

Verteiltes Dokumenten-orientiertes Prozessmanagement im Gesundheitswesen

Christoph P. Neumann

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
christoph.neumann@fau.de

Abstract: In Situationen die eine organisationsübergreifende Zusammenarbeit über regionale Grenzen hinaus erfordern ist es notwendig die Systemfunktionalitäten zur Prozessunterstützung von den bestehenden Anwendungssystemen zu entkoppeln. In dieser Arbeit wird ein Ansatz für verteilte Fallführung vorgestellt, der Ad-hoc-Kooperationen mit Hilfe von aktiven Dokumenten ermöglicht ohne zuvor die lokalen Anwendungssysteme zu integrieren. Eine verteilte Fallakte wird dazu eingesetzt zusammenarbeitende Prozessbeteiligte zu koordinieren. Als aktives Dokument führt das Fallakten-Artefakt sein eigenes Anzeige- und Steuer-Programm eingebettet mit sich. Die Fallakte beinhaltet beliebige elektronische Dokumente mit medizinischem Inhalt, die zwischen den Beteiligten ausgetauscht werden. Außerdem beinhaltet sie die Prozessstruktur für einen organisationsübergreifenden Therapieplan in Form einer gemeinsamen Arbeitsliste. Zur Veranschaulichung des Konzepts dient ein organisationsübergreifender Anwendungsfall, dazu dient der kooperative Behandlungsprozess für Brustkrebs-Patientinnen.

1 Einleitung

Die richtige Form von IT-Unterstützung für organisationsübergreifende Kooperationen zu finden ist in vielen Domänen eine ungelöste Herausforderung. In Deutschland ist das zentrale Element für medizinische Kooperation bis heute der klassische Austausch von papierbasierter Information auf traditionellen Wegen. Das Gesundheitswesen leidet, hinsichtlich der Zusammenarbeit von Ärzten, unter sogenannter *Systemfragmentierung*, was bedeutet, dass Patienten häufig von mehreren Leistungserbringern behandelt werden, ohne dass die Zusammenarbeit koordiniert stattfindet. (z. B. [TOG10]). Seit den 80er Jahren begegnet man dieser Systemfragmentierung mit Bestrebungen sogenannter *Versorgungskontinuität* (engl. „continuity of care“) und *integrierter Versorgung*. Dennoch gehört die unzureichende Verfügbarkeit von patientenbezogener Information bis heute zu den prominentesten Problemen medizinischer Zusammenarbeit (z. B. [DMC⁺10]).

Ein grundlegender Hemmfaktor für eine erfolgreiche IT-Unterstützung ist die ungelöste Aufgabe der Systemintegration (z. B. [Len09]). Roland Bergers bedeutende Studie von 1997 beschreibt die Vision einer „integrierten multimedialen elektronischen Patientenakte“ [Ber97] als IT-basierte Lösung für eine integrierte Versorgung. Dieses Konzept ist als Kürzel auch in seiner englischen Übersetzung bekannt, als *Electronical Health Record* (EHR). Die Verwirklichung solch großflächiger oder bundesweiter EHR-Infrastrukturen liegt jedoch nach wie vor in weiter Ferne. Auch derzeitige Anstrengungen, wie das staat-

liche Großprojekt „Elektronische Gesundheitskarte“ (eGK), werden in absehbarer Zeit keine Besserung erreichen.

Im weiteren Verlauf der Einleitung werden die Problemstellung und die Ziele der Arbeit dargestellt sowie die Vision einer verteilten Fallakte erzählerisch mit Hilfe einer Benutzerszene veranschaulicht. Der anschließende Abschnitt beschreibt Methoden 'aktiver' Dokumente sowie des Prozessmanagements und stellt die konzeptionellen Beiträge des Ansatzes dar. Der letzte Abschnitt diskutiert Ergebnisse und offene Fragestellungen.

1.1 Problemstellung

Der primäre Anwendungsfall ist ein überregionales und sektorenübergreifendes medizinisches Szenario. Zu Beginn des Projekts gab es für meinen Doktorvater und mich eine Prämisse: „Es existiert keine adäquate IT-Infrastruktur zur Unterstützung spontan entstehender verteilter Zusammenarbeit“. Dies gilt für das Gesundheitswesen genauso wie für andere Domänen. Daher standen zwei grundsätzliche wissenschaftliche Fragestellungen im Vordergrund: (1) „Können wir eine Infrastruktur entwickeln, die es ermöglicht emergente Ad-hoc-Prozesse zu unterstützen?“ sowie (2) „Bis zu welchem Ausmaß können wir einen Informationsaustausch realisieren ohne irgendeine Systemintegration voraussetzen zu können?“. Eine solche Infrastruktur muss Funktionalitäten jenseits von E-Mail bereitstellen und an typische Anforderungen solcher Kooperationen angepasst sein.

Der anfängliche Aufwand um einen Informationsaustausch zu etablieren muss möglichst gering sein. Insgesamt suchen wir nach einem anpassbaren und dezentralisierten Ansatz. Die traditionelle Vorgehensweise um organisationsübergreifende medizinische Prozesse zu steuern, basiert auf Papierdokumenten mit spezifischer Semantik, beispielsweise Überweisungsschein und Arztbrief. Wir übernehmen dieses papierbasierte Interaktionsparadigma und erweitern es elektronisch, sodass komplexere Anwendungsfälle ermöglicht werden. Die Papierformulare werden zu digitalen Informationseinheiten, die aus den beteiligten lokalen Systemen als Dokument exportiert werden¹ und Gegenstand eines verteilten Publish/Subscribe-Systems werden, das die Fallakten zwischen den jeweils Beteiligten synchronisiert. Das Werkzeug für die Fallführung ist zu einem einzigen installationslosen Datei-Artefakt zusammengeschnürt, welches zwischen den Teilnehmern vervielfältigt werden kann und den Datenbestand einer einzelnen verteilten Fallakte verwaltet.

Das daraus resultierende Artefakt entspricht der Idee eines aktiven Dokuments. Dieses Konzept wurde erstmalig von Dourish et al. für deren Placeless Documents [DEL⁺00] beschrieben und wird später noch weiter ausgeführt. Aus diesem Zusammenhang heraus nennt sich das primäre Artefakt meines Ansatzes α -Doc, wobei das „ α “ symbolisch für den Begriff „aktiv“ steht. Der konzeptionelle Ansatz nennt sich distributed Document-oriented Process Management (dDPM) und die Referenz-Implementierung als Software-Prototyp heißt α -Flow. Die verschiedenen Aspekte des α -Flow-Systems und des dDPM-Ansatzes wurden bereits in diversen Publikationen veröffentlicht (u. a.

¹Ein wichtiges Merkmal aller Informationseinheiten, die organisationsübergreifend ausgetauscht werden, ist, dass sie notwendigerweise ausgedruckt werden können. Über die Druckbarkeit ist eine grundsätzliche Garantie gegeben, diese als digitales Dokument erfassen zu können (in mindestens einem Dateiformat; ungeachtet dessen Tauglichkeit für semantische Integration).

[NSWL11, NWL12, NHL12, NL12]). Das System ist implementiert und evaluiert. Sowohl der Ansatz als auch weitere technische Details sind in meiner Dissertation beschrieben [Neu12]. Im Vergleich zu den gerade genannten Publikationen ist der Beitrag dieser Veröffentlichung eine Zusammenfassung meiner Arbeit.

1.2 Benutzerszene: Erzählung einer hypothetische Kooperation

Zur Veranschaulichung der Vision für verteilte organisationsübergreifende Fallführung beschreibt dieser Abschnitt eine Benutzerszene aus einem hypothetischen Brustkrebs-Szenario. Die Erzählung ist stilistisch in Analogie zu Bergers Studie [Ber97] geschrieben. Die Benutzerszene wurde von mir ursprünglich in [NL12] publiziert.

„ ... Die Patientin ist im Begriff den Behandlungsraum des Gynäkologen zu verlassen. Erst gestern hat sie einen Knoten in ihrer Brust ertastet. Der Gynäkologe hat soeben eine Sonographie beendet, derzufolge das Knotengewebe auffällig erscheint und weiterer Klärung bedarf. Er grübelt über den typischen weiteren Behandlungsverlauf: Zunächst wird er sie zu einem Radiologen schicken, für eine Mammographie. Bestätigt die Röntgenuntersuchung den Verdacht auf Krebs, muss die Patientin zu einem Kollegen am örtlichen Krankenhaus, für eine Biopsie. Dann könnte es zur Primärtherapie kommen, durch welche das betroffene Gewebe operativ entfernt wird. Vermutlich werden in Kürze ein halbes Duzend Ärzte mit der Patientin beschäftigt sein und die bevorstehende Überweisung zum Radiologen ist tatsächlich der Beginn einer komplexen Zusammenarbeit, um das Leben seiner Patientin zu retten.

Der Arzt sitzt vor seinem Computerbildschirm und hat einen Überweisungsschein erstellt. Statt die Datei auszudrucken zieht er sie einfach per Drag'n'Drop auf ein spezielles Icon auf seinem Desktop. Dadurch wird die Überweisung in eine Fallaktendatei überführt. Seine Kollegen werden einfach Teilnehmer am Fall indem sie eine Kopie der Fallaktendatei zugestellt bekommen. Die Fallaktendatei ist ein aktives Dokument: Änderungen an einem Replikat werden automatisch mit allen anderen verteilten Replikaten synchronisiert. Die verteilte Fallakte lässt emergente Teilnehmer-Komplexität zu. Die Fallakte beinhaltet den Überweisungsschein als erste Informationseinheit. Außerdem erfasst die Akte bereits die elektronische Rücksendeadresse des Gynäkologen. Der Arzt speichert eine Kopie der Fallakte auf die Chipkarte seiner Patientin.

... Am Empfang des Radiologen öffnet die Arzthelferin die Fallakte ohne besondere Software-Installation. Das Doppelklicken der Fallakte startet den eingebetteten Editor, in welchem die Arzthelferin den enthaltenen Überweisungsschein in ihrem lokalen System öffnen kann. Im Rahmen der Patientenaufnahme speichert die Arzthelferin die Fallaktendatei als Anhang im lokalen Patientenverwaltungssystem, damit ihr Chef nach der Untersuchung darauf Zugriff hat.

... Der Radiologe ist mit der Mammographie fertig. Normalerweise würde er einen Arztbrief per Post an den Gynäkologen schicken. Stattdessen öffnet er die Fallaktendatei. Per Drag'n'Drop zieht er seinen Arztbrief in den Bereich des eingebetteten Editors. Weil die Fallakte die elektronische Adresse aller beteiligten Ärzte kennt, kann das aktive Dokument den neuen Befund an die elektronische Post-Box des Gynäkologen schicken. Der Radiologe mag diese Form der Fallakte, denn das aktive Dokument hält Kontextinformation der Kollaboration bereit und macht die Zusammenarbeit einfach.

... Die Patientin kehrt in die Praxis des Gynäkologen zurück und er öffnet seine Kopie der Fallakte. Die Fallakte synchronisiert automatisch ihren Inhalt mit der elektronischen Post-Box des Gynäkologen. Der radiologische Befund erscheint als neueste Informationseinheit. Er öffnet den Arztbrief und liest, dass der Wert des Indikators BI-RADS höher ist als vier. Das bedeutet, dass er seine Patientin ans örtliche Krankenhaus zur Biopsie schicken muss und er bereitet einen weiteren Überweisungsschein vor, den er wieder der Fallakte hinzufügt.

Erneut kopiert er die aktuelle Fallaktendatei auf die Chip-Karte seiner Patientin. Das Krankenhaus wird den OP-Bericht der Biopsie beisteuern. Die Gewebeprobe und die Fallakte werden zu einem Pathologen geschickt. Er wird den Histologiebericht zur Fallakte hinzufügen. Die Fallaktendatei des Gynäkologen wird stets jede Informationseinheit empfangen, die durch andere Teilnehmer in Zukunft beigesteuert wird.

Der Gynäkologe schaut seiner Patientin in die Augen. Er beruhigt sie, denn es gibt noch die Hoffnung, dass die Gewebeuntersuchung zeigt, dass es sich nur um eine benigne (gutartige) Neoplasie handelt. ...“

2 Methoden und wissenschaftlicher Beitrag

Die Benutzerszene beinhaltet verschiedene Arten der Mensch-Maschine-Interaktion. Zu Beginn findet eine Transformation des ersten Überweisungsscheins in ein aktives Dokument (α -Doc) für verteilte Fallführung statt. Abbildung 1 veranschaulicht die Fallaktendatei-Erstellung und die späteren Änderungen an der verteilten Fallakte. Die Abbildung skizziert die Benutzerszene aus einer technischeren Perspektive. Wir gehen der Einfachheit halber davon aus, dass der Überweisungsschein im prominenten Dateiformat HL7 CDA vorliegt; dies ist in der Abbildung durch den Kreis mit der Aufschrift „XML“ angedeutet. Im Wesentlichen spielt das Dateiformat für das Hinzufügen und die interne Verwaltung keine Rolle. Die vier großen rechteckigen Formen, die mit „ α -Doc“ gekennzeichnet sind, veranschaulichen das aktive Dokument in verschiedenen Inhaltszuständen an unterschiedlichen Zeitpunkten an den zwei beispielhaft beteiligten Orten.

2.1 Merkmale von aktiven Dokumenten

Der initiale Überweisungsschein ist eine eigenständige Datei. Die Überweisung und der Mammographiebericht werden zu Inhaltseinheiten als Teil der Fallakte. Die Fallakte ist ein aktives Dokument und damit ebenfalls eine Datei, die intern „molekular“ strukturiert ist. Ärzte können es sich so vorstellen, dass es sich im Wesentlichen um ein (selbst-ausführbares) ZIP-Archiv handelt. Genauer gesagt erlaubt die plattformneutrale Programmiersprache Java ausführbare ZIP-Dateien in Form von JAR-Dateien.

Die bildliche Vereinnahmung des mit „XML“ gekennzeichneten Kreises in das aktive Dokument ist im wahrsten Sinn gemeint. Die Kreise als Inhaltseinheit innerhalb des α -Doc werden von kleinen Rechtecken begleitet; dabei handelt es sich um Deskriptoren als eigene Dateien. Die Deskriptoren erlauben letztlich die Speicherung beliebiger Prozess-relevanter Metadaten zur jeweiligen Inhaltseinheit. Einfache Beispiele sind der Name der Inhaltseinheit sowie eine generierte ID desjenigen Prozessteilnehmers, der die Inhaltseinheit beigesteuert hat. Die Inhaltseinheit und ihr Deskriptor sind dann mit einem

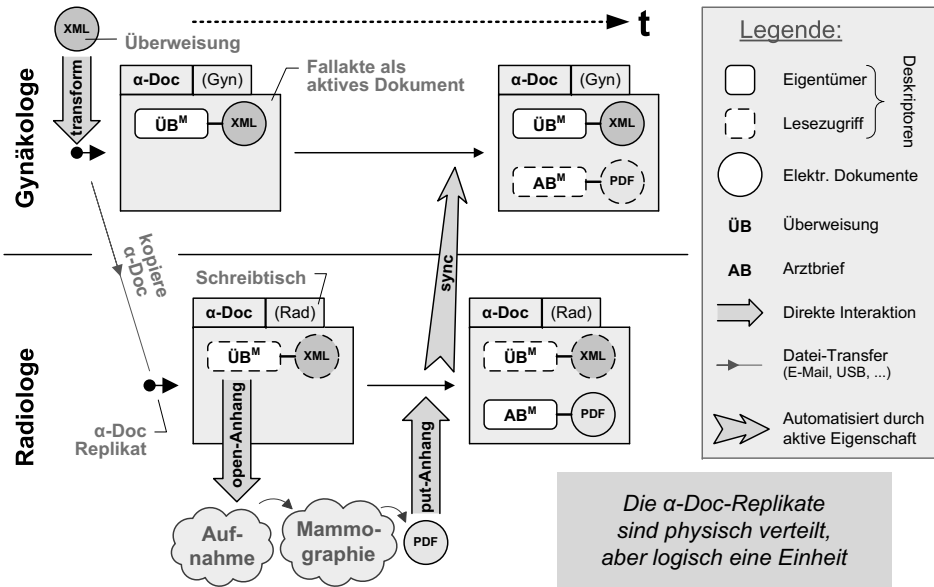


Abbildung 1: Ein α -Doc, das sich entsprechend der Benutzerszene verändert.

gestrichelten Rahmen versehen, wenn die Inhaltseinheit nicht durch den lokalen Benutzer beigesteuert wurde und somit der aktuelle Benutzer nicht der verantwortliche Autor ist.

Die Benutzerszene beschreibt, dass das aktive Dokument auf einer Chip-Karte gespeichert werden kann. Ebenfalls möglich sind USB-Sticks oder jegliches Speichermedium, das Dateien erlaubt. Von einer Dateisystem-Perspektive ist das molekulare, aktive Dokument eine einfache transportierbare Datei und es ist möglich beliebige Kopier- oder Verschiebe-Operationen anzuwenden oder sie als E-Mail-Anhang zu verschicken oder sie als Dateianhang in einem Patientenverwaltungssystem zu speichern. Dieses Merkmal wird durch den „kopiere α -Doc“-Pfeil in Abbildung 1 symbolisiert. Dadurch wird das α -Doc als Datei repliziert.

Auf der Seite des Radiologen kann das α -Doc ausgeführt werden und ein eingebetteter Editor listet die enthaltenen Inhaltseinheiten auf. Der Editor ermöglicht es, die einzelnen Inhaltsdateien genauso leicht zu öffnen wie eine E-Mail-Anwendung einen Dateianhang, das heißt sie werden mittels einer lokal verfügbaren Anwendung geöffnet. Jeder Teilnehmer kann weitere Inhaltseinheiten beisteuern, zum Beispiel den mit „PDF“ gekennzeichneten Kreis, stellvertretend für den Mammographiebericht, mittels einfachem Drag'n'Drop.

Nachdem ein neuer Beitrag lokal eingefügt wurde, müssen alle anderen bekannten Teilnehmer mit einer Kopie der Inhaltseinheit aktualisiert werden. Dies wird durch den speziell geformten „sync“-Pfeil dargestellt. Jeder Beitrag muss mit allen anderen α -Doc-Replikaten desselben Falles synchronisiert werden. Hervorzuheben ist, dass ein α -Doc nur dann aktiv ist, wenn es bewusst durch den Benutzer ausgeführt wird. Deswegen sind die verteilten Replikate nicht (notwendigerweise) zum selben Zeitpunkt online; stattdessen herrscht eine Offline-Charakteristik der Netzwerkknoten vor. Daher bedingt der Synchronisationsmechanismus eine zugrundeliegende „store-and-forward“-

Nachrichteninfrastruktur. Ein eigenes Synchronisationsprotokoll wurde speziell für diese Rahmenbedingungen entwickelt.

Die Benutzerszene konzentriert sich auf die operative Einbettung, also die Art und Weise wie sich eine α -Doc-Fallakte in die medizinischen Routineabläufe der Ärzte integrieren soll. Sie betont dadurch naturgemäß vor allem die Anforderungen an ein aktives Dokument. Verwandte Ansätze in diesem Bereich sind selten; Ansätze aus verschiedenen Informatikgebieten mit konzeptionellen Ähnlichkeiten zu aktiven Dokumenten werden in [Neu12] vergleichend gegenübergestellt. Als System für plattformneutrale und institutionsübergreifende aktive Dokumente ist das α -Flow-System einzigartig. Ein komplementärer Aspekt zu aktiven Dokumenten ist die prozessbezogene Perspektive, also welche Form der Prozessunterstützung durch ein α -Doc als eingebettete Anwendung für den Benutzer bereitgestellt werden kann.

2.2 Merkmale der Prozessunterstützung

Den Begriff „Prozess“ kann man definieren als „organizational form that encapsulates the interdependence of tasks, roles, people, departments, and functions“ [BAN03]. Darüber hinaus werden verschiedenen Unterklassifizierungen vorgenommen. Beispielsweise unterscheiden Medina-Mora et al. Materialprozesse, Informationsprozesse und Geschäftsprozesse (vgl. [MMWFF92]). McCready unterscheidet drei Typen von Arbeitsabläufen [McC92]: ad-hoc Abläufe, administrative Abläufe und Produktionsabläufe. Georgakopoulos et al. verwenden eine Klassifikation, welche systemorientierte Abläufe und menschenorientierte Abläufe gegenüberstellt. Ferner können drei Stufen der Prozesskonzeption unterschieden werden: semiformelle Prozessbeschreibung, formelle Workflow-Spezifikation und ausführbare Workflow-Automatisierung (vgl. [GHS95]).

Die namenhafte Workflow Management Coalition (wfMC) stellt ein Begriffsglossar bereit. Leider deckt diese terminologische Referenz den Prozess-Begriff nicht im weitesten Sinn ab, stattdessen betrachtet die wfMC ausschließlich „Geschäftsprozesse“ und fasst den Workflow-Begriff als den automatisierbaren Teil eines Geschäftsprozesses auf. Damit ist die wortgetreue und automatisierungszentrische wfMC-Definition zu restriktiv im Gesamtkontext des breiten Feldes der Prozessunterstützung. Rusinkiewicz und Sheth liefern in [RS94] eine allgemeinere Definition: „Workflows are activities involving the coordinated execution of multiple tasks performed by different processing entities. A task defines some work to be done and can be specified in a number of ways, including a textual description in a file or an email, a form, a message, or a computer program. A processing entity that performs the tasks may be a person or a software system“.

Zusammenfassend betrachtet ist die Trennschärfe zwischen den Begriffen „Prozessunterstützung“ (im weitesten Sinn) und „Workflow-Management“ (im engsten Sinn) nicht sonderlich hoch. Mein dDPM-Ansatz befasst sich mit menschenorientierten, wissensgetriebenen, Ad-hoc-Informationsprozessen. Die durch dDPM bereitgestellte Prozessunterstützung besteht aus folgenden grundlegenden Aspekten:

- Erfassen der *Prozessteilnehmer* (Wer?) an unterschiedlichen *Institutionen* (Wo?)
- Erfassen der *Arbeitseinheiten* als Prozessschritte (Was?)
- Erfassen der Prozessplanung in Form einer priorisierten *Arbeitsliste* (~ Wann?) und Ergänzen von Prozessschritten auf bedarfsorientierte Weise

- Unterstützen einer Konsensfindung hinsichtlich einer verteilten Prozessplanung durch Synchronisation der Arbeitsliste zwischen räumlich getrennten Standorten
- Verteilen der Ergebnisse der Arbeitsschritte ohne notwendigerweise die Semantik der Inhaltseinheiten zu kennen
- Erfassen von prozessbezogenen Statusattributen jeder Arbeitseinheit
- Verwalten der Prozesshistorie durch Versionierung der Arbeitsliste und Arbeitseinheiten sowie der Ergebnisdokumente
- Exportieren und Importieren von Arbeitslisten als Prozessschablonen
- Ergänzen von Prozessteilnehmern auf bedarfsorientierte Weise

Prozessunterstützung wird also insbesondere durch eine gemeinsame Arbeitsliste bereitgestellt, die den Ablauf im Sinn von Was/Wann/Wo/Wer artikuliert. Zur Unterstützung der Prozessausführung dient das Routing bzw. die Synchronisation der Dokumentartefakte.

2.3 Dokumentenorientierte Arbeitsliste: Karten und Kennzeichnungen

Als dokumentenorientierte Form der Prozessplanung übernimmt dDPM das Prinzip „Karten-repräsentieren-Aufgaben“ aus dem Bereich agiler Softwareentwicklung. Methoden wie Kanban und Scrum benutzen einen Satz aus Karten um die Arbeitsliste eines Teams zu verwalten. Im Fall von Scrum werden beispielsweise notwendige Systemanpassungen auf *Task-Karten* geschrieben. Im Verlauf einer Scrum-Entwicklungsepisode (auch „Sprint“ genannt) ändern Task-Karten ihren Prozessstatus von „offen“ nach „in Bearbeitung“ und schließlich nach „abgeschlossen“.

Es ist entscheidend, dass diverse prozessbezogene Attribute einer Scrum-Karte möglich sind, welche als Adornments bezeichnet werden können. Adornments² sind textuelle oder graphische Kennzeichnungen. Beispiele für Scrum-Adornments sind einmalig fixierte numerische Werte als Aufwandsschätzung für jede Karte sowie dynamisch zugewiesene Marker zur Kennzeichnung des verantwortlichen Entwicklers bzw. Prozessbeteiligten. Letztlich sind mehrere Scrum-Eigenschaften Vorbild für das α -Flow Metamodell: (1) Aufgaben durch Karten zu repräsentieren, (2) Prozessfortschritt durch wechselnden Kartenstatus zu erfassen und (3) Kartenstatus durch Adornments zu kennzeichnen.

Agile Prozessplanung wurde bislang erfolgreich in der nebenläufigen Produktentwicklung und Produktionsplanung sowie in der Softwaretechnik angewendet. In [Neu12] wird detaillierter ausgeführt wie die Prozesscharakteristiken gut mit denjenigen zusammenpassen, die man im diagnostisch-therapeutischen Zyklus (empirische Prozesse; stilles Wissen) und in medizinischen Leitlinien (nicht-linear; mehrere mögliche Lösungen) beobachten kann. Dennoch bedeutet diese Scrum-Analogie nicht, dass wir von Ärzten erwarten, dass sie der Scrum-Philosophie folgen. Stattdessen passt diese Art der Ablaufrepräsentation durch Karten gut zu dem von Lawrence Weed erfundenen Problem-Oriented Medical Record (POMR), einem System zur klinischen Dokumentation. Solche POMR-basierten Systeme verwenden ein SOAP³-strukturiertes, kartenbasiertes Aufzeichnungsmodell (vgl.

²Der Begriff „Adornment“ wird ebenfalls im Rahmen der Unified Modeling Language (UML) benutzt: ein UML-Adornment fügt demjenigen Element zu dem es gehört weitere Bedeutung oder Semantik hinzu, es hat sowohl eine textuelle als auch graphische Repräsentation; prominente Beispiele für UML-Adornments sind die diamantförmigen Indikatoren für Komposition oder Aggregation.

³SOAP im Kontext von POMR ist eine Abkürzung für „subjective, objective, assessment, plan“.

[Wee68]). Die Kanban- und Scrum-Analogie erweitert das POMR-Konzept um die Ablaufplanung, indem noch unvollständig ausgefüllte Karten für geplante Behandlungsschritte erzeugt werden, die man als Platzhalter für zukünftige POMR-Dokumentationen verstehen kann. Der Therapieplan kann dabei durch Repriorisierungen oder durch Hinzufügen bzw. Löschen von Karten umgestaltet werden.

Was die Prozessformalisierung angeht, wurde die Idee der „*inhaltsorientierten Ablaufmodelle*“ übernommen. Dabei wird der Prozessfortschritt durch die Anwesenheit von Inhaltseinheiten ausgedrückt sowie durch Bedingungen auf einem inhaltlichen Zustand der Daten. Derzeit vertreten folgende wissenschaftliche Ansätze dieses Prinzip: „data-driven“/COREPRO, „resource-driven“, „artifact-centric“/ArtiFact™ sowie „object-aware“/PHILharmonicFlows. Eine weitere Idee, die von dDPM übernommen wurde, ist die elektronische Durchlaufakte, wie beispielsweise PROMInand und POLITeam aus den 90ern. Durchlaufakten verkörpern Ad-hoc-Abläufe, durch dynamisches Umleiten von Dokumenten zwischen Prozessteilnehmern. In Analogie zu elektronischen Durchlaufakten ist eine zentrale Grundannahme von dDPM, dass Prozessschritte durch Karten ausgedrückt sowie durch Bereitstellen eines Ergebnisberichts erledigt werden können. Die Karten sind also planbare Teilabschnitte der Akte, welche sukzessive durch verschiedene Teilnehmer ausgefüllt werden. In [Neu12] wird der Zusammenhang zwischen Fortschreiten des Kartenstatus und Erledigung von Arbeitseinheit umfassend erörtert.

3 Ergebnisse und Zusammenfassung

Insgesamt kombiniert dDPM (1) das inhaltsorientierte Ablauf-Paradigma mit (2) den dokumentenorientierten Aspekten einer Durchlaufakte und (3) agiler Prozessplanung. In dieser Kombination ermöglicht dDPM eine dokumentenorientierte Fallführung. Das Prozessmodell basiert auf einer eingehenden Prozessanalyse der Brustkrebsbehandlung, wobei diese auf persönlichen Interviews mit akkreditierten Gynäkologen aus dem Umfeld des Brustkrebszentrums Amberg basiert. Dabei werden dreiundzwanzig Elemente eines Prozessmodells für verteilte Fallführung identifiziert und beschrieben. Diese bilden sowohl die Referenz für die prototypische Implementierung als auch ein Rahmenwerk um verwandte Arbeiten in einer vergleichenden Evaluation bewerten zu können. Das resultierende Prozessmodell enthält dabei keine Elemente oder Annahmen, die unmittelbar auf das Gesundheitswesen eingeschränkt sind, wenngleich der Ansatz hauptsächlich in diesem Kontext diskutiert wird.

Aus Anwendersicht stellt jedes α -Doc eine eingebettete Anwendung für verteilte Fallführung zur Verfügung und dies bedeutet den Zusammenschluss von (1) gruppenbasiertem E-Mail mit einem (2) gemeinsamen Arbeitslisten-Editor und einem (3) Versionsverwaltungssystem. Um eine Microsoft-Produktmetapher zu verwenden könnte man sagen, bei einem α -Doc handle es sich um ein autonomes verteiltes Mini-SharePoint. Bei jeglichem derartigen Vergleich sollte man berücksichtigen, dass Groupware-Produkte grundsätzlich vordefinierte Datenstrukturen verwenden, um Einträge für Aufgaben abzubilden; Im Gegensatz dazu beinhaltet α -Flow ein zur Laufzeit durch den Nutzer anpassbares Attributmodell für Inhaltseinheiten (vgl. [NSWL11]).

Ein α -Doc beinhaltet im Kern eine regelbasierte Inferenzmaschine („rule engine“), die Statusübergänge überwacht und Aktionen auslöst. Zurzeit werden u. a. vorgefertigte Regeln für die Versionierung (vgl. [NWL12]) und die verteilte Synchronisation (vgl.

[NHL12]) unterstützt. Der Workflow-bezogene Nutzen ist die Prozessplanung, Teilnehmerverwaltung, Prozesshistorien-Erfassung und Prozessschablonen-Erstellung.

Das α -Flow-Modell ist in [Neu12] formalisiert; es repräsentiert alle im α -Doc enthaltenen Inhaltseinheiten als mathematische Faktenmenge. Dies erlaubt die Anwendung der Inferenzmaschine für Anfragen bzw. Auslösung regelbasierter Aktionen. Die Implementierung umfasst über 100.000 Zeilen Code, die auf elf Hauptmodule aufgeteilt sind. Eine technische Evaluierung hat stattgefunden; in [Neu12] werden Code-Metriken analysiert und die Leistung der eingebetteten Versionsverwaltung mit Subversion und git verglichen.

Eine konzeptionelle Evaluierung erfolgte durch einen Vergleich mit inhaltsorientierten Workflow-Ansätzen sowie mit Ansätzen aus dem Umfeld aktiver Dokumente. Zusätzlich wurden drei weitere Ansätze identifiziert, die kombinierte Merkmale mit α -Flow teilen. Die Anforderungen an das Prozessmodell aus der Analysephase wurden zum Zweck der Evaluation wiederverwendet. Derzeit gibt es keinen vergleichbaren Ansatz und kein System, das in der Lage ist institutionenübergreifende Ad-hoc-Prozesse hinreichend zu unterstützen. Derzeit ist α -Flow der einzige Ansatz, der eine ausreichend allgemeine und gleichzeitig praktikable Lösung für verteilte Fallakten bereitstellt, über regionale Grenzen hinweg, ohne vorangegangene Systemintegration.

Nachdem die funktionale Machbarkeit eines solchen Systems durch meine Arbeit demonstriert wurde, ergeben sich weiterführende Forschungsfragen. Ungelöste Aufgaben betreffen (1) die Datensicherheit des Replikattransports und der lokalen Speicherung, (2) Möglichkeiten zur Rekonfiguration des Verhaltens der aktiven Dokumente zur Laufzeit und (3) die Ausführungssicherheit und Zugangskontrolle für aktive Dokumente sowie (4) Workflow-Mechanismen für die Teamarbeit zwischen Ärzten und Pflegepersonal.

Literatur

- [BAN03] J. Becker, L. Algermissen, and B. Niehaves. Processes in e-government focus: a procedure model for process oriented reorganisation in public administrations on the local level. *Electronic Government*, pages 1062–1062, 2003.
- [Ber97] Roland Berger. Telematik im Gesundheitswesen – Perspektiven der Telemedizin in Deutschland. *Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie in Zusammenarbeit mit dem Bundesministerium für Gesundheit, München*, 1997.
- [DEL⁺00] P. Dourish, W. K. Edwards, A. LaMarca, J. Lamping, K. Petersen, M. Salisbury, D. B. Terry, and J. Thornton. Extending document management systems with user-specific active properties. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, 18(2):140–170, 2000.
- [DMC⁺10] P. R. Dexter, D. K. Miller, D. O. Clark, M. Weiner, L. E. Harris, L. Livin, I. Myers, D. Shaw, L. A. Blue, J. Kunzer, et al. Preparing for an Aging Population and Improving Chronic Disease Management. In *Proc of the AMIA Annual Symposium*, volume 2010, page 162. American Medical Informatics Association, 2010.
- [GHS95] D. Georgakopoulos, M. Hornick, and A. Sheth. An overview of workflow management: From process modeling to workflow automation infrastructure. *Distributed and parallel Databases*, 3(2):119–153, 1995.

- [Len09] R. Lenz. Information Systems in Healthcare – State and Steps towards Sustainability. *IMIA Yearbook 2009 – Yearbook of Medical Informatics as a supplement of Methods of Information in Medicine*, pages 63–70, 2009.
- [McC92] S. McCready. There is more than one kind of workflow software. *Computerworld*, 2:86–90, 1992.
- [MMWFF92] R. Medina-Mora, T. Winograd, R. Flores, and F. Flores. The action workflow approach to workflow management technology. In *Proc of the 1992 ACM conference on Computer-supported cooperative work*, pages 281–288. ACM, 1992.
- [Neu12] Christoph P. Neumann. Distributed Document-Oriented Process Management in Healthcare. Dissertation, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, November 2012.
- [NHL12] Christoph P. Neumann, Scott A. Hady, and Richard Lenz. Hydra Version Control System. In *Proc of the 10th IEEE Int’l Symposium on Parallel and Distributed Processing with Applications (ISPA-12)*, Madrid, Spain, July 2012.
- [NL12] Christoph P. Neumann and Richard Lenz. The alpha-Flow Approach to Inter-Institutional Process Support in Healthcare. *International Journal of Knowledge-Based Organizations (IJKBO)*, 2(4):52–68, 2012.
- [NSWL11] Christoph P. Neumann, Peter K. Schwab, Andreas M. Wahl, and Richard Lenz. alpha-Adaptive: Evolutionary Workflow Metadata in Distributed Document-Oriented Process Management. In *Proc of the 4th Int’l Workshop on Process-oriented Information Systems in Healthcare (ProHealth’11)*, Clermont-Ferrand, FR, August 2011.
- [NWL12] Christoph P. Neumann, Andreas M. Wahl, and Richard Lenz. Adaptive Version Clocks and the OffSync Protocol. In *Proc of the 10th IEEE Int’l Symposium on Parallel and Distributed Processing with Applications (ISPA-12)*, Madrid, Spain, July 2012.
- [RS94] M. Rusinkiewicz and A. Sheth. Specification and execution of transactional workflows. In Won Kim, editor, *Modern Database Systems: The Object Model, Interoperability, and Beyond*, pages 592–620. Addison-Wesley, 1994.
- [TOG10] K. E. Thorpe, L. L. Ogden, and K. Galactionova. Chronic conditions account for rise in Medicare spending from 1987 to 2006. *Health Affairs*, 29(4):718, 2010.
- [Wee68] Lawrence L. Weed. Medical records that guide and teach. *New England Journal of Medicine*, 278(12):652–657, 1968.



Christoph P. Neumann, geboren am 4. Mai 1980 in Emmendingen, erwarb sein Diplom im Studiengang Informatik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg im Juni 2005 mit Auszeichnung. Dann arbeitete er für zwei Jahre als Software-Ingenieur bei der Capgemini sd&m AG in München. Im Anschluss war er wissenschaftlicher Mitarbeiter von Prof. Dr. Richard Lenz an der Friedrich-Alexander-Universität. Dort unterrichtete er Übungsveranstaltungen und Vorlesungen und erhielt zwei Auszeichnungen für herausragende Lehre. Im November 2012 promovierte er in der Informatik mit Auszeichnung. Seine Forschungsinteressen beinhalten datengetriebene Prozesse, verteilte Datenverwaltung, Systemintegration und adaptiv-evolutionäre Informationssysteme.