Referenzmodells zu demonstrieren, ist hier (Abbildung 2, Abbildung 3) die Untergliederung der zentralen Aufgabe „1. Patientenbehandlung“ und ihrer Unteraufgabe „1.1 Patientenaufnahme“ zusammen mit den Objekttypen und den Beziehungen zu ihnen dargestellt.

### 2.3.2 Anwendungsbausteine

In der 2011 erschienenen Ausgabe von Health Information Systems: Architectures and Strategies von Winter et al. werden informationsverarbeitende Werkzeuge der logischen Werkzeugebene von Krankenhausinformationssystemen beschrieben. Die logische Werkzeugebene ist Teil des 3LGM-Modells zur Modellierung von Krankenhausinformationssystemen. Sie beschreibt die Anwendungsbausteine und die Kommunikationsverbindungen zum Austausch von Daten zwischen diesen. Anwendungsbausteine unterstützen die Unternehmensaufgaben eines Krankenhausinformationssystems und können computerbasiert und nicht-computerbasiert sein. Im Sinne dieser Arbeit wird sich im Folgenden auf die computerbasierten Anwendungsbausteine konzentriert. Diese bestehen aus einer Software, die einsatzbereit auf einer technischen Komponente installiert ist. Trotz lokaler Unterschiede in der Benennung lassen sich typische Anwendungsbausteine und ihre zugehörigen Aufgaben identifizieren (Winter u. a. 2011, S. 126–157). Die Kategorien spiegeln damit die auf dem Markt und in den Krankenhäusern etablierten typischen Einteilungen der Softwarekomponenten wider. Die von Winter et al. angegebenen Anwendungssysteme sind hier zusammen mit einer kurzen Beschreibung aufgeführt:

- Patient Administration System  
Dieser Anwendungsbaustein unterstützt die Verwaltung der Patienten, speziell deren Aufnahme, Entlassung und Abrechnung. Für die anderen Anwendungsbausteine stellt er die korrekten und aktuellen Patienteninformationen zur Verfügung.
- Medical Documentation System

Unterstützt die medizinische Dokumentation, indem es unterschiedlich stark strukturierte Formulare zur Erstellung von Berichten bereitstellt, sowie Spracherkennung und Funktionen zur Analyse von Texten. Es hilft bei der Kodierung von Diagnosen und Prozeduren und bildet die Grundlage für die Entscheidungen zur weiteren Behandlung der Patienten.

- **Nursing Management and Documentation System**  
Ähnliche wie ein Medical Documentation System unterstützt es den gesamten Prozess der Pflegedokumentation, angefangen bei der Formulierung von Pflegezielen, der Planung und Durchführung der Pflege und der Bewertung der Ergebnisse. Um die Planung der Pflege zu unterstützen können zudem Pflegepläne definiert und wiederverwendet werden.
- **Outpatient Management System**  
Ambulante Behandlung findet während einem oder mehreren kurzen Besuchen in den Ambulanzen eines Krankenhauses statt, oft in Verbindung mit vergangenen oder zukünftigen stationären Aufenthalten des Patienten. Die Aufgaben sind mit denen eines Medical Documentation System vergleichbar, aber der Fokus liegt hier mehr auf der Terminplanung und der Organisation des Arbeitsablaufes innerhalb der ambulanten Station.
- **Provider or Physician Order Entry System (POE)**  
Unterstützt Auftragserfassung sowohl für die Bestellung von Medikamenten als auch für die Verordnung von diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen. Es hilft bei der Formulierung des Auftrags, der Terminplanung, dem Druck von Etiketten und der Übermittlung des Auftrags an die zuständige Abteilung. Wenn Medikamente bestellt werden stellt es Informationen bereit, die bei der Auswahl des Medikaments nützen.
- **Patient Data Management System (PDMS)**  
Patienten auf einer Intensivstation sind auf eine ständige Überwachung ihrer Vitalfunktionen angewiesen. Das PDMS ist dafür zuständig die Daten der Patienten zu speichern, darzustellen, zu analysieren und bei lebensbedrohlichen Veränderungen das medizinische Personal zu alarmieren.
- **Operation Management System**  
Bei der Operationsplanung koordiniert es die Daten über den Termin, das eingesetzte medizinische Personal und den zu operierenden Patienten. Während der Operation

unterstützt es die Dokumentation von Ablauf und Dauer der durchgeführten Prozedur, sowie der dabei verwendeten Materialien, damit am Ende ein vollständiger Operationsbericht erstellen werden kann.

- **Radiology Information System (RIS)**  
Ähnlich wie ein Outpatient Management System organisiert ein RIS die Termin-, Personal- und Arbeitsplanung einer Station. Die Besonderheit hierbei ist die Verbindung zu den bildgebenden radiologischen Geräten, den sogenannten Modalitäten. Das RIS stellt Arbeitslisten, bestehend aus den Patienten und den angeordneten Untersuchungen für die Modalitäten bereit und erhält von Ihnen eine Bestätigung, wenn die Untersuchung durchgeführt wurde.
- **Picture Archiving and Communication System (PACS)**  
Das PACS ist eng mit dem RIS verbunden und für die Speicherung, Verwaltung, Bearbeitung und Präsentation einer großen Menge von digitalen Bilddaten verantwortlich.
- **Laboratory Information System (LIS)**  
Im Labor wird statt mit den Patienten mit Proben gearbeitet. Das LIS unterstützt alle Schritte der Laboruntersuchung: Verwaltung von Aufträgen und Proben, die Verteilung der Proben auf die vorhandenen Analysegeräte, das Abrufen und Validieren der Ergebnisse und die Übermittlung dieser zurück an den Auftraggeber.
- **Enterprise Resource Planning System**  
Es erlaubt das Managen von Finanzen, Personal und materiellen Ressourcen, sowie die Dokumentation und Abrechnung aller durchgeführten Dienstleistungen. Eine Anwendung, die oft nicht speziell für ein Krankenhaus entwickelt wurde, sondern auch in anderen Branchen für administrative Aufgaben eingesetzt wird.
- **Data Warehouse System**  
Daten können aus anderen Anwendungen importiert und im Data Warehouse System in einem passenden Format abgelegt werden. Eine Analyse der Daten kann helfen Entscheidungen bei der Verwaltung des Krankenhauses zu treffen und auch für Organisation und Durchführung von klinischen Studien genutzt werden.
- **Document Archiving System**  
Patientenbezogenen Dokumenten aus den datengenerierenden Anwendungsbausteinen des Krankenhauses können hier zwecks Langzeitarchivierung importiert werden. Sie



werden mit einer elektronischen Signatur versehen, in standardisierter Form abgelegt und sind leicht wieder abrufbar.

- **Other Computer-Based Application Components**  
In einem Krankenhaus lassen sich noch viele weitere weniger klassische Anwendungsbausteine mit zunehmend spezifischen Aufgaben finden, welche in dieser Kategorie zusammengefasst werden sollen.
- **Clinical Information System (CIS) and Electronic Patient Record System (EPR)**  
In manchen Krankenhäusern liegen Medical Documentation System, Outpatient Management System, Nursing Management and Documentation System und POE nicht als einzelne Anwendungsbausteine vor, sondern sind in das Clinical Information System integriert, oft auch Electronic Patient Record System genannt.
- **Middleware**  
Stellt die korrekte Kommunikation zwischen den Anwendungsbausteinen sicher und bildet damit die Basis für die Integration von Anwendungsbausteinen.

### 2.3.3 Taxonomie für Anwendungssysteme im Gesundheitswesen

Die Taxonomie für Anwendungssysteme im Gesundheitswesen wurde von Varshney et al. (2013) durch Anwendung der Methode für Taxonomieentwicklung nach Nickerson et al. (2013) aufgestellt. Sie entwickelten also eine Methode, mit welcher Objekte durch Abfragen festgelegter Kriterien klassifiziert werden können, in diesem Fall medizinische Anwendungen. Eine medizinische Anwendung wird hier definiert als Informationstechnologie zur Unterstützung einer speziellen medizinischen Aufgabe. Die vier hierfür festgelegten Kriterien sind: wer (Identität), wann (Zeit), was (Aktivität) und wo (Ort). Davon abgeleitet wurden die folgenden für die Taxonomie genutzten Dimensionen:

- **Nutzerdimension:** Von wem wird die Anwendung genutzt? Bedient sie ein Patient (P) oder eine medizinische Fachkraft/ein Administrator (HP)?
- **Reaktionsdimension:** Wann wird die Anwendung genutzt? Erfordert sie eine sofortige Reaktion des Nutzers (I) oder nicht (NI)?
- **Rollendimension:** Welche Rolle spielt die Anwendung bei der Behandlung des Patienten? Interagiert sie direkt mit dem Patienten (PRI) oder benötigt sie Assistenz von einem Gerät oder einer medizinischen Fachkraft (AST)?

- Ortsdimension: Ist der Ort, an welchem der Nutzer sich befindet von Bedeutung? Arbeitet die Anwendung mit dem aktuellen Aufenthaltsort des Nutzers (LB) oder nicht (NLB)?

Wird für eine medizinische Anwendung für jede dieser Dimensionen eine Entscheidung getroffen, steht fest um welche Art medizinischer Anwendung es sich handelt. Die aus der Literatur gewonnenen Typen von medizinischen Anwendungen wurden von Varshney et al. durch diese Dimensionen beschrieben und unterschieden. Das Endresultat der Taxonomieentwicklung kann man in Tabelle 1 sehen.

Applications	User		Response		Role		Location	
	P	HP	I	NI	PRI	AST	LB	NLB
Telemedicine	X		X		X			X
Health monitoring	X			X		X	X	
Intelligent emergency response		X	X			X	X	
Healthcare inventory management		X		X		X	X	
Monitoring of smart home		X		X		X	X	
Stray prevention and monitoring		X	X			X	X	
EHR and healthcare data storage		X		X		X		X
Behavior health monitoring		X		X		X	X	

Tabelle 1: Darstellung der Taxonomie

### 3. Lösungsansatz

Hier soll das verfolgte Vorgehen erläutert werden, um letztendlich das Ziel dieser Arbeit zu erreichen, und zwar die Stärken und Schwächen der drei ausgewählten Terminologien bei der Beschreibung der MEDFLOSS-Projekte zu identifizieren.

Im ersten Schritt werden alle aktuell auf Medfloss.org verfügbaren Projekte anhand der drei Terminologien klassiert. Dazu wurde eine Excel Tabelle angelegt (Abbildung 4), welche in der ersten Spalte alle 360 Projekte auflistet. Außerdem wurden aus den Projektbeschreibungen auf Medfloss.org „Anwendungstyp“, „Unternehmensaufgabe“, „Client Typ“ und „Plattform“ in die Tabelle übernommen, um bei der Klassierung zu helfen. In den folgenden Spalten hat man die Möglichkeit zu jeder Terminologie eine oder mehrere zum Projekt passende Klassen aus einem Drop-Down-Menu auszuwählen. Zusätzlich existiert für jede Terminologie eine Spalte für Anmerkungen, um zu vermerken, welchen speziellen Zweck das Projekt erfüllt, wenn es in keine der Klassen passt oder durch die ausgewählte Klasse nur unzureichend beschrieben wird.

Die Tabelle beginnt also links mit einer Spalte für die Namen der MEDFLOSS-Projekte, gefolgt von vier Spalten mit den von Medfloss.org übernommenen Informationen zu „Anwendungstyp“, „Unternehmensaufgabe“, „Client Typ“ und „Plattform“. Rechts davon folgen zwei Spalten für die Einordnung anhand der Anwendungsbausteine. Die erste mit einem Drop-Down-Menu, in welchem man den passenden Anwendungsbaustein auswählen kann, gefolgt von der zweiten Spalte, in welche Anmerkungen zur Einordnung notiert werden können. Danach kommen zwei Spalten mit gleichem Aufbau zur Einordnung nach den Aufgaben der Informationsverarbeitung des Referenzmodells. Einziger Unterschied ist, dass hier im Drop-Down-Menu die Aufgaben ausgewählt werden können. In den nächsten sechs Spalten wird die Einordnung in die Taxonomie von Anwendungssystemen im Gesundheitswesen vorgenommen. Zuerst werden in vier Spalten mit Hilfe von Drop-Down-Menus die vier betrachteten Dimensionen abgefragt. Wurden diese ausgewählt lässt sich als nächstes, das über die vier Dimensionen bereits fest gelegte Anwendungssystem aus einem Drop-Down-Menu auswählen. Wenn das tatsächliche Projekt nicht zu dem durch die Dimensionen vorgegebenen Anwendungssystem passt bzw. die Kombination aus den Dimensionen keinem Anwendungssystem zugeordnet ist, wurde das Feld freigelassen. Rechts davon wurde wieder eine Zeile für mögliche Anmerkungen angelegt.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V		
	Name	Application type	Enterprise function	Client	Platform	Architecture	System Architecture	System Architecture	System Architecture	System Architecture	System Architecture	System Architecture	System Architecture	System Architecture	System Architecture	System Architecture	System Architecture	System Architecture	System Architecture	System Architecture	System Architecture	System Architecture		
1	3D Slicer	Processing Miscellaneous Simulation	Image Processing Data Visualization Image Registration Volume Rendering Statistical Analysis	Native	Windows Linux Mac OS	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	3D Viewer	5.2 Durchführung von Forschungsaktivitäten	HP	N	AST	NLB										Anmerkungen	
3	ACHILLES	Analysis	Data Analysis	Web-based	Cross-platform	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	5.2 Durchführung von Forschungsaktivitäten	HP	N	AST	NLB											
4	ADDIS	Analysis Miscellaneous	Decision Support Drug Interaction Checker Image Communication	Native	Cross-platform	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	5.2 Durchführung von Forschungsaktivitäten	HP	N	AST	NLB											
5	Arakulap	PACS Viewer	Image Viewing	Native	Windows	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	5.2 Durchführung von Forschungsaktivitäten	HP	N	AST	NLB											
6	DICOM	PACS Viewer	Image Viewing	Native	Windows	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	5.2 Durchführung von Forschungsaktivitäten	HP	N	AST	NLB											
7	AMDE	PACS Viewer	Image Viewing	Native	Windows	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	5.2 Durchführung von Forschungsaktivitäten	HP	N	AST	NLB											
8	Animal Shell	Veterinary EHR	Clinical Documentation Patient Administration Report Generation Scheduling Inventory Management Veterinary Medicine	Native	Windows Mac OS	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	5.2 Durchführung von Forschungsaktivitäten	HP	N	AST	NLB											Terminologien
9	AndrozByeC	Processing Miscellaneous Software Library	Electronic Data Interchange Data Modeling Template Generation	Native	Cross-platform	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	6. Sonstige Aufgaben	HP	N	AST	NLB											
10	ART-DECOR	Simulation Software Library	Electronic Data Interchange Data Modeling Template Generation	Web-based	Cross-platform	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	6. Sonstige Aufgaben	HP	N	AST	NLB											
11	ATX	Miscellaneous	Identify Management	Native	Cross-platform	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	5.2 Durchführung von Forschungsaktivitäten	HP	N	AST	NLB											
12	Auton	Miscellaneous Processing	Electronic Data Interchange Data Processing Cross-Enterprise Document	Web-based	Cross-platform	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	6. Sonstige Aufgaben	HP	N	AST	NLB											
13	AuShadha	ENR Hospital Management System Product Management System	Patient Administration Clinical Documentation Resource Management	Web-based	Cross-platform	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	1. Patientenbehandlung	HP	N	AST	NLB											EHR and healthcare data storage
14	Axial 360	Processing Integration Platform/Middleware	Data Conversion Electronic Data Interchange Data Integration	Native Web-based	Cross-platform	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	6. Sonstige Aufgaben	HP	N	AST	NLB											
15	Bahmi	Hospital Management System	Clinical Documentation Hospital Management System	Web-based	Cross-platform	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	1.1 Diagnostische und therapeutische Maßnahmenführung	HP	N	AST	NLB											Healthcare inventory management
16	Bika LIMS	LIS	Clinical Documentation Record Management Patient Administration	Web-based	Cross-platform	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	Other Computer-Based Application Components	1.1 Diagnostische und therapeutische Maßnahmenführung	HP	N	AST	NLB											EHR and healthcare data storage

Abbildung 4: Entwurf der Tabelle zur Einordnung der Projekte

Als nächstes wurden anhand der auf Medfloss.org angegebenen Einteilung in „Anwendungstyp“, „Unternehmensaufgabe“ und der vorhandenen Projektbeschreibung die Projekte in die Klassen der Terminologien eingeordnet. Wenn diese Informationen nicht ausreichend oder gar nicht vorhanden waren wurden zusätzlich die verlinkten Ressourcen zu Hilfe genommen. Aus Zeitgründen wurde keines der Projekte installiert und getestet.

Nachdem alle Projekte eingeordnet wurden, wird ausgezählt wie viele den jeweiligen Klassen zugeordnet werden konnten. Dies soll als Richtwert dafür dienen welche der Kategorien zur Beschreibung von MEDFLOSS geeignet sind. Leere Klassen, also Klassen, in denen keins der Projekte eingeordnet wurde, sind eventuell unnötig für die Beschreibung von MEDFLOSS. Auf der anderen Seite können sie aber auch zeigen welche MEDFLOSS-Lösung noch entwickelt werden sollte, da dafür anscheinend noch keine vorhanden ist. Übervolle Klassen können darauf hinweisen, dass die Einteilung innerhalb der Klassen noch feingliedriger sein könnte. Wenn sich in einer Klasse eine Menge Elemente sammeln, die als Gruppe von den anderen unterschieden werden können, dann wird eine weitere Aufteilung dieser Klasse in Unterklassen vorgeschlagen. Es soll auch gezeigt werden wie viele der Projekte sich überhaupt durch die Terminologie beschreiben lassen. Wenn viele der Projekte in der Restklasse landen, dann scheinen einige für MEDFLOSS relevante Klassen zu fehlen. Hier sollte der Inhalt der Restklasse analysiert werden, um herauszufinden, welche Projekte dort landen und ob diese sich zu neuen Klassen gruppieren lassen. Werden solche Gruppen von Projekten gefunden werden Sie als Vorschlag für neue Klassen der Terminologie vorgestellt.

Danach werden die drei Terminologien miteinander verglichen. Dieser Vergleich bildet die Grundlage für die Antwort auf die Frage, wie gut die Terminologien zur Beschreibung von MEDFLOSS-Projekten geeignet sind. Betrachtet werden hierbei zuerst die Ansätze, die bei der Einteilung der Projekte verfolgt werden. Außerdem wird die Anzahl der Projekte untersucht, die sich in die Terminologien einsortieren ließ oder eben nicht. Als nächstes soll dann die Anzahl der leeren und übervollen Klassen, sowie die Anzahl der Projekte, welche in den übervollen Klassen gelandet sind, betrachtet werden.

## 4. Ausführung der Lösung

Die im vorherigen Kapitel vorgestellte Methodik zum Erreichen des definierten Ziels wird nun durchgeführt. Beginnend mit der Klassierung der Projekte anhand der drei Terminologien, gefolgt von der Analyse der leeren und übervollen Klassen und Restklassen und endend mit einem Vergleich der drei Terminologien.

### 4.1 Einordnung der Projekte

Mit Hilfe der Excel-Tabelle und den auf Medfloss.org bereitgestellten Informationen, wurden alle 360 Projekte, die zum jetzigen Zeitpunkt auf der Webseite zu finden sind, den Klassen der Terminologien zugeordnet. Es wurden vier Projekte gefunden, welche speziell für Anwendungen in der Tiermedizin entwickelt wurden. Diese werden in dieser Arbeit nicht weiter berücksichtigt. Damit liegt die Anzahl der betrachteten Projekte bei 356. Im Folgenden finden sich die Tabellen mit den exakten Zahlen wie viele Projekte in die einzelnen Klassen eingeordnet wurden. Gleichzeitig wird anhand des MEDFLOSS-Projektes „3D Slicer“ (Abbildung 1) das Vorgehen bei der Einteilung exemplarisch vorgestellt, beginnend mit der Einordnung in das Referenzmodell.

„3D Slicer“ wird auf Medfloss.org als Open Source Software Plattform zur Bildverarbeitung und 3D-Visualisierung beschrieben. Aus der Beschreibung von „3D Slicer“ wird aber nicht ganz klar, ob die Software für einen Einsatz in der Forschung oder der Patientenbehandlung vorgesehen ist. Auf der verlinkten Webseite, auf welcher man die Dokumentation der Software findet, wird im „User Q&A“ klar gemacht, dass die Software für den Einsatz in der Forschung entwickelt wurde und von einem Einsatz in der Patientenbehandlung abgeraten wird. Damit ist die Aufgabe, welche von „3D Slicer“ unterstützt wird, eindeutig „5.2 Durchführung von Forschungsaktivitäten“ und das Projekt wird dort eingeordnet.

Bei dem Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen ist zu beachten, dass oft mehrere Kategorien für ein Projekt vergeben wurden und sich die Anzahl der Objekte deswegen nicht auf 356 addiert. Für die Einordnung der Projekte in die Klassen der 1. und 2. Ebene gilt, dass dann auch alle Aufgaben, die dieser Aufgabe untergeordnet sind von der Software unterstützt werden müssen. Zumindest wenn anhand der Beschreibung auf Medfloss.org davon ausgegangen werden kann, da diese in der Regel nicht sehr kleinschrittig ist. Eine Einordnung in eine der Klassen der 1. und 2. Ebene führt also dazu, dass das Projekt auch in die der Klasse

untergeordneten Klassen eingeordnet ist. In der folgenden Tabelle mit der Übersicht zur Einordnung im Referenzmodell (Tabelle 2) sind zum Zwecke der Übersichtlichkeit die Projekte nur in der ihnen direkt zugeteilten Klasse aufgelistet. Der Ansatz, welcher im Referenzmodell verfolgt wird, bei welchem die MEDFLOSS-Projekte sich über die von der Software unterstützten Aufgaben definieren, ist während der Einordnung als sehr nutzerfreundlich aufgefallen. Die Aufgaben sind sehr anschaulich formuliert und es ist keine Einarbeitung in die Fachbegriffe erforderlich.

Aufgabe der Informationsverarbeitung	Anzahl Projekte
1. Patientenbehandlung	68
1.1 Patientenaufnahme	1
1.1.1 Vormerkung und Einbestellung von Patienten	0
1.1.2 Identifikation und Prüfung auf Wiederkehr	3
1.1.3 Administrative Aufnahme	0
1.1.4 Ärztliche Aufnahme	0
1.1.5 Pflegerische Aufnahme	0
1.1.6 Patientenauskunft und Informationsdienste	0
1.2 Entscheidungsfindung, Behandlungsplanung und -organisation	0
1.2.1 Entscheidungsfindung und Aufklärung	57
1.2.2 Erstellung und Fortschreibung eines ärztlichen bzw. pflegerischen Behandlungsplans	8
1.3 Leistungsanforderung	0
1.3.1 Erstellung eines Auftrages für eine Maßnahme	0
1.3.2 Terminanforderung	0
1.4 Diagnostische, therapeutische und pflegerische Maßnahmendurchführung	2
1.4.1 Diagnostische und therapeutische Maßnahmendurchführung	88
1.4.2 Pflegerische Maßnahmendurchführung	2
1.5 Leistungsdokumentation	0
1.5.1 Diagnosen-Klassierung	1
1.5.2 Maßnahmen-Klassierung	0
1.6 Entlassung und Weiterleitung an eine andere Einrichtung	1
1.6.1 Administrative Entlassung und Leistungsabrechnung	3
1.6.2 Ärztliche Entlassung und Arztbriefschreibung	0

1.6.3 Pflegerische Entlassung und Erstellung des Pflegeabschlussberichts	0
2. Versorgungsmanagement, Ressourcenplanung und Arbeitsorganisation	0
2.1 Ver- und Entsorgungsmanagement	0
2.1.1 Speiserversorgungs-Management	1
2.1.2 Material- und Medikamenten-Management	2
2.1.3 Medizingeräte-Management	1
2.1.4 Wäsche-Management	0
2.2 Termin- und Ressourcenplanung	0
2.2.1 Vormerkung und Einbestellung von Patienten	0
2.2.2 Termin- und Ressourcenplanung mit dem medizinischen Dienstleister	0
2.2.3 Termin- und Ressourcenplanung mit dem Patiententransportdienst	0
2.3 Personalwesen	0
2.3.1 Personalstammdatenverwaltung	0
2.3.2 Personal- und Stellenplanung	1
2.3.3 Dienstplanung und Zeitwirtschaft	3
2.3.4 Personalabrechnung	0
2.3.5 Verwalten von Dienstreisen, Fortbildungen etc.	0
3. Krankenhausverwaltung	1
3.1 Patientenverwaltung	0
3.1.1 Administrative Aufnahme	0
3.1.2 Identifikation und Prüfung auf Wiederkehr	0
3.1.3 Patientenauskunft und Informationsdienste	0
3.1.4 Administrative Entlassung und Leistungsabrechnung	0
3.2 Archivierung von Patienteninformationen	0
3.2.1 Anlegen der Patientenakte	0
3.2.2 Verwaltung und Bereitstellung der Patientenakten	0
3.3 Qualitätsmanagement	0
3.3.1 Internes Qualitätsmanagement	1
3.3.2 Erfüllung gesetzlicher Meldepflichten	1
3.4 Betriebssteuerung (Controlling)	0
3.5 Kosten- und Leistungsabrechnung	2



3.6 Finanzbuchhaltung	1
3.7 Gebäude- und Flächenmanagement	0
3.8 Informationsmanagement	0
3.8.1 Strategisches Informationsmanagement	0
3.8.2 Taktisches Informationsmanagement	0
3.8.3 Operatives Informationsmanagement	0
4. Krankenhausleitung	0
5. Forschung und Lehre	0
5.1 Forschungsmanagement	2
5.2 Durchführung von Forschungsaktivitäten	65
5.3 Wissensrecherche und Literaturmanagement	5
5.4 Publizieren und Präsentieren	1
5.5 Lehre	9
6. Sonstige Aufgaben	103
1.2.1 Entscheidungsfindung und Aufklärung und 1.4.1 Diagnostische und therapeutische Maßnahmendurchführung	53

Tabelle 2: Verteilung der Projekte über das Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen

Da keine der bei Winter et al. vorgestellten Anwendungsbausteine speziell die Verarbeitung und Visualisierung medizinischer 3D-Bilder unterstützt, wurde „3D Slicer“ unter „Other Computer-Based Application Components“ eingeordnet.

In der nächsten Tabelle (Tabelle 3) wird die Zuteilung aller Projekte zu den verschiedenen Anwendungsbausteinen dargestellt. Zwei Paare von Anwendungsbausteinen mussten an einigen Stellen gemeinsam vergeben werden, was am Ende der Tabelle abgebildet wird. Die Bezeichnungen in dieser Terminologie sind übernommen von Anwendungssystemen wie sie aktuell in Krankenhäusern im Einsatz sind.

Anwendungsbaustein	Anzahl Projekte
Patient Administration System	3
Medical Documentation System	1
Nursing Management and Documentation System	1
Outpatient Management System	0
Provider or Physician Order Entry System (POE)	5
Patient Data Management System (PDMS)	0
Operation Management System	0
Radiology Information System	2
Picture Archiving and Communication System (PACS)	10
Laboratory Information System	5
Enterprise Resource Planning System	7
Data Warehouse System	2
Document Archiving System	0
Other Computer-Based Application Components	205
Clinical Information System (CIS) and Electronic Patient Record System (EPR)	14
Middleware	36
Patient Administration System und Clinical Information System (CIS) and Electronic Patient Record System (EPR)	64
Radiology Information System und Picture Archiving and Communication System	1

Tabelle 3: Verteilung der Projekte über die Anwendungsbausteine nach Winter et al.

Für die Einordnung von „3D Slicer“ in die Taxonomie der Anwendungssysteme im Gesundheitswesen muss eine Entscheidung für jede der vier Dimensionen getroffen werden. Die Nutzerdimension legt fest wer das Anwendungssystem bedient. In diesem Fall ist dies eine medizinische Fachkraft und kein Patient, also wird in der Tabelle „HP“ ausgewählt. Über die Reaktionsdimension wird beschrieben ob das Anwendungssystem eine direkte Reaktion des Nutzers erfordert. Bei „3D Slicer“ ist das nicht der Fall und in der Tabelle wird „NI“ ausgewählt. Die Rollendimension sagt aus, ob das

Anwendungssystem bei der Behandlung des Patienten eine direkte oder assistierende Rolle spielt. „3D Slicer“ interagiert nicht direkt mit einem Patienten und ist daher vom Typ „AST“, was in der Tabelle vermerkt wird. Die letzte Dimension fragt, ob das Anwendungssystem mit dem aktuellen Ort des Patienten arbeitet. Da das der Ort bei „3D Slicer“ keine Rolle spielt, wird in der Tabelle „NLB“ eingetragen. Nach Festlegen der vier Dimensionen kann aus diesen abgelesen werden welches Anwendungssystem vorliegt. Laut Abbildung 1 handelt es sich bei „3D Slicer“ um „EHR and Healthcare Data Storage“. Dies passt nicht mit der Beschreibung des Projektes auf Medfloss.org zusammen, weswegen die Spalte mit der Einordnung in der Tabelle frei gelassen wird und „3D Slicer“ zu den Projekten zählt, die anhand der Taxonomie nicht eingeordnet werden konnten.

Die Einordnung der Projekte in die Taxonomie für Anwendungssysteme im Gesundheitswesen wird in der folgenden Tabelle dargestellt (Tabelle 4). Eine Besonderheit ist hier, dass bei der Taxonomie keine explizite Restklasse vorgegeben ist. Daher werden alle Projekte, die nicht eingeordnet werden konnten, unter „Ohne Einordnung“ aufgezählt. Die verwendeten Bezeichnungen für die Anwendungssysteme wurden der Fachliteratur entnommen.

Anwendungssystem	Anzahl Projekte
Telemedicine	3
Health Monitoring	5
Intelligent emergency response	0
Healthcare inventory management	3
Monitoring of smart home	0
Stray prevention and monitoring	0
EHR and healthcare data storage	94
Behaviour health monitoring	0
Ohne Einordnung	251

Tabelle 4: Verteilung der Projekte über die Taxonomie für Anwendungssystem im Gesundheitswesen

## 4.2 Beurteilung der übervollen und leeren Klassen

Hier soll gezeigt werden welche Klassen in den Terminologien leer geblieben sind und welche so voll sind, dass eine weitere Unterteilung in Unterklassen vorgeschlagen wird.

#### 4.2.1 Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen

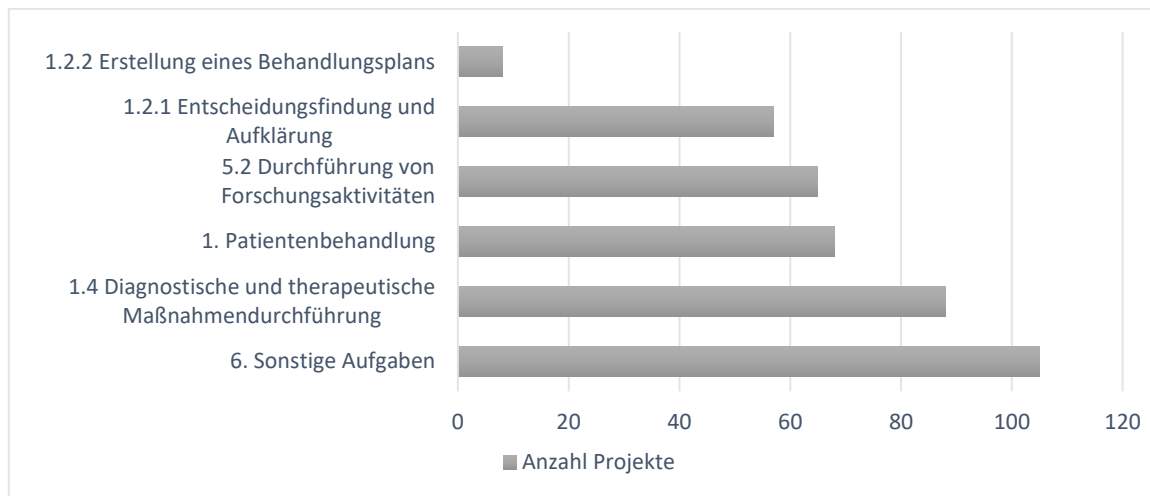


Abbildung 5: Verteilung der Projekte über die vollsten Klassen im Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen

Die mit Abstand vollsten Klassen, wie im oberen Diagramm (Abbildung 5) dargestellt, sind „6. Sonstige Aufgaben“, „1. Patientenbehandlung“, „5.2 Durchführung von Forschungsaktivitäten“, sowie „1.4.1 Diagnostische und therapeutische Maßnahmendurchführung“ und „1.2.1 Entscheidungsfindung und Aufklärung“ die in den meisten Fällen kombiniert vergeben wurden. „Sonstige Aufgaben“ fungiert hier als Restklasse und wird damit im folgenden Kapitel behandelt. Von den 68 Klassen im Referenzmodell sind 13 leer. Dies war im Referenzmodell zu erwarten, da es sehr fein in die im Krankenhaus durchzuführenden Aufgaben gegliedert ist und Software selten eine einzelne spezifische Aufgabe im Krankenhaus unterstützen. Stattdessen wird versucht mit einer Anwendung so viele Funktionalitäten wie möglich bereit zu stellen. Hierbei ist zu beachten, dass nur Klassen als leer gezählt wurden, wenn auch in keiner ihrer übergeordneten Klassen Projekte enthalten sind. Ein Projekt wird nur in eine Aufgabe auf der 1. oder 2. Ebene eingeordnet, wenn auch alle dieser Aufgabe untergeordneten Aufgaben durch die Software unterstützt werden oder zumindest anhand der auf Medfloss.org gefundenen Informationen davon ausgegangen werden kann.

In den folgenden Tabellen wird eine weitere Unterteilung der übervollen Klassen des Referenzmodells in Unterklassen vorgeschlagen. Die Nummerierungen vor den Klassen machen kenntlich, an welcher Stelle diese sich in das bestehende Referenzmodell eingliedern. Vor allem bei „5.2 Durchführung von Forschungsaktivitäten“ und „1.4.1 Diagnostische und therapeutische Maßnahmendurchführung“ fällt

direkt auf, dass dies komplexe Aufgaben sind in deren Durchführung eine große Menge an untergeordneten Aufgaben inbegriffen ist.

Die neue Untergliederung der Aufgaben „1.2.1 Entscheidungsfindung und Aufklärung“ und „1.4.1 Diagnostische und therapeutische Maßnahmendurchführung“ (Tabelle 5) erfolgt durch eine weitere Aufteilung in „1.4.1 Diagnostische Maßnahmendurchführung“ und „1.4.3 Therapeutische Maßnahmendurchführung“, sowie der Zuordnung der von den Projekten unterstützten Aufgaben zu diesen beiden neuen Klassen.

Aufgabe der Informationsverarbeitung	Anzahl Projekte
1.4.1 Diagnostische Maßnahmendurchführung	
1.4.1.1 Betrachtung und Befundung von medizinischen Bildern	39
1.4.1.2 Kommunizieren und Archivieren medizinischer Bilder	11
1.4.1.3 Verordnen und Dosieren von Medikamenten	6
1.4.1.4 Durchführung von Laboruntersuchungen	5
1.4.1.5 Durchführung radiologischer Untersuchungen	4
1.4.1.6 Durchführung von Ultraschalluntersuchungen	1
1.4.1.7 Analyse von Langzeitig-EEG	1
1.4.1.8 Management von Daten in der Pathologie	1
1.4.1.9 Erstellen von Endoskopieberichten	1
1.4.3 Therapeutische Maßnahmendurchführung	
1.4.3.2 Überwachung, Unterstützung und Beratung des Patienten aus der Ferne	11
1.4.3.2 Diabetesmanagement	4
1.4.3.2 Erstellung von Ernährungsplänen	3
1.4.3.2 Tabakintervention	1

Tabelle 5: Vorschlag zur weiteren Unterteilung der Aufgaben „1.2.1 Entscheidungsfindung und Aufklärung“ und „1.4.1 Diagnostische und therapeutische Maßnahmendurchführung“

Die neue Untergliederung der Aufgabe „1. Patientenbehandlung“ (Tabelle 6) erfolgt dadurch, dass die Software nach Einsatzort (Krankenhaus/Praxis) und dem Fachgebiet, in welchem sie eingesetzt wird (Onkologie/Psychologie/Zahnmedizin/...), unterschieden wird. Außerdem wird eine klare Trennung

zwischen dem Führen und Teilen einer elektronischen Patientenakte vorgenommen. Da das Referenzmodell selbst und der Kernprozess „1. Patientenbehandlung“ auf die in einem Krankenhaus anfallenden Aufgaben ausgelegt ist, wird die Patientenbehandlung in einer Praxis in einem einzelnen Aufgabenkomplex abgebildet.

Aufgabe der Informationsverarbeitung	Anzahl Projekte
0. Patientenbehandlung in einer Praxis	6
0.1 Management einer Zahnarztpraxis	2
0.2 Management eine Praxis für Onkologie	1
0.3 Management eine Praxis für Psychologie	1
0.4 Management einer Einrichtung für Kinderbetreuung	1
0.5 Management von Patienten mit Infektionen	1
0.6 Management eine Praxis für Homöopathie	1
1. Patientenbehandlung in einem Krankenhaus	21
1.7 Verwaltung einer elektronischen Patientenakte	
1.7.1 Führen einer elektronischen Patientenakte	29
1.7.2 Teilen einer elektronischen Patientenakte	5

Tabelle 6: Vorschlag zur weiteren Unterteilung der Aufgabe „1. Patientenbehandlung“

Die Neuaufteilung von Aufgabe „5.2 Durchführung von Forschungsaktivitäten“ in der folgenden Tabelle (Tabelle 7) beruht auf der Einführung einer neuen Aufgabe „5.2.1 Datenverwaltung im Rahmen von Forschungsaktivitäten“ der einige der gefundenen Aufgaben untergeordnet werden. Die restlichen Aufgaben werden direkt unter „5.2 Durchführung von Forschungsaktivitäten“ eingeordnet.

Aufgabe der Informationsverarbeitung	Anzahl Projekte
5.2.1 Datenverwaltung im Rahmen von Forschungsaktivitäten	
5.2.1.1 Analysieren und Visualisieren von Daten	25
5.2.1.2 Simulation und Modellierung medizinischer Sachverhalte	7
5.2.1.3 Verwalten von Daten klinischer Studien	5
5.2.1.4 Anonymisieren und Randomisieren von Daten	3
5.2.1.5 Integration von Daten	1
5.2.2 Analyse, Bearbeitung und Rekonstruktion von medizinischen Bildern	16

5.2.3 Erstellen von Experimenten und Umfragen	2
5.2.4 Archivieren biologischer Proben	2
5.2.5 Durchführung eines EEG	2
5.2.6 Lösen mathematischer Gleichungen	2

Tabelle 7: Vorschlag zur weiteren Unterteilung der Aufgabe „5.2 Durchführung von Forschungsaktivitäten“

#### 4.2.2 Anwendungsbausteine

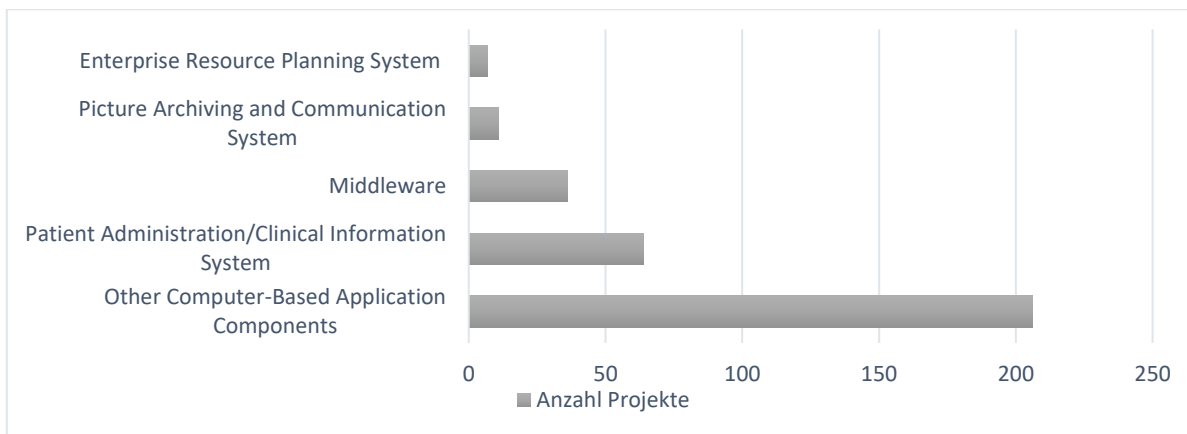


Abbildung 6: Verteilung der Projekte über die vollsten Klasse der Anwendungsbausteine

Wie man im Diagramm (Abbildung 6) sehen kann, sind die mit Abstand vollsten Klassen, abgesehen von der Restklasse „Other Computer-Based Application Components“, die Kombination aus „Patient Administration System“ und „Clinical Information System“ und außerdem die Klasse „Middleware“. Vier der sechzehn Klassen von Anwendungsbausteinen sind leer geblieben. Im Folgenden wird untersucht, welche weitere Zerlegung der übervollen Klassen sich durch die Betrachtung der den Klassen zugeordneten Projekte finden lässt.

Anwendungsbaustein	Anzahl Projekte
System zum organisationsübergreifenden Austausch von Daten zwischen Organisationen	10
System zum organisationinternen Austausch von Daten zwischen Anwendungsbausteinen	26

Tabelle 8: Vorschlag zur weiteren Unterteilung der Klasse „Middleware“

Bei der Analyse der Klasse „Middleware“ (Tabelle 8) fallen zwei Arten von Software auf. Einmal Middleware, die sich auf den Austausch von Daten zwischen bestimmten Anwendungsbausteinen innerhalb eines Krankenhauses spezialisiert und zum anderen Middleware, die den Austausch von Daten über Organisationsgrenzen hinweg sicherstellen soll.

Ähnlich wie die Unterteilung der Aufgabe „1. Patientenbehandlung“ im Referenzmodell, werden die Klassen „Patient Administration System“ und „Clinical Information System“ durch Unterscheidung anhand des Einsatzortes (Krankenhaus/Praxis) und des medizinischen Fachgebietes (Zahnmedizin/Psychologie/Onkologie/...) weiter unterteilt (Tabelle 9). Außerdem fallen Telemedizinssysteme auf, die sich über die Erbringung einer medizinischen Leistung über eine Distanz hinweg definieren.

Anwendungsbaustein	Anzahl Projekte
Elektronische Patientenakte	28
Krankenhausmanagementsystem	21
Praxismanagementsystem	6
Telemedizinssystem	2
Zahnarztpraxismanagementsystem	2
Psychologiemanagementsystem	1
Infektionspatientenmanagementsystem	1
Homöopathiemanagementsystem	1
Onkologiemanagementsystem	1
Kinderbetreuungsmanagementsystem	1

Tabelle 9: Vorschlag zur weiteren Unterteilung der Klassen „Patient Administration System“ und „Clinical Information System“

#### 4.2.3 Taxonomie für Anwendungssysteme im Gesundheitswesen

Von den vier Klassen, denen in der Taxonomie Projekte zugeordnet wurden, ist die mit Abstand vollste „EHR and Healthcare Data Storage“ (Abbildung 7) und auch die einzige, bei der sich eine weitere Unterteilung der Projekte anbietet. Vier der acht Klassen wurden keine Projekte zugeordnet.



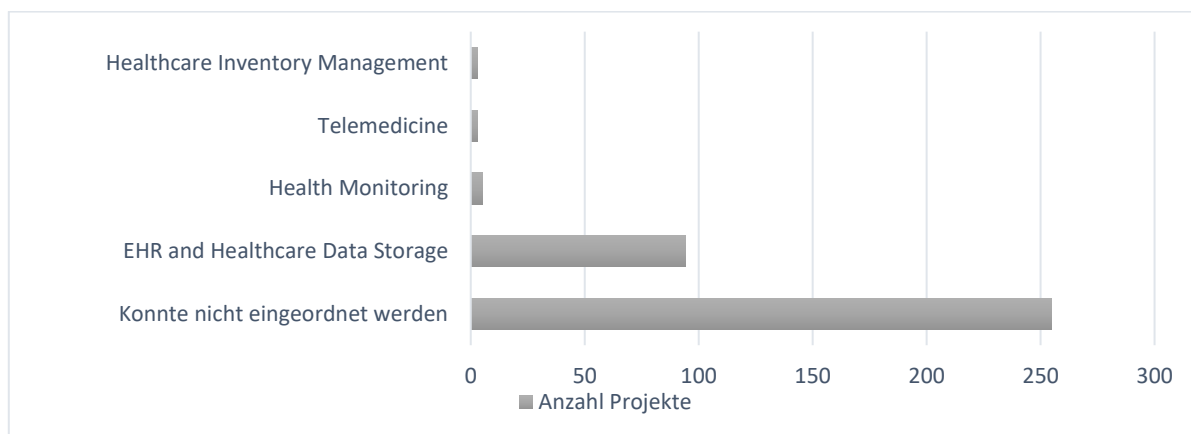


Abbildung 7: Verteilung der Projekte über die vollsten Klassen der Taxonomie für Anwendungssysteme im Gesundheitswesen

Auch bei der neuen Untergliederung von „EHR and Healthcare Data Storage“ (Tabelle 10) fällt wieder die Aufteilung nach Einsatzort und medizinischem Fachbereich auf, sowie die Notwendigkeit einer klaren Unterscheidung zwischen dem bloßen Führen (EMR) und Teilen (EHR) einer elektronischen Patientenakte. Zusätzlich lassen sich ein paar der „klassischen“ im Krankenhaus eingesetzten Anwendungssysteme wie RIS und PACS finden.

Anwendungssystem	Anzahl
Electronic Medical Record (EMR)	29
Krankenhausmanagementsystem	20
Picture Archiving and Communication System (PACS)	11
Electronic Health Record (EHR)	10
Praxismanagementsystem	6
Laborinformationssystem	5
Radiologieinformationssystem (RIS)	2
Zahnarztpraxismanagementsystem	2
Psychologiemanagementsystem	1
Infektionspatientenmanagementsystem	1
Homöopathiemanagementsystem	1
Onkologiemanagementsystem	1
Kinderbetreuungsmanagementsystem	1

Telemedizinssystem	1
Anwendungssystem zu Management der öffentlichen Gesundheit	1
Pflegedokumentationssystem	1
Studieninformationssystem	1

Tabelle 10: Neue Unterteilung der Klasse "EHR and Healthcare Data Storage"

### 4.3 Beurteilung der Restklassen

In der Restklasse sammeln sich die Projekte, welche nicht in eine andere Klasse der Terminologie eingeordnet werden konnten. Die Restklassen werden betrachtet, um festzustellen welche zur Beschreibung von MEDFLOSS notwendigen Klassen in den untersuchten Terminologien noch fehlen.

#### 4.3.1 Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen

Die Restklasse des Referenzmodells der fachlichen Ebene von KIS nennt sich „Sonstige Aufgaben“ und ihr wurden 103 der 356 untersuchten Projekte zugeordnet. Die Aufgaben, die von den hier eingeordneten Projekten unterstützt werden, sind hier aufgelistet (Tabelle 11).

Auffällig sind hier die unterstützten Aufgaben „Austausch von Daten zwischen Anwendungssystemen“ und „Austausch von Daten zwischen Institutionen“. Beide werden durch Middleware unterstützt, also Software welche Informationen zwischen verschiedenen Anwendungen vermitteln. Eine weitere große Gruppe besteht aus „Bereitstellung von Code (Software Library)“, „Entwicklung neuer Software“ und „Bereitstellung eines Frameworks“. Sie alle können unter dem Begriff Softwareentwicklung zusammengefasst werden und stellen Werkzeuge zur Verfügung, welche die Entwickler sowohl beim Entwerfen, Schreiben und Testen neuer Software unterstützen. Die letzte Gruppe mehrerer Projekte, die sich finden lässt ist „Management und Überwachung der öffentlichen Gesundheit“. Hier wurden Projekte eingeordnet, welche sich mit der öffentlichen Gesundheit, also der Vorbeugung von Krankheiten, Förderung der Gesundheit und Verlängerung des Lebens der allgemeinen Bevölkerung beschäftigen. Die übrigen von den Projekten in der Restklasse unterstützten Aufgaben werden oben in der Tabelle genannt. Allerdings sind diese in ihrem Vorkommen nicht so zahlreich, dass sie eine eigene neue Klasse rechtfertigen würden.

Aufgabe der Informationsverarbeitung	Anzahl Projekte
1.7 Überwachung, Unterstützung und Beratung des Patienten aus der Ferne	1
2.2.4 Termin- und Ressourcenplanung mit der ambulanten Service Pipeline	1
2.4 Unterstützung beim Verfassen von Schriftstücken	
2.4.1 Rechtschreibprüfung	1
2.4.2 Verarbeitung natürlicher Sprache	1
3.9 Austausch von Patientendaten	
3.9.1 Austausch von Patientendaten zwischen Anwendungssystemen	24
3.9.2 Austausch von Patientendaten zwischen Institutionen	11
7. Entwicklung neuer Software	
7.1 Bereitstellung einer Entwicklungsumgebung	22
7.2 Entwicklung neuer Software	17
7.3 Bereitstellung von Frameworks	17
8. Management und Überwachung der öffentlichen Gesundheit	8

Tabelle 11: Neue Unterteilung der Restklasse "6. Sonstige Aufgaben" und ihre Einordnung in das Referenzmodell

#### 4.3.2 Anwendungsbausteine

In der Liste der Anwendungsbausteine nach Winter et al. nennt die Restklasse sich „Other Computer-Based Application Components“. 205 von 356 Projekten wurden hier eingeordnet. Manche der Projekte lassen sich zu neuen Anwendungsbausteinen gruppieren. Diese neuen Gruppen werden hier aufgelistet (Tabelle 12).

Anwendungsbaustein	Anzahl Projekte
Tool für die Entwicklung neuer Software	57
Tool zur Bildbetrachtung, -analyse und -bearbeitung	53
Tools zur Analyse und Visualisierung von medizinischen Daten	25
Telemedizinssystem	13
Anwendungssystem für Überwachung und Management der öffentlichen Gesundheit	10
Studieninformationssystem	8

Diabetesmanagementsystem	4
Entscheidungshilfesystem	3
Tool zum anonymisieren/randomisieren von Daten	3
Ernährungsplanungssystem	3
Anwendungssystem für medizinisches Training	2
Bioprobenmanagementsystem	2
Anwendungssystem zur Simulation medizinischer Sachverhalte	2
Anwendungssystem für Natürliche Sprachverarbeitung	1
Anwendungssystem zu Lesen der deutschen Gesundheitskarte	1
Onkologiemanagementsystem	1
Pathologieinformationssystem	1
Ultraschall-App	1
App zum Messen der Körpergröße	1
Anwendungssystem zum Lösen numerischer Gleichungen	1
Anwendungssystem für Tabakintervention	1
Essensbestellsystem	1
Anwendungssystem zur Durchführung eines EEG	1
Abrechnungssystem	1
Versicherungsinformationssystem	1
Anwendungssystem zur Rechtschreibkontrolle	1
Finanzwirtschaftssystem	1
Anwendungssystem zum Erstellen von Umfragen	1
Anwendungssystem zum Erstellen von Modellen für chronische Krankheiten	1
Anwendungssystem zum Kodieren von psychologischen Experimenten	1
Anwendungssystem zur Simulation medizinischer Sachverhalte	1
Terminologieserver	1
Wissensmanagementsystem	1

Tabelle 12: Vollständige Auflistung der neuen Unterteilung der Klasse „Other Computer-Based Application Components“

Wieder fällt als Gruppe von Projekten die „Tools für die Entwicklung neuer Software“ auf. Hier enthalten sind unter anderem Software Libraries, Frameworks, sowie Entwicklungs- und

Testumgebungen. Also Anwendungen, welche die verschiedenen Schritte der Softwareentwicklung unterstützen. Die nächste Gruppe besteht aus Tools zur Durchführung von Forschungsaktivitäten. Zu ihr zählen die „Anwendungen zur Datenanalyse“, zur „Anonymisieren und randomisieren von Daten“ und die „Studieninformationssysteme“. „Tools zur Bildbetrachtung, -analyse, und -bearbeitung“ umfasst alle Anwendungsbausteine mit deren Hilfe medizinische Bilder verschiedener Formate angezeigt, untersucht und weiterbearbeitet werden können. Unter „Telemedizin Anwendungen“ sind alle Anwendungssysteme zusammengefasst, welche den Ärzten die Möglichkeit geben mit den Patienten aus der Ferne zu interagieren. Sei es direkt im Gespräch oder über den Austausch von Daten, die den Patienten betreffen.

#### 4.3.3 Taxonomie für Anwendungssysteme im Gesundheitswesen

In der Taxonomie für Anwendungen im Gesundheitswesen gibt es keine eigens vorgesehene Restklasse. Stattdessen werden hier die 251 der 356 Projekte betrachtet, die sich in keine der vorgegebenen Klassen einordnen ließen. Damit ließen sich über 70% der Projekte nicht einordnen. Diese Menge an Projekten komplett neu aufzuteilen wäre zu umfangreich für diese Arbeit. Die Restklasse bietet in diesem Fall keine nützlichen Informationen und wird daher nicht weiter beachtet.

#### 4.4 Vergleich der Terminologien

Hier werden die drei Terminologien, verglichen mit Blick auf den verfolgten Ansatz, die Anzahl der durch die Terminologie beschreibbaren und nicht-beschreibbaren Projekt und der Anzahl der leeren und übervollen Klassen (Tabelle 13).

Die drei Terminologien arbeiten alle mit einem anderen Ansatz zur Unterteilung der Projekte. Aus Sicht der Autorin hat sich bei der Einordnung der Projekte und dem Hinzufügen neuer Klassen, der aufgabenorientierte Ansatz des Referenzmodells als am nutzerfreundlichsten herausgestellt. Die Bezeichnungen der Anwendungsbausteine und Einteilung über die vier Dimensionen der Taxonomie für Anwendungssysteme im Gesundheitswesen waren weit weniger intuitiv.

Das Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen hat mit Abstand die meisten Klassen und mit ihm konnten auch bei weitem die meisten Projekte eingeordnet werden. Weniger als die Hälfte aller Projekte ließen sich in die Anwendungsbausteine einordnen. Weniger als zwei Drittel aller Projekte konnten mit der Taxonomie der Anwendungssysteme im Gesundheitswesen eingeordnet werden.

	Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhaus-informationssystemen	Anwendungsbausteine	Taxonomie für Anwendungssysteme im Gesundheitswesen
Ansatz zur Einteilung der Projekte	Aufgabenorientierter Ansatz	Typische Systembezeichnungen	Einordnung über vier Dimensionen (Wer/Wo/Wie/Wann)
Anzahl Klassen	68	16	8
Anzahl eingeordnete Projekte	253 von 356 $\approx$ 71%	151 von 356 $\approx$ 42%	105 von 356 $\approx$ 29%
Anzahl nicht eingeordnete Projekte (Restklasse)	103 von 356 $\approx$ 29%	205 von 356 $\approx$ 58%	251 von 356 $\approx$ 71%
Anzahl leere Klassen	13 von 68 $\approx$ 19%	4 von 16 = 25%	4 von 8 = 50%
Anzahl übervolle Klassen (>10, ausgenommen Restklasse)	4 von 67 $\approx$ 6%	2 von 15 $\approx$ 13%	1 von 8 $\approx$ 13%
Anzahl Projekte in übervollen Klassen	224 von 356 $\approx$ 63%	100 von 356 $\approx$ 36%	94 von 356 $\approx$ 26%

Tabelle 13: Vergleich der drei Terminologien

Das Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen hat mit Abstand die meisten Klassen und mit ihm konnten auch bei weitem die meisten Projekte eingeordnet werden. Weniger als die Hälfte aller Projekte ließen sich in die Anwendungsbausteine einordnen. Weniger als zwei Drittel aller Projekte konnten mit der Taxonomie der Anwendungssysteme im Gesundheitswesen eingeordnet werden.

Der Anteil der leeren Klassen ist bei der Taxonomie der Anwendungssysteme mit 50% am höchsten, gefolgt von den Anwendungsbausteinen mit 25% und dem Referenzmodell mit nur 19% leeren Klassen. Die Anzahl der übervollen Klassen ist bei allen drei Terminologien sehr klein. Hier zeigt sich auch das im Referenzmodell zwar die meisten Projekte verordnet werden konnte, dies sich aber

dafür in den übervollen Klassen auch die meisten Projekte sammeln. Bei den Anwendungsbausteinen und der Taxonomie der Anwendungssysteme sind weniger Projekte in den übervollen Klassen, dafür mehr in den Restklassen.

Unter Beachtung der verschiedenen Kriterien kann gesagt werden, dass das Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen bei der Beschreibung von MEDFLOSS am besten abschneidet, gefolgt von den Anwendungsbausteinen nach Winter et al. und der Taxonomie für Anwendungssysteme. Doch keine der drei Terminologien eignet sich sehr gut für die Beschreibung von MEDFLOSS.

## 5. Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es die Stärken und Schwächen der drei ausgewählten Terminologien bei der Beschreibung von MEDFLOSS-Projekten bekannt zu machen. Durch Einsortieren der Projekte von Medfloss.org in die drei Terminologien und die darauffolgende Auswertung der leeren, übervollen und Restklassen konnten diese festgestellt werden und sollen hier noch einmal aufgelistet werden.

Das Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen eignet sich von den drei untersuchten Terminologien am besten. Mit 71% konnten damit mit großem Abstand die meisten MEDFLOSS-Projekte eingeordnet werden. Es hat bei weitem die meisten Klassen (68) im Vergleich zu den anderen drei Terminologien, wobei diese hierarchisch strukturiert sind, und nur 19% dieser Klassen leer geblieben sind. Dafür wurde hier der größte Anteil an Projekten in übervollen Klassen untergebracht. Diese waren „1. Patientenbehandlung“, „5.2 Durchführung von Forschungsaktivitäten“ sowie die oft zusammen vergebenen Klassen „1.4.1 Diagnostische und therapeutische Maßnahmedurchführung“ und „1.2.1 Entscheidungsfindung und Aufklärung“. Bei diesen Klassen bietet sich eine Neuaufteilung in Unterklassen an. In der Restklasse fiel auf, dass die Aufgabengebiete „Entwicklung neuer Software“ und „Austausch von Daten“ keine Beachtung im Referenzmodell finden, aber wegen ihrer Relevanz hinzugefügt werden sollten. Der aufgabenorientierte Ansatz zur Unterteilung der Projekte ist sehr intuitiv und auch fachfremden Nutzerinnen leicht zugänglich. Gleichzeitig ist damit auch die Erweiterung, um neue Aufgaben und Unteraufgaben leicht umzusetzen.

Die Anwendungsbausteine nach Winter et al. eignen sich kaum zur Beschreibung von MEDFLOSS-Projekten. Nur weniger als die Hälfte (42%) der Projekte konnte erfolgreich eingeordnet werden, die Übrigen landeten in der Restklasse. Es hat 16 Klassen, sehr wenige im Vergleich zum Referenzmodell und in 25% dieser Klassen wurden keine Projekte eingeordnet. Die vollsten Klassen sind die Kombination aus „Patient Administration System“ und „Clinical Information System“ und außerdem „Middleware“. Für alle drei Klassen konnte eine weitere Unterteilung in Unterklassen gefunden werden. Wie bei der Analyse der Restklasse festgestellt wurde fehlen als Anwendungsbausteine „Tools zur Entwicklung neuer Software“, „Tools zur Bildbetrachtung, -analyse und -bearbeitung“ und „Tools zur Analyse und Visualisierung von medizinischen Daten“. Die Einteilung anhand etablierter Systembezeichnungen hat ihre Grenzen dabei, dass alles was kein „klassisches“ Anwendungssystem ist schlecht zugeordnet werden kann und auch die Erweiterung um weitere Systembezeichnungen



schwerfällt. Der Zugang zu den Fachbegriffen fehlt fachfremden Personen eventuell.

Die Taxonomie der Anwendungssysteme im Gesundheitswesen ist von den dreien die wohl am wenigsten geeignete Terminologie. Nur 30% der Projekte ließen sich in die Terminologie einordnen. Sie verfügt nur über 8 Klassen und lediglich die Hälfte von diesen spielte bei der Einordnung eine Rolle. Die vollste Klasse mit 26% der Projekte ist „EHR and Healthcare Data Storage“. Eine Neuaufteilung der Klasse ähnelt „1. Patientenbehandlung“ aus dem Referenzmodell. Es muss weiter unterschieden werden nach Einsatzort, Fachgebiet und eine klare Trennung von EHR/EMR sollte eingeführt werden. Die Restklasse mit 70% der betrachteten Projekte lohnt keine weitere Aufteilung. Der Ansatz die Projekte über die Abfrage der vier gewählten Dimensionen einzuordnen wirkt zuerst intuitiv. Leider sind die Optionen nicht so klar voneinander abgegrenzt wie man meinen sollte und die Entscheidung fiel oft schwer. Wie in der ursprünglichen Taxonomieentwicklung vorgemacht, lässt sich die Taxonomie leicht um weitere Dimensionen erweitern, um sie weiter auszubauen. Nur ist fraglich wie viele relevante Dimensionen sich noch finden lassen.

Keine der Terminologien allein kann eine zufriedenstellende Einteilung für Medfloss.org bieten. Das Referenzmodell hat den besten Ansatz und könnte durch Erweiterung um die neuen Aufgaben noch weiter verbessert werden. Die Anwendungsbausteine und die Taxonomie der Anwendungssysteme waren wenig geeignet.

## 6. Diskussion

Zwar wurden in dieser Arbeit alle drei Terminologien erfolgreich auf ihre Eignung zur Beschreibung von MEDFLOSS untersucht, doch wie sich herausstellte ist in ihrer aktuellen Form keine der drei Terminologien ideal. Damit ist immer noch keine Terminologie bekannt, die sich speziell für den Einsatz auf Medfloss.org eignet. Das Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen ist vielversprechend und die beste von den drei untersuchten Terminologien für diesen Zweck. Trotzdem müssten auch am Referenzmodell noch Anpassungen in Form von neuen Klassen und einer feineren Unterteilung bereits bestehender Klassen vorgenommen werden, damit ein Einsatz sinnvoll wäre. Dafür könnte man sich grob an den hier vorgeschlagenen neuen und weiter unterteilten Klassen orientieren oder man wählt einen systematischeren Ansatz zum hinzufügen neuer Klassen. Die Unterteilung der übervollen Klassen und Restklassen erfolgte in dieser Arbeit durch bloßes Sichten der Projekte, die dort eingeteilt wurden. Aus diesen wurden dann Gruppen mit ähnlichen Charakteristiken geformt. Ein anderer Ansatz wäre, sich bei den Gebieten, die als nicht ausreichend beschrieben auffielen, wie z.B. die Entwicklung neuer Software, auf bereits existierende Standards zur Unterteilung dieser zu stützen, insofern solche bekannt sind. Natürlich wäre es auch möglich basierend auf den Erkenntnissen aus der Auszählung und den untersuchten Terminologien eine neue Terminologie speziell zur Beschreibung von MEDFLOSS zu erstellen.

Der Umfang dieser Arbeit ließ nur das Untersuchen einer begrenzten Anzahl an Terminologien zu. In zukünftigen Arbeiten könnten noch weitere Terminologien auf ihre Eignung für MEDFLOSS untersucht werden. So existiert unter anderem die „Classification of digital health interventions“ der World Health Organization (WHO) (Mehl u. a. 2018), welche im Rahmen dieser Arbeit nur kurz gesichtet werden konnte. Die Terminologie kategorisiert die verschiedenen Arten, auf welche digitale und mobile Technologien in der Gesundheitsversorgung genutzt werden können, von den Patienten, den Gesundheitsdienstleistern, Managern im Gesundheitswesen und Datendienstleistern. Sie bietet unter anderem eine vielversprechende Einteilung für Telemedizinanwendungen. Diese könnte als Vorlage für Einteilung von Telemedizinanwendungen bei der Erweiterung anderer Terminologien dienen. Es werden die verschiedenen Rollen und Kommunikationsbeziehungen in der Telemedizin beachtet, natürlich zwischen Ärztin und Patientin, aber auch zwischen Ärztinnen und Patientinnen untereinander. Die für Telemedizin relevanten Aufgaben werden abgedeckt, unter anderem Beratung, Monitoring und Dokumentation. Eine weitere Einteilung, welche von der WHO gut ausgebaut wurde, ist die Datenverwaltung. Vor allem in der Forschung werden die verschiedensten Anwendungen zum

Datenmanagement und der Wissensgewinnung aus Daten eingesetzt, was in den untersuchten Terminologien nie beachtet wird. Die Einteilung der WHO kann auch hier als Gerüst beim Hinzufügen weiterer Klassen eingesetzt werden.

Die Einordnung wurde nur anhand der auf Medfloss.org vorgestellten Informationen zu den Projekten vorgenommen, welche leider nicht sehr umfangreich sind. Sehr viel mehr und beträchtlich genauere Informationen könnte man über die Projekte erhalten, wenn man jedes einzelne installiert und selbst testet. Bei 356 Projekten würde dies enorm viel Zeit in Anspruch nehmen, weshalb in dieser Arbeit darauf verzichtet wurde. Außerdem stellt sich die Frage des Kosten-Nutzen-Verhältnisses, da die Beurteilung der Eignung einer Terminologie nicht unbedingt von der exakten Einordnung jedes einzelnen Projektes abhängt. Trends in den Restklassen und den übervollen Klassen sollten sich trotzdem erkennen lassen.

Es ist kaum möglich alle verfügbaren MEDFLOSS-Projekte zu untersuchen, deswegen wird in dieser Arbeit davon ausgegangen, dass die auf Medfloss.org gesammelten Projekte repräsentativ für die Gesamtheit von MEDFLOSS stehen. Eine für Medfloss.org geeignete Einteilung der Projekte sollte ein besonderes Augenmerk auf die Klassen legen, welche in dieser Arbeit als besonders relevant für MEDFLOSS eingestuft wurden, aber in den untersuchten Terminologien gar nicht, oder nur unzureichend beschrieben wurden. Dabei fielen vor allem die Entwicklung neuer Software und die Durchführung von Forschungsaktivitäten auf, außerdem Middleware, Telemedizin und Anwendungssysteme zur Durchführung diagnostischer und therapeutische Maßnahmen. Auch die Anwendungssysteme, die versuchen die Patientenbehandlung in einem Krankenhaus oder einer Praxis ganzheitlich zu unterstützen sollten in sich weiter unterschieden werden, sei es nach Einsatzort oder Spezialisierung in eine bestimmte Fachrichtung. Die verwendete Terminologie sollte die Nutzerinnen nicht mit zu vielen Klassen überfordern. Allerdings zeigen die Ergebnisse dieser Arbeit, dass eine große Menge an Klassen für eine spezifische Einteilung nötig ist und nicht einmal die 68 Klassen des Referenzmodells ausreichen. Eine Lösung könnte hier statt einer flachen Liste ein hierarchischer Aufbau der Terminologie sein, wie man ihn im Referenzmodell sieht. So wird die Nutzerin zunächst mit der obersten Ebene konfrontiert und arbeitet sich dann weiter durch die darauffolgenden Ebenen.

## 7. Literaturverzeichnis

BRÜGGE, Bernd ; HARHOFF, Dietmar ; PICOT, Arnold ; CREIGHTON, Oliver ; FIEDLER, Marina ; HENKEL, Joachim: *Open-Source-Software : Eine ökonomische und technische Analyse*. Berlin, Heidelberg : Springer, 2012

GÄRTNER, Armin: *Einsatz und Betrieb von Software als Medizinprodukt*. In: *PIK - Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation* 33 (2010), Nr. 3

HÜBNER-BLODER, Gudrun ; AMMENWERTH, Elske ; BRIGL, Birgit ; WINTER, Alfred: *Specification of a reference model for the domain layer of a hospital information system*. In: *Studies in health technology and informatics* 116 (2005), S. 497–502

JANAMANCHI, Balaji ; KATSAMAKAS, Evangelos ; RAGHUPATHI, Wullianallur ; GAO, Wei: *The state and profile of open source software projects in health and medical informatics*. In: *International journal of medical informatics* 78 (2009), Nr. 7, S. 457–472

KAROPKA, Thomas ; SCHMUHL, Holger ; DEMSKI, Hans: *Free/Libre open source software in health care: a review*. In: *Healthcare informatics research* 20 (2014), Nr. 1, S. 11–22

MEHL, Garrett ; TAMRAT, Tigest ; LABRIQUE, Alain B. ; ORTON, Maeghan ; BAKER, Elaine ; BLASCHKE, Sean ; BONTEMPO, James ; DEBORMA, Nicolas ; ESKANDAR, Hani ; FALZON, Dennis ; FOGWILL, Thomas ; FROST, Michael ; GILBERT, Skye ; GOERTZ, Hallie ; GREVENDONK, Jan ; JOSHI, Surabhi ; KUMAR, Manish ; LANDRY, Mark ; LEITNER, Carl ; L'ENGLE, Kelly ; MARCELO, Alvin ; MEDEIROS, Donna ; MUNEENE, Derek ; MWANYIKA, Henry ; NOVILLO, David ; OLLIS, Steve ; PAYNE, Jonathan ; PELOSO, Liz ; RITZ, Derek ; SCHAEFER, Merrick ; SCHMIDER, Anneke ; SEEBREGTS, Chris ; SETTLE, Dykki ; SINHA, Chaitali ; STAHL, Michael ; TIMIMI, Hazim ; UGGOWITZER, Steven ; VASUDEVAN, Lavanya ; WAUGAMAN, Adele ; WEISS, William ; KELLEY, Ed ; ZANDI, Diana ; SAY, Lale: *Classification of Digital Health Interventions v 1.0*. 2018

NICKERSON, Robert C. ; VARSHNEY, Upkar ; MUNTERMANN, Jan: *A method for taxonomy development and its application in information systems*. In: *European Journal of Information Systems* 22 (2013), Nr. 3, S. 336–359

OPEN SOURCE INITIATIVE: *Open Source Initiative*. URL <https://opensource.org/>. –

Aktualisierungsdatum: 09.08.2019 – Überprüfungsdatum 09.08.2019

REYNOLDS, Carl J. ; WYATT, Jeremy C.: *Open source, open standards, and health care information systems*. In: *Journal of medical Internet research* 13 (2011), Nr. 1, e24

SCHMUHL, H. ; HEINZE, O. ; BERGH, B.: *Use of Open Source Software in Health Care Delivery - Results of a Qualitative Field Study. Contribution of the EFMI LIFOSS Working Group*. In: *Yearbook of medical informatics* 8 (2013), S. 107–113

STREIDL, Holger ; DEMSKI, Hans ; KAROPKA, Thomas: *Medical Free/Libre and Open Source Software*. URL [www.medfloss.org](http://www.medfloss.org). – Aktualisierungsdatum: 28.06.2019 – Überprüfungsdatum 28.06.2019

*Use Case MEDFLOSS: Anforderungen an HITO*. Interview mit Holger Streidl. 28.05.2019

VARSHNEY, Upkar ; NICKERSON, Robert C. ; MUNTERMANN, Jan: *Taxonomy Development in Health-IT* (2013)

WINTER, Alfred ; AMMENWERTH, Elske: *HITO – A Health IT Ontology for systematically describing application systems and software products in health IT* (2015)

WINTER, Alfred ; HAUX, Reinhold ; AMMENWERTH, Elske ; BRIGL, Birgit ; HELLRUNG, Nils ; JAHN, Franziska: *Health Information Systems : Architectures and Strategies*. London : Springer London, 2011 (Health Informatics)

## 8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektbeschreibung von Medfloss.org.....	11
Abbildung 2: Gliederung der zentralen Aufgabe „1. Patientenverwaltung“ .....	12
Abbildung 3: Gliederung der Unteraufgabe „1.1 Patientenaufnahme“ .....	13
Abbildung 4: Entwurf der Tabelle zur Einordnung der Projekte .....	20
Abbildung 5: Verteilung der Projekte über die vollsten Klassen im Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen.....	28
Abbildung 6: Verteilung der Projekte über die vollsten Klasse der Anwendungsbausteine .....	31
Abbildung 7: Verteilung der Projekte über die vollsten Klassen der Taxonomie für Anwendungssysteme im Gesundheitswesen .....	33

## 9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Darstellung der Taxonomie.....	18
Tabelle 2: Verteilung der Projekte über das Referenzmodell der fachlichen Ebene von Krankenhausinformationssystemen .....	25
Tabelle 3: Verteilung der Projekte über die Anwendungsbausteine nach Winter et al.....	26
Tabelle 4: Verteilung der Projekte über die Taxonomie für Anwendungssystem im Gesundheitswesen .....	27
Tabelle 5: Vorschlag zur weiteren Unterteilung der Aufgaben „1.2.1 Entscheidungsfindung und Aufklärung“ und „1.4.1 Diagnostische und therapeutische Maßnahmendurchführung“ .....	29
Tabelle 6: Vorschlag zur weiteren Unterteilung der Aufgabe „1. Patientenbehandlung“.....	30
Tabelle 7: Vorschlag zur weiteren Unterteilung der Aufgabe „5.2 Durchführung von Forschungsaktivitäten“.....	31
Tabelle 8: Vorschlag zur weiteren Unterteilung der Klasse „Middleware“ .....	31
Tabelle 9: Vorschlag zur weiteren Unterteilung der Klassen „Patient Administration System“ und „Clinical Information System“ .....	32
Tabelle 10: Neue Unterteilung der Klasse "EHR and Healthcare Data Storage".....	34
Tabelle 11: Neue Unterteilung der Restklasse "6. Sonstige Aufgaben" und ihre Einordnung in das Referenzmodell .....	35
Tabelle 12: Vollständige Auflistung der neuen Unterteilung der Klasse „Other Computer-Based Application Components“ .....	36
Tabelle 13: Vergleich der drei Terminologien .....	38

## 10. Anhang

Der Arbeit ist eine CD beigelegt, auf welcher die Excel-Tabelle mit den MEDFLOSS-Projekten und ihrer Einordnung in die drei Terminologien zu finden ist, sowie eine digitale Kopie dieser Arbeit.



## 11. Erklärung

„Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe, insbesondere sind wörtliche oder sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet. Mir ist bekannt, dass Zuwiderhandlung auch nachträglich zur Aberkennung des Abschlusses führen kann. Ich versichere, dass das elektronische Exemplar mit den gedruckten Exemplaren übereinstimmt.“

Ort: Leipzig

Datum: 16.08.2019

Unterschrift: