

Medizinische Semantic Web Anwendungen

Ansätze für Normen und Architekturen zur Schaffung von Vertrauen

Master Thesis

zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Science (M. Sc.)

vorgelegt an der Fachhochschule Köln

Campus Gummersbach

Fakultät für Informatik und Ingenieurwissenschaften

im Studiengang

Medieninformatik

Ausgearbeitet von: Raphaela Butz
Matrikelnummer: 11087948
Erster Prüfer: Prof. Dr. Kristian Fischer
Zweiter Prüfer: Prof. Dr. Stefan Karsch

Gummersbach, im Dezember 2014

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbständig verfasst und gelieferte Datensätze, Zeichnungen, Skizzen und graphische Darstellungen selbständig erstellt habe. Ich habe keine anderen Quellen als die angegebenen benutzt und habe die Stellen der Arbeit, die anderen Werken entnommen sind - einschließlich verwendeter Tabellen und Abbildungen - in jedem einzelnen Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht.

Gummersbach, im Dezember 2014

Raphaela Butz

Kurzfassung

Ein Problem unserer heutigen Informationsgesellschaft ist, dass Ärzte neuen technischen Systemen immer mit großem Argwohn begegnen und dies nicht zu unrecht. Denn immer wieder wird unser Vertrauen in Systeme durch große Missbrauchsskandale erschüttert. Doch sind technische Systeme wie medizinische *Semantic Web* Anwendungen ein nächster Schritt zu einer verbesserten medizinischen Versorgung.

Deshalb ist das Ziel dieser Arbeit für medizinische *Semantic Web* Anwendungen Ansätze für Normen und Architekturen zur Schaffung von Vertrauen zu finden. Hierzu wird erst das Vertrauen aus unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet und danach medizinische *Semantic Web* Anwendungen als sozio-technisches System. Dazu wird der soziale Kontext des deutschen Gesundheitswesens betrachtet. Zusätzlich wird untersucht wie ein technisches System diesen Kontext verändern könnte. Aus diesen drei Kategorien werden Normen definiert. Auf diesen Normen aufbauend werden Ansätze für Architekturen formuliert, welche das Vertrauen steigern sollen. Dazu werden schon vorhandene medizinische Ontologien beleuchtet, um den Ansätzen eine Basis zu geben.

Diese Ansätze für Architekturen werden als einzelne Bausteine zu einem größeren Ansatz zusammengefügt. Zuerst wird dieser größere Zusammenhang vorgestellt und danach werden einige Bausteine im Folgenden weiter beschrieben. Unter diese Bausteine fallen Kontrollinstanzen und deren Services sowie Zertifizierungsstellen mit unterschiedlichen Arten von Zertifikaten. Die meisten dieser Bausteine sind jedoch Agenten mit den verschiedensten Aufgaben, auf welche genauer eingegangen wird. Die Qualität der Ontologien sollen diese einerseits als wichtigen Aspekt des Vertrauens verbessern und überwachen. Andererseits dienen weitere Agenten wiederum der Kommunikation untereinander oder der üblichen Akquisition von Informationen.

Des Weiteren bauen diese Agenten ein Vertrauensnetzwerk untereinander auf. Das Vertrauen zu anderen Agenten wird dabei mit unterschiedlichen Attributen dargestellt und liegt dezentral bei jedem Agenten oder kann ebenfalls von zentralen Services erfragt werden. Ein Austausch der Informationen unter den Agenten ist ebenso möglich. Diese Architektur mit einer Vielzahl von Agenten und das daraus resultierende Vertrauensnetzwerk soll schließlich ein grundlegendes Vertrauen schaffen, auf welchem medizinische *Semantic Web* Anwendungen aufbauen können.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Gründe für das <i>Semantic Web</i>	2
1.2	Personalisierte Medizin	3
1.3	Vorgehen	5
2	Vertrauen im Hinblick auf medizinische <i>Semantic Web</i> Anwendungen	7
2.1	Vertrauen in unterschiedlichen Disziplinen	8
2.1.1	Vertrauen in der Entwicklungspsychologie	8
2.1.2	Vertrauen in der Soziologie	9
2.1.3	Vertrauen in der Philosophie	9
2.1.4	Vertrauen in der Ökonomie	9
2.1.5	Vertrauen zwischen Arzt und Patient	10
2.2	Vertrauen in der Informatik	11
2.2.1	Vertrauen in elektronischen Räumen	12
2.2.2	Vertrauen im <i>Semantic Web</i>	14
2.3	Allgemeine Vertrauensmodelle	18
2.3.1	Vertrauensmodell nach Möllering	18
2.3.2	Vertrauen nach Schneier	20
2.4	Zusammenfassung	25
3	Medizinische <i>Semantic Web</i> Anwendungen als sozio-technisches System	29
3.1	Beteiligte Interessengruppen	29
3.1.1	Interaktion	31
3.1.2	Ausgewählte Interessengruppen	34
3.1.3	Nutzungskontextbeschreibung	35
3.1.4	Interessen	37
3.1.5	Maßnahmen gegen Abweichungen	40
3.2	Erweiterung durch ein technisches System	42
3.2.1	Interaktion mit dem technischen System	43
3.2.2	Beeinflussung des sozialen Systems	47
4	Ansätze für Architekturen	49
4.1	Normen zur Schaffung von Vertrauen	49
4.1.1	Aus Vertrauensmodellen abgeleitete Normen	50
4.1.2	Aus dem sozialen System abgeleitete Normen	51

4.1.3	Aus dem sozio-technischen System abgeleitete Normen	52
4.2	Derzeitige medizinische Ontologien	53
4.2.1	Foundational Model of Anatomy Ontology	53
4.2.2	Linking Open Drug Data	54
4.2.3	Zusammenfassung	56
4.3	Mögliche Architekturen technischer Bausteine	57
4.3.1	Überblick	58
4.3.2	Agenten	60
4.3.3	Zertifizierungen	65
5	Fazit	67
6	Ausblick	69
	Abbildungen	73
	Tabellen	75
	Literaturverzeichnis	77

1 Einführung

Der Diebstahl und die damit verbundene Sicherheit von personenbezogenen Daten ist ein medial viel diskutiertes Thema. Vor allem in den letzten Jahren häufen sich die Skandale bezüglich der Sicherheit digital gespeicherter personenbezogener Daten, zuletzt beispielsweise durch den *NSA*¹-Skandal oder die immer wiederkehrende Entwendung von Millionen Kundendaten des *Playstation Network* von *Sony*². Diese Skandale haben das Vertrauen in unsere heutige Informationsgesellschaft zutiefst erschüttert und ein großes Misstrauen gegenüber Anwendungen gestreut, welche große Datenmengen an Informationen selbst verwalten, analysieren und zur Verfügung stellen [Klu08]. Dieses Misstrauen ist dann besonders groß, wenn diese Informationen personenbezogene Daten enthalten.

Selbst wenn ein generelles Misstrauen gegenüber solchen Systemen eine angemessene Grundhaltung ist, können sie dennoch sehr hilfreich sein, indem sie große Datenmengen effizient analysieren und so viel schneller zu einem Ergebnis kommen als herkömmliche Systeme. In der Medizin wären solche Systeme ebenfalls eine große Hilfe, da sie schneller komplexe Zusammenhänge erfassen und auswerten können. Somit könnten sie Ärzte entlasten. Eine medizinische Anwendung könnte einem Arzt beispielsweise bei der Zusammenstellung der erfolgversprechendsten Therapie einer Krebserkrankung helfen. Bei diesem Krankheitsbild gibt es viele Faktoren zu beachten, darüber hinaus steigen die Erkenntnisse ständig. Für eine personalisierte Medizin sind solche Anwendungen essenziell, doch stoßen sie bei der Ärzteschaft auf Ablehnung, da solchen Anwendungen generell mit Misstrauen begegnet wird [Mih14, Wor14].

Diesem Misstrauen könnte jedoch durch eine solide Vertrauensbasis in medizinische Anwendungen begegnet werden. Auf eine solche Basis kann anschließend weiter aufgebaut werden. Aus diesem Grund sollte es bei der Modellierung medizinischer Anwendungen eine Kernfrage sein, wie eine solche Vertrauensbasis geschaffen werden kann. Denn ohne Vertrauen werden die Anwendungen weiterhin abgelehnt und können so keinen Beitrag zu einer verbesserten medizinischen Versorgung leisten. Wichtig ist hierbei, dass es sich um eine ehrliche Vertrauenssteigerung handeln muss. Die Anwender sollen der Anwendung vertrauen weil diese tatsächlich vertrauenswürdig ist und nicht weil sie einfach davon überzeugt wurden.

Die Frage nach dem Vertrauen wurde in der Informationstechnik bereits gestellt und in einzelnen Gebieten wie *E-Commerce* oder *E-Government* bearbeitet. Für das *Semantic Web* ist es aber dennoch eine besondere Herausforderung, da hier nicht auf die Intuition und das Vorwissen von Menschen zugegriffen werden kann. Denn der Mensch ist in diesem Fall nur der Endnutzer, der sich auf eine Reihe von Anbietern, Agenten, Services und Informationen verlassen muss. Dabei müssen sich zuerst

¹ *National Security Agency*: <https://www.nsa.gov/>

² *Sony Europe Limited*: <http://www.sony.de/>

einmal die Anbieter und Agenten gegenseitig vertrauen können. Dies führt zu weiteren Problemen, die der Vertrauensfrage in neue Dimensionen verhelfen, wie sie in der Informationstechnik erst ansatzweise bearbeitet wurde. Das Vertrauen ist in der *Semantic Web Pyramide* des W3C³ an oberster Stelle zu finden. Das hat dazu geführt, dass sich erst wenige Autoren diesem Thema angenommen und in unterschiedlichste Richtungen geforscht haben. Dies hat wiederum zur Folge, dass Vertrauen im *Semantic Web* ein lückenhaftes und zum Teil verzerrtes Bild ergibt [Kuh08]. Dennoch behandelt es das W3C als einen der Kernpunkte des *Semantic Webs*, da es wie in der Abbildung 1.1 in der Pyramide des W3C mit aufgeführt wurde.

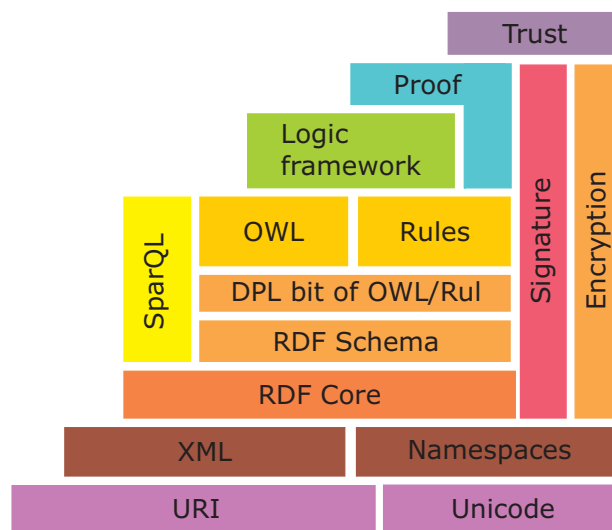


Abbildung 1.1: Die *Semantic Web Pyramide* aus [Hor05]

In der Informationstechnik gibt es noch viel Forschungsbedarf in Sachen Vertrauen. Das Vertrauen im Kontext der Medizin zu betrachten ist dabei besonders lohnenswert, weil es hier starke Verbesserungen in der medizinischen Versorgung geben könnte. Diese Verbesserungen können aber nur greifen, wenn die entsprechenden Systeme einerseits ehrlich vertrauenswürdig sind und dieses Vertrauen auch auf die Anwender übertragen können. Ein Ziel bei der Modellierung von medizinischen *Semantic Web* Anwendungen sollte es sein, Ärzten eine bedenkenlose Arbeit mit diesen Anwendungen zu ermöglichen. Dies gelingt allerdings nur, wenn eine solide Vertrauensbasis geschaffen wurde.

1.1 Gründe für das *Semantic Web*

Trotz der ungeklärten Vertrauensbasis gibt es heutzutage zahlreiche Ontologien medizinischen Inhalts. Sogar das W3C hat sich in der *Semantic Web* Forschungsgruppe HCLS⁴ des Themas Gesundheit angenommen. Besonders wichtig sind Ontologien, da sie für personalisierte Medizin eine geeignete Wissensbasis schaffen können. Denn die für personalisierte Medizin benötigten Daten sind komplex

³ World Wide Web Consortium: <http://www.w3.org/>

⁴ Semantic Web Health Care and Life Sciences Interest Group: <http://www.w3.org/blog/hcls/>

und mit vielen Abhängigkeiten verbunden. Somit sind die Daten für eine Speicherung in Ontologien prädestiniert. Um personalisierte Medizin realisieren zu können, wird ein System benötigt welches akkurate Informationen zeitnah über potentiell komplexe Beziehungen zwischen dem individuellen Patienten, Medikamenten und angepeilten Therapiezielen liefert [Luc11]. Diese effiziente Aggregation relevanter Informationen verbessert das Verständnis von Krankheiten, wodurch wiederum die Forschung und letztendlich ebenfalls der Patient profitiert. Aus den eben genannten Gründen gibt es schon einige Ontologien medizinischen Inhalts. Diese werden allerdings erst im Abschnitt 4.2 zum Entwurf einer möglichen Architektur genauer betrachtet. Zudem gibt es noch keine bekannten *Semantic Web* Anwendungen, welche auf diesen Daten arbeiten.

Das W3C unterscheidet in seiner Forschungsgruppe drei unterschiedliche Motivatoren: *Life/Biological Science*⁵, *Health Care*⁶ und *Translational Medicine*⁷. In der *Biological Science* geht es darum die Forschung möglichst schnell in einem einheitlichen Format zur Verfügung zu stellen und zu vernetzen, da die Medizin einem rapiden Wandel unterliegt. Beim Thema *Health Care* geht es um die Verbesserung elektronischer Patientenakten und einer computergestützten klinischen Entscheidungshilfe, welche Biologie, Chemie, Umwelt, Gene und vorhandenes medizinisches Wissen mit einbezieht. Ein Beispiel einer solchen klinischen Entscheidungshilfe, welche zwar nicht auf dem *Semantic Web* beruht, aber dennoch in aller Munde ist, ist der von der IBM entwickelte Supercomputer Watson. Dieser erstellt mögliche Diagnosen mit Hilfe einer künstlichen Intelligenz die auf großen Datenmengen arbeitet [Pup14].

Zusätzlich ist die semantische Interoperabilität zwischen Organisationen und deren rechtlichen Grenzen ein Forschungsthema. In der Domäne der *Translational Medicine* geht es um eine bessere Vernetzung vom Labor bis zum Patienten⁸, damit klinische Studien den Patienten schneller von Nutzen sein können. Im Allgemeinen beschäftigt sich translationale Medizin mit der Frage, „inwieweit Ergebnisse der Grundlagenforschung, namentlich Anatomie, Physiologie und Neurophysiologie, aber auch Biochemie, experimentelle Pharmakologie und Biomechanik, auf die klinische Anwendung am Menschen übertragbar sind“ [Loc12, Seite 1]. Eine Integration in computergestützte Entscheidungshilfen wird in diesem Forschungsbereich mit berücksichtigt. Dies hilft ebenfalls der personalisierten Medizin, welche auf der translationalen Medizin aufbaut und die medizinische Versorgung deutlich verbessern soll.

1.2 Personalisierte Medizin

Personalisierte Medizin ist ein Bereich der Medizin welcher sich unter anderem mit den individuellen Bedürfnissen eines Patienten befasst. Denn Medikamente wirken auf jede Person verschieden. Um also die bestmögliche Behandlung zu bieten tritt das Individuum immer mehr in den Fokus der Forschung. Dadurch hat die personalisierte Medizin in den vergangenen Jahren immer mehr an Aufmerksamkeit

⁵ <http://www.w3.org/2011/09/HCLSIGCharter#lisci>

⁶ <http://www.w3.org/2011/09/HCLSIGCharter#hcare>

⁷ <http://www.w3.org/2011/09/HCLSIGCharter#translat>

⁸ Im Englischen wird hier gerne der Begriff „bench to bedside“ verwendet

gewonnen und ist ein großer Hoffnungsträger der Forschung, Patienten, Medizinern und ebenso der Politik [Sch13]. Der Begriff der personalisierten Medizin ist dabei nicht klar abgegrenzt. Den unterschiedlichen Ansätzen ist aber gemeinsam, dass auf „Grundlage von Biomarkern, zum Beispiel genetischer Merkmale, Subgruppen von Patienten identifiziert werden und Maßnahmen der Prävention, Diagnostik oder Therapie zielgerichteter durchgeführt werden sollen“ [Sch13, Seite 169].

Im Aktionsplan *Individualisierte Medizin* der Bundesregierung wird die personalisierte Medizin wie folgt umschrieben: „Entstehung, Ausprägung und Verlauf einer Krankheit sind von vielen individuellen Faktoren abhängig, wie der genetischen Veranlagung, dem Lebensstil, dem Geschlecht und dem Alter. Die moderne Molekularbiologie ermöglicht es, eine Vielzahl von Daten zu genetischen Grundlagen und biologischen Prozessen im Körper eines einzelnen Menschen zu identifizieren. Die individualisierte Medizin nutzt diese Informationen, um Krankheiten frühzeitiger zu erkennen, wirksamer vorzubeugen und zu therapieren. Sie eröffnet damit eine neue Dimension in der Diagnose und Behandlung von Krankheiten.“ [Bun13, Seite 3]. Die Begriffe individualisierte und personalisierte Medizin sind generell gleichwertig zu behandeln. Dieser Aktionsplan der Regierung zeigt in jedem Fall wie wichtig die personalisierte Medizin für die zukünftige Gesundheitsversorgung gewertet wird.

Personalisierte Medizin wird erst dadurch möglich, dass Krankheiten zunehmend nach ihrer molekularen Ursache differenziert werden. Durch diese Differenzierung auf molekularer Ebene in spezifische Biomarker, können Krankheiten besser unterteilt und behandelt werden. Durch diese spezifischen Biomarker können zielgenauere und individualisierte Anpassungen von Medikamenten ermöglicht werden, was zu einer Reduzierung von unerwünschten Nebenwirkungen auf ein Minimum führt [Rin11]. Vorreiter in diesem Gebiet ist die Krebsforschung. Hier können beispielsweise die nur rund 25% der Brustkrebserkrankten genau ausgewählt werden, für welche das Medikament Herceptin sinnvoll ist. So verbessert sich die Behandlung von Krebspatienten stetig, da bei einigen Medikamenten schon vorher bestimmt werden kann, ob diese überhaupt bei einem Patienten Wirkung zeigen.

Nach [Imh11] dokumentieren zahlreiche pharmalogische Studien, dass fast 50% der Medikamente, die heutzutage verschrieben werden, nicht die gewünschte Wirkung erzielen und mitunter zu starken Nebenwirkungen führen. So sterben allein in Deutschland wegen unerwünschter Arzneimittelwirkungen jährlich circa 17 000 Menschen. Eine personalisierte Arzneimittelauswahl und -dosierung kann dagegen zu einer erhöhten Sicherheit und Wirkung der angewandten Therapien führen.

Allerdings steht eine solche zielgerichtete Behandlung nur einer Minderheit von Patienten zur Verfügung. Dies liegt zum einen daran, dass noch nicht viel über die Wechselwirkung einzelner Faktoren, wie verschiedene genetische Merkmale und umweltbedingte Faktoren bekannt ist. Denn die derzeit betrachteten genetischen Varianten haben im Einzelnen kaum eine Bedeutung für den Verlauf und die Manifestation einer Krankheit [Sch13]. Zum anderen fehlt es an qualitativ hochwertigen Testverfahren um diese Wechselwirkungen zu erforschen. Zwar gibt es eine Menge an Hochdurchsatztechniken, welche große Datenmengen analysieren und mögliche Zusammenhänge erkennen. Doch fehlt es hier an Expertise und den nötigen finanziellen Mitteln um diese Daten hinsichtlich ihrer Relevanz zu interpretieren [Sch13].

1.3 Vorgehen

Um einen möglichst breiten Einblick auf das Konzept des Vertrauens zu erlangen, wird es zunächst losgelöst von der medizinischen *Semantic Web* Anwendung in unterschiedlichen Disziplinen betrachtet. Dabei findet Beachtung in wie weit das Vertrauen in den verschiedenen Wissenschaften Einzug gehalten hat und wie es sich für diese Wissenschaften definiert. Anschließend wird ein Resümee gezogen, welche Gemeinsamkeiten es in den Vertrauensdefinitionen gibt und in welcher Form Vertrauen in das *Semantic Web* übertragen werden kann.

Danach werden medizinische *Semantic Web* Anwendungen als sozio-technisches System betrachtet. Dazu wird zuerst das soziale System des deutschen Gesundheitswesens untersucht. Hierfür werden die beteiligten Interessengruppen und ihre Interaktionsmöglichkeit, sowie Rollen in diesem sozialen Kontext des deutschen Gesundheitswesens betrachtet. Nach einer engeren Auswahl bestimmter Interessengruppen wird der Nutzungskontext und die Interessen der selbigen analysiert. Diese Arbeit hält sich dabei an das von [Sch12] vorgegebene Modell, welches in Abschnitt 2.3.2 genauer vorgestellt wird. Deshalb werden die Interessen der Akteure noch einmal separat betrachtet. Mit der Anwendung des Modells von [Sch12] auf die hier bearbeitete Fragestellung lassen sich folgende Analysepunkte als essenzielle Schritte bei der Betrachtung des deutschen Gesundheitswesens ableiten:

1. Wer gehört zur Gruppe, welches gemeinsame Interesse verfolgen sie?
2. Wie lauten die Gruppennormen?
3. Aus welchem Kontext kommen die Individuen und was sind ihre Aufgaben?
4. Wo liegen die Interessen einzelner Individuen?
5. Weichen die Interessen einzelner vom den Gruppennormen ab?
6. Wie können verhältnismäßige Sanktionen für Abweichung von der Norm aussehen?
7. Wie können Anreize und Druckmechanismen aussehen, welche das Verfolgen des Gruppeninteresses lukrativer machen als das Verfolgen eigener Interessen?
8. Wie äußern sich die Interessen der Individuen im Hinblick auf eine medizinische *Semantic Web* Anwendung?

Anschließend an die Betrachtung des sozialen Kontextes wird dieser in Bezug zu einem technischen System gebracht. Schließlich soll das soziale System durch ein technisches System erweitert werden, sodass ein sozio-technisches System entsteht. Hier werden die Interaktionen mit diesem technischen System betrachtet und wie dieses technische System das soziale Gefüge beeinflussen könnte.

Nach der eingehenden Untersuchung unterschiedlicher Aspekte des Vertrauens und des sozio-technischen Systems, werden aus den daraus gewonnenen Erkenntnissen Normen für Architekturen zur Schaffung von Vertrauen abgeleitet. Anschließend werden schon vorhandene Ontologien medizinischen Inhalts vorgestellt, da *Semantic Web* Anwendungen auf Ontologien basieren. Danach werden mögliche Architekturen vorgestellt, welche diese oder ähnliche Ontologien um eine Basis des Vertrauens erweitern

könnten. Mit dieser neuen Basis könnten dann wiederum Anwendungen geschaffen werden, welchen ein größeres Vertrauen entgegen gebracht wird. Zuletzt wird noch ein Fazit gezogen und das weitere Vorgehen in einem Ausblick formuliert.

2 Vertrauen im Hinblick auf medizinische *Semantic Web* Anwendungen

Vertrauen ist eines der wichtigsten Konzepte auf denen unsere Handlungs-, Beziehungs- und Gesellschaftsfähigkeit beruhen [Klu08]. Dementsprechend wird das Vertrauen und dahinterliegende Konzepte in den unterschiedlichsten Bereichen und praktisch allen sozialwissenschaftlichen Disziplinen diskutiert. In der heutigen Informationsgesellschaft verschwindet Vertrauen dagegen häufig hinter Maßnahmen zur IT-Sicherheit, ohne das Vertrauen an sich betrachtet zu haben. Jedoch wird das Vertrauensproblem dadurch nur auf eine andere Instanz verlagert und höchstens teilweise gelöst.

Auf dieser höheren Instanz muss nun nicht nur der zugrunde liegenden Information, sondern allen Instanzen die für deren Verarbeitung und Schutz nötig sind, vertraut werden. Nutzer sollen also beispielsweise nicht dem Internet vertrauen, dessen Technik sie nicht kennen, aber den Sicherheitsmechanismen, obwohl ihnen die Technik ebenso wenig vertraut ist [Kub08]. So gibt es auch keine hinreichend verständlichen oder zugänglichen Informationen über Schutzmaßnahmen trotz unserer Informations- und Wissensgesellschaft. Desgleichen bemerkte [Ren08] dies und bemängelt, dass Personen ihr Wissen heutzutage überwiegend aus zweiter und dritter Hand beziehen. „Die Menschen müssen immer mehr glauben, und der Bedarf an Vertrauen steigt mit zunehmender Differenzierung und Komplexität“ [Ren08, Seite 113].

Natürlich sind im Allgemeinen Maßnahmen zur IT-Sicherheit sinnvoll und notwendig. Dies trifft umso mehr zu, je größer die Gruppe wird. Bei kleinen Gruppen bedarf es noch keinen Sicherheitsmaßnahmen, weil die Sicherheit hier noch über den Ruf und den moralischen Druck der Mitglieder geregelt werden kann [Sch12]. Doch werden Sicherheitsmechanismen häufig eingesetzt ohne den Grund hinter diesen Maßnahmen zu erfragen. So laufen sie Gefahr immer nur bestimmte Techniken zu blockieren, ohne zu hinterfragen weshalb dieser Vertrauensbruch begangen worden ist. Dies kann zu einem kontinuierlichen Verzug in den Sicherheitsmaßnahmen führen, da sich Angreifer viel schneller und dynamischer umorganisieren und neue Techniken adaptieren können als Organisationen [Sch12].

Dennoch sollte ebenso nicht vergessen werden, dass es Vertrauen auch ohne Sicherheit geben kann. So können Personen einem technischen System vertrauen für das keine Sicherheitsmaßnahmen implementiert wurden. Selbst der Fall sollte vermieden werden, dass einem unsicheren System vertraut wird, dagegen aber einem gesicherten System weniger Vertrauen entgegen gebracht wird. Letztendlich kann weder Vertrauen durch Sicherheitsmaßnahmen, noch Sicherheitsmaßnahmen durch Vertrauen ersetzt werden. Sogar wenn diese Begriffe unterschiedliche Konzepte beschreiben, kommt die Autorin nicht umhin eine gewisse Valenz zu bemerken.

Deshalb soll das Thema Vertrauen zuerst losgelöst vom informationstechnischen Hintergrund betrachtet werden. Um in dieses Thema einzusteigen werden zuerst die wichtigsten Erkenntnisse über Vertrauen in einigen wissenschaftlichen Disziplinen vorgestellt. Danach folgt eine Betrachtung in welcher Form das Vertrauen schon in der Informationstechnik behandelt wurde. Dabei wird das *Semantic Web* im Hinblick auf medizinische *Semantic Web* Anwendungen gesondert betrachtet. Anschließend folgen allgemeine Vertrauensmodelle, welche den Prozess des Vertrauens auf einer Metaebene zu beschreiben versuchen. Zuletzt wird ein Resümee gezogen in wie weit sich die Vertrauensmodelle unterscheiden, wo Gemeinsamkeiten liegen und inwiefern diese Modelle auf Architekturen für ein gesteigertes Vertrauen in medizinischen *Semantic Web* Anwendungen anwendbar sind.

2.1 Vertrauen in unterschiedlichen Disziplinen

Je nach Wissenschaft wird die Frage des Vertrauens auf verschiedenartige Weise diskutiert, wodurch das Verständnis des Vertrauens je nach Disziplin variiert. Hier soll deshalb ein grober Überblick über die Sichtweise der Disziplinen gegeben werden um nach möglichen Gemeinsamkeiten zu suchen, die von Nutzen sein könnten.

2.1.1 Vertrauen in der Entwicklungspsychologie

Entwicklungspsychologen interessieren sich für das Urvertrauen, welches Menschen in der Kindheit entwickeln. Dieses stützt später die Identität und Geborgenheit innerhalb der Welt. So erwirbt nach [Eri99, Seite 241 ff.] ein Säugling im Laufe des ersten Lebensjahrs ein Grundgefühl dafür, welchen Situationen und welchen Menschen er vertrauen kann. Dieses Grundgefühl bestimmt dann im weiteren Verlauf des Lebens ob der Mensch seiner Umwelt mit Pessimismus oder Optimismus, Selbstvertrauen und Zuversicht begegnet. Dabei muss das Kind im Konflikt zwischen seinem Urvertrauen und seinem Urmisstrauen eine Balance finden. Wobei sich das Urvertrauen positiv auf die Grundeinstellung zu sich selbst und anderen Menschen, sowie der Welt auswirkt. Während das Urmisstrauen einerseits hilft mit Frustration umzugehen aber andererseits das eigene Ich zu entwickeln, sich abgrenzen zu können und eigenständig zu werden.

Ein gestörtes Urvertrauen kann durch unterschiedliche Gründe zustande kommen. Zum einen durch das Gefühl nicht angenommen zu sein, durch den Mangel positiver Bindungssignale oder Sensitivität der Pflegeperson. Zum anderen durch die vernachlässigte Befriedigung elementarer Bedürfnisse oder sozialer Interaktion. Aber ebenfalls ein ständiger Wechsel der Pflegeperson kann ausschlaggebend sein. Um das Urvertrauen wachsen zu lassen, ist dagegen eine wiederkehrende Regelmäßigkeit im Alltag, psychische Stabilität der Pflegeperson, sowie generell Zeit und Interaktion mit dem Kind wichtig.

Auch wenn diese Theorie schon 1959 von Erikson entwickelt wurde, stimmen Entwicklungspsychologen noch heute damit überein [Lan08]. John Bowlby verwendet für seine Theorie zur frühen Bindung

von Säuglingen das gleiche Konzept, Eriksons Urvertrauen wird dabei zur sicheren Bindung [Lan08].

2.1.2 Vertrauen in der Soziologie

Für Soziologen gilt Vertrauen als die Grundvoraussetzung die menschliches Zusammenleben überhaupt erst ermöglicht. Denn nur mit dem Vertrauen, dass andere Menschen einem grundsätzlich wohlwollend gegenüberstehen, ist es dem Individuum überhaupt erst möglich sich weitestgehend angstfrei in der Gesellschaft zu bewegen. Ohne diese Voraussetzung könnte der Mensch „morgens sein Bett nicht verlassen. Unbestimmte Angst, lähmendes Entsetzen befielen ihn“ [Luh00, Seite 1]. So betrachten Soziologen Vertrauen meist als Zuversicht der Menschen und analysieren die Auswirkungen auf die Gesellschaft und ihre Verlässlichkeit in gesellschaftlichen Strukturen und Institutionen.

Häufig wird wie in der Entwicklungspsychologie von einem früh erlangten generellen Vertrauen gegenüber den Menschen ausgegangen. Aber ebenfalls Hobbes Modell des Naturzustands kommt hier zum Tragen. Der Menschen ein Misstrauen gegenüber allen anderen Menschen attestierte, welches nur über Verträge und eine dadurch entstehende Sanktionsmacht abgesichert und überwunden werden kann. Erst beim Vertragsschluss sind nach Hobbes Menschen in der Lage sich Vertrauen entgegen zu bringen [Har01]. Eben diese Verträge und gesellschaftlichen Normen werden in der Soziologie auf ihre Vertrauensbasis hin untersucht.

2.1.3 Vertrauen in der Philosophie

Philosophen interessiert besonders der moralische Aspekt des Vertrauens. Denn Vertrauen zu missbrauchen gilt als moralisch verwerflich. Sie betrachten Vertrauen als Ergebnis einer für Vertrauensgeber wie Vertrauensnehmer verbindlichen Moral [Mö07]. Dennoch wird nur das Resultat aber kaum das Vertrauen an sich thematisiert. [Har01] begründet dies mit dem einseitigen Modell Hobbes, in welchem Vertrauen nur durch Verträge zustande kommen könnte, wodurch weitere Aspekte wie das persönliche oder intime Vertrauen vernachlässigt werden. Obwohl sich die Philosophie erstaunlich wenig mit dem Vertrauen an sich auseinandergesetzt hat, taucht es doch immer wieder auf. So wird schon bei Platos *Phaidon* das Vertrauen in die Sprache und das Wort diskutiert. Dennoch ankert ein Großteil der Philosophie in das Vertrauen in die Vernunft, ohne das je ein Versuch unternommen wurde das Vertrauen übergreifend zu definieren.

2.1.4 Vertrauen in der Ökonomie

Ökonomen behandeln Vertrauen als eine Verhaltensentscheidung für oder gegen eine kooperative Interaktion. Kooperation in sozialen Interaktionssituationen ist aus der *Rational Choice-Perspective* nicht Ergebnis kulturell vermittelter und internalisierter Verhaltensstandards, sondern Ergebnis eines rationalen Entscheidungskalküls, in dessen Rahmen Vertrauen eine wesentliche Rolle spielen kann

[Fri10]. Dabei geht es bei dieser Definition nicht um eine langfristig gebildete, stabile persönliche Charaktereigenschaft. Dieses Vertrauen wird situationsbedingt auf Basis rationaler Abwägungsprozesse in Relation zu konkreten Entscheidungsmöglichkeiten gebildet.

Dieses Vertrauen kann durch den Spieltheoretischen-Ansatz und durch die Wert-Erwartungs-Theorie vermittelt werden. In der Spieltheorie wird Vertrauen als einseitiges kooperatives Verhalten in sequenziellen Spielsituationen behandelt. Während es im Rahmen der Wert-Erwartungstheorie als eine in „konkreten Entscheidungssituationen abhängig von situativen Opportunitäten gebildete kognitive Erwartung konzeptualisiert“ [Fri10, Seite 18]. Die Wert-Erwartungstheorie ist dabei stärker empirisch ausgerichtet als der Spieltheoretische-Ansatz, vereint aber gewisse Züge des Homo Oeconomicus¹. Denn auch hier ist die Entscheidung des Vertrauens rational kalkuliert, basierend auf den gegebenen Umständen und der Wahrscheinlichkeit des Interaktionspartners sich kooperativ zu verhalten. Diese Erwartung bestimmt zusammen mit dem Nutzen einer Kooperation ob Menschen sich gegenseitig vertrauen und so kooperativ handeln [Fri10].

2.1.5 Vertrauen zwischen Arzt und Patient

Die Beziehung zwischen Arzt und Patient wird in dieser Form gerne als funktional differenziert dargestellt. Der Arzt spricht in seiner Funktion als Mediziner über die Krankheit und die Behandlung des Patienten. Dieser ist als Informationssuchender der Empfänger und richtet sich dementsprechend nach den Informationen welche der Arzt ihm mitteilt. Dieses Bild ist auch heute noch fest in den Köpfen verankert, doch kann so laut [But13] nur schwer Vertrauen entstehen.

Der Grund für das dennoch große Vertrauen des Patienten dem Arzt gegenüber liegt nach [But13] darin, dass diese funktional differenzierte Kommunikation nur selten zum Einsatz kommt. Vielmehr liegt der Kommunikation eine diffuse Form zugrunde. Dies ist eine einfache Kommunikation ohne sich vordergründig der unterschiedlichen Rollen zu bedienen und sich in Abhängigkeit dieser zu begeben. Erst wenn sich der Arzt und der Patient in einem Gespräch ebenbürtig gegenüber stehen, kann es zu Vertrauen kommen, sogar wenn das Wissen des Patienten über seine Krankheit deutlich limitierter ist als die des Arztes.

Zudem wird es dem Patienten immer wichtiger als Person ernst genommen zu werden. Er möchte nicht das Gefühl haben, dass Gesundheitsfragen die ihn betreffen über seinen Kopf hinweg entschieden werden. Dieser Anspruch an Autonomie wird Patienten immer wichtiger. Eine Tatsache, die der diffusen Kommunikation entgegen kommt. Diese Kommunikation muss nicht erzwungen werden, sie entsteht nach [Ans11] durch unser Mensch sein. Es muss einer solchen Kommunikation in einer Organisation, wie einem Krankenhaus, nur Raum und Zeit gegeben werden, da sie sich durch personale Begegnungen ereignet und nicht durch Richtlinien oder gar Gesetze festgelegt werden kann.

¹ Der Homo Oeconomicus ist das bis in die 1960er Jahre angesehenste Modell des Kaufentscheidungsprozesses. Nach diesem Modell basieren Kaufentscheidungen auf rein rationalen Faktoren und dienen alleinig der Nutzenmaximierung [Rum07].

Ebenso ist [Hö05] der Meinung, dass das Vertrauen zu einem Arzt die Nahrung des Gesprächs benötigt. Allerdings bemängelt [Hö05] jedoch, dass Technik eine widersprüchliche Wirkung auf Patienten zeigt. Der Arzt ist nicht mehr auf die Schilderungen der Patienten angewiesen, weil er durch seine Technik objektivere Ergebnisse erzielen kann. Das verkürzt die Gesprächsdauer allerdings enorm, was Patienten wiederum als einen bedrohlichen Verlust empfinden [Hö05]. Die den Patienten immer wichtiger werdende Autonomie sieht [Hö05] als Ausdruck dieser Bedrohung an. Der Patient will dadurch seine Unruhe gegenüber der Diagnosemacht des Arztes tarnen. Ein gemeinsamer Dialog ist so auch für [Hö05] essenziell. „Für Vertrauen bleibt wenig Boden, wenn niemand die Gelassenheit aufbringen kann, sich Patienten zuzuwenden.“ [Hö05, Seite 203].

2.2 Vertrauen in der Informatik

Vertrauen in die Informationstechnik ist im besonderen Maße kritisch. „Unsere Fähigkeit Vertrauenssignale zu lesen wird immer mehr von der Technologie überholt“ [Sch12, Seite 172]. In vielen sozio-technischen Systemen tritt die Technik in den Hintergrund. Wir konzentrieren uns auf die sozialen Aspekte, technologische Aspekte werden ignoriert. Dabei verändert die Technik unsere gesellschaftliche Interaktion, doch tendiert der Mensch dazu dies völlig auszublenden [Sch12].

Es ist unmöglich „alle für die Beurteilung der Zuverlässigkeit relevanten Informationen zu finden, ihre Qualität zu beurteilen und vergleichend zu bewerten“ [Kub08, Seite 22]. Diese Unmöglichkeit alle Daten zu erfassen ist auch nach [Mö07] der Grund weshalb wir vertrauen müssen. Er stellt ebenso die Frage, ab wann wir aufhören können nach guten Gründen für Vertrauen zu suchen und wie mit einer solchen Ungewissheit umgegangen werden soll.

Nach [Kuh08] vertrauen wir oft als Ersatzhandlung und tun so als hätten wir objektive und informationell abgesicherte Gründe für unser Handeln. Doch je größer die Informationsflut wird, desto problematischer wird laut [Cap08] die Sinnfindung und die darauf folgende Reduktion von Angst. Oder wie [Kuh08] es ausdrückt: „Vertrauen gibt Sicherheit beim Umgang in systematisch unsicheren Situationen, ohne dass ausreichende Gründe für diese Sicherheit angegeben werden können.“ [Kuh08, Seite 41]. Im Umkehrschluss bedeutet das, dass wir kein Vertrauen brauchen wenn wir eine Situation als sicher erachten. In elektronischen Räumen ist dies recht einfach. Wenn keine personenbezogenen Daten angegeben werden müssen, oder andere individuell als kritisch eingestufte Daten, gibt es ebenfalls keinen Grund sich unsicher zu fühlen oder diesem Raum zu misstrauen, da es nichts zu verlieren gibt. Dies kann für einen normalen Verbraucher allerdings trügerisch sein, weil dieser im Normalfall kein Bewusstsein dafür hat, an welchen Stellen in elektronischen Räumen Daten anfallen können.

2.2.1 Vertrauen in elektronischen Räumen

Informationsmechanismen werden Leistungen zugetraut, die mit menschlicher Intelligenz vergleichbar sind und ihnen in gleicher Weise vertraut. Informationsmaschinen werden nicht als Werkzeug sondern als soziale Partner gewertet [Kuh08]. Unsicherheit über das System wird durch Vertrauen in assoziierte Personen kompensiert. Diese Personen fungieren aber häufig nur als Pseudo-Experten. Dies zeigt, dass wir Systemen schon mit einem Vertrauensvorschuss begegnen, der sich aber bei falscher Handhabung sehr schnell verbrauchen kann. So wird ebenso Systemen vertraut mit welchen ein Kunde nie zuvor gearbeitet hat, weil er das Vertrauen zu der Herstellerfirma auf dieses neue System überträgt. Dieses Phänomen wird auch institutionelle Referenz genannt [Kuh08].

Um dieses Vorschussvertrauen weiter ausbauen zu können, schlägt [Kuh08] folgende weitere Bausteine für ein effizientes Vertrauensmanagement vor:

- Da sich Vorschussvertrauen mit der Zeit abbaut, muss immer wieder eine Bestätigung für das gegebene Vertrauen erfolgen.
- Vorsorgendes Vertrauensmanagement ist deutlich effizienter als reparierendes.
- Je komplexer ein System ist, desto wichtiger sind vertrauensbildende Ersatz- und Übertragungsleistungen.
 - Kognitive Übertragungsleistung über Experten.
 - Emotionale Übertragungsleistung über sympathische Personen oder Kunstfiguren.
 - Institutionelle Übertragungsleistung durch zuverlässige Referenzadressen.
 - Siegel und Zertifikate für die versprochenen Leistungen und Sicherheiten.
- Zuverlässige, stabile, ästhetisch ansprechende Systemleistungen die eine emotionale Identifizierung erlauben.
- Offenlegung von Systemwissen als aufbereitetes Fach- und Hintergrundwissen.
- Informationelle Symmetrie muss implementiert werden.

Den letzten Punkt in dieser Aufzählung hat [Kuh08] von [Bri99] übernommen. Dieser schlägt vor, dass Informationen in einer Gesellschaft symmetrisch in einer reziproken Transparenz gehalten werden sollten. Denn laut [Bri99] würde sich niemand mehr für private Daten interessieren, sobald jeder alles von dem Anderen wissen dürfte. Zugleich ist das Alltagsinduktionsprinzip in dieser Aufzählung zu finden. Es besagt, dass einem System weiter vertraut wird, wenn es bis zum derzeitigen Zeitpunkt zuverlässig zugesicherte Leistungen erbracht hat.

Ein weiterer Punkt, welchem [Kuh08] besondere Aufmerksamkeit schenkt ist die institutionelle Übertragungsleistung von Referenzadressen. Er sieht nämlich die informationelle Autonomie eher von Maschinen bedroht, als dass sie einen Gewinn darstellen. Denn diese Maschinen bleiben uns nie einer zeitnahen Antwort schuldig, doch bleiben die Referenzen dabei meist verborgen. Die Frage ob den so gewonnen Informationen Vertrauen entgegengebracht werden kann, stellen sich dennoch viele Nutzer

nicht.

Nach [Cor03] gibt es einen entscheidenden Unterschied zwischen Vertrauen in elektronischen Räumen und dem zwischenmenschlichen Vertrauen. In elektronischen Räumen wird nämlich keinem anderen Menschen, sondern einem System vertraut. So wird beispielsweise im *E-Commerce*, welches speziell behandelt wird, einer Webseite vertraut, der Vertrauende bleibt aber menschlich. [Cor03] unterscheidet zudem weitere drei Kategorien: Die generelle Stärke des Vertrauens einer Person, die Stärke des Vertrauens zu einem bestimmten Objekt oder einer Person, oder die Stärke des Vertrauens in bestimmten Situationen. Vertrauen ist demnach nicht nur über äußere Einflüsse bestimmbar, sondern gleichermaßen personenbezogen.

Vertrauen beschreibt [Cor03] in diesem Kontext als die Einstellung, dass die eigene Verwundbarkeit in einer risikobehafteten Situation in elektronischen Räumen nicht ausgenutzt wird. [Cor03] richtet die Aufmerksamkeit dabei auf Faktoren welche Vertrauen hervorrufen, um messen zu können, wie viel Vertrauen Menschen einer bestimmten Website entgegen bringen. Sie unterscheiden dabei zwischen zwei Faktoren. Zum einen in äußere Faktoren, welche die vorhandenen Einflüsse in einer Vertrauenssituation beschreiben. Der Vertrauensgeber rezipiert diese Faktoren durch Perzeption, wobei unterschiedliche Ausprägungen des Vertrauens entstehen können. Zum anderen in drei perzipierte Faktoren: dem wahrgenommenen Risiko, der Einfachheit der Nutzung, und der Glaubwürdigkeit. Die Glaubwürdigkeit untergliedert [Cor03] wiederum in Ehrlichkeit, Kompetenz, Vorhersehbarkeit und dem Ruf. Durch die Analyse dieser Kategorien können bestimmte Faktoren identifiziert und gesenkt werden, was schließlich zu einem gesteigerten Vertrauen führt.

Einen Punkt, welchen [McK01] bedauern ist, dass Vertrauen auf so verschiedenartige Weise definiert wird. Schon alleine im *E-Commerce* gehen die Meinungen darüber, was Vertrauen bedeutet, weit auseinander. Zudem werden die meisten Vertrauensmodelle in der Informationstechnik für *E-Commerce* ausgelegt, weil dort die überwiegende Anzahl der Gelder fließen. Nach [McK01] gibt es sogar Arbeiten, welche Vertrauen gar nicht mehr definieren sondern einfach nur mit dem Begriff arbeiten. So haben sie versucht, den Prozess des Vertrauens in der Informationstechnik zusammen zu fassen und in einer Typologie abzubilden.

Um diese Typologie zu kreieren, untersuchten [McK01] wie verschiedene Vertrauenskonstrukte in unterschiedlichen Disziplinen zusammen wirken. Dafür unterscheiden sie, wie in Abbildung 2.1 zu sehen, zwischen *Dispositional Trust*, *Institutional Trust* und *Interpersonal Trust*. Diese Konstrukte sind inkongruent zueinander. Das liegt zum einen darin begründet, dass sie die zum Teil stark verschiedenen Sichten unterschiedlicher Disziplinen auf die Welt abbilden. Diese Unterschiede wurden bereits im Abschnitt 2.1 beleuchtet.

Zum anderen zeigen die Definitionen aber verschiedene Teile des Vertrauens, weshalb sie zusammen zu einem Konstrukt gebündelt werden können, wie es in Abbildung 2.1 zu sehen ist. *Dispositional Trust* beschreibt das generelle Vertrauen. *Institutional Trust* ist das Vertrauen in eine bestimmte Situation oder in bestimmte Schemata. Während *Interpersonal Trust* das Vertrauen direkt zu einem Objekt oder einer

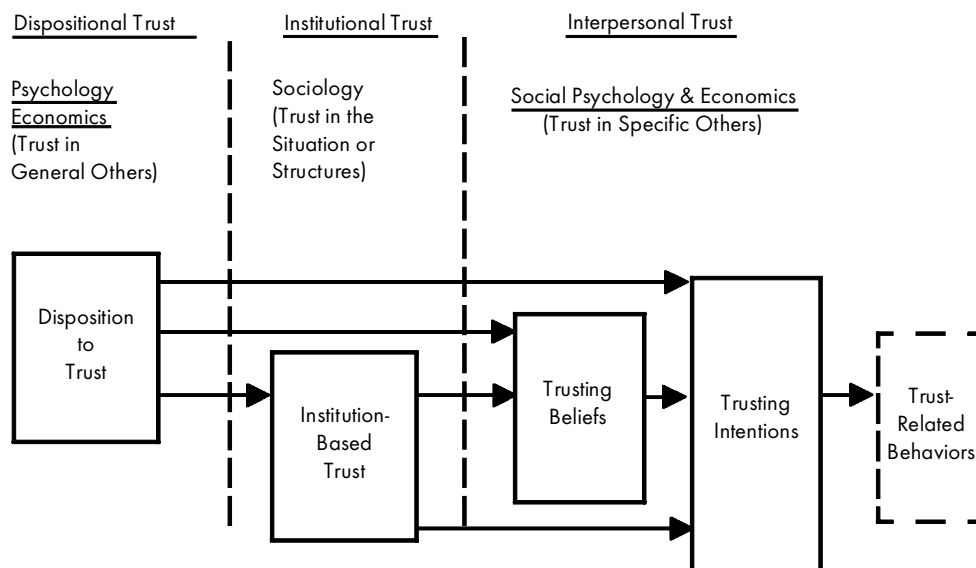


Abbildung 2.1: Interdisziplinäres Modell des Vertrauens aus [McK01]

Person beschreibt. Diese Kategorisierung von [McK01] gleicht bis auf geringe Abweichungen derer von [Cor03]. Unter *Trust related Behaviours* fassen [McK01] Verhaltensweisen zusammen, die darauf schließen lassen, ob eine Person vertraut. Darunter fallen die Kooperation, das Teilen von Informationen, die Risikobereitschaft, das Involvement und die Bereitschaft Vereinbarungen einzugehen.

Dieses abstrakte Modell verfeinern [McK01] im weiteren Verlauf der Arbeit und fügen weitere Informationen hinzu, welche das Modell für die Anwendung auf elektronische Räume erweitert. So wird *Dispositional Trust* noch weiter in den Glauben in die Menschheit, und das Vertrauen zu bestimmten weiteren Subkonstrukten unterteilt. *Institutional Trust* setzt sich aus der strukturellen Sicherheit und der situationsbedingten Normalität des Webs zusammen. *Interpersonal Trust* beinhaltet dagegen die Bereitschaft, sich in Abhängigkeit des Verkäufers im Web zu begeben, basierend auf der Einschätzung wie groß diese Abhängigkeit sein wird.

2.2.2 Vertrauen im *Semantic Web*

Um zu verstehen wie Vertrauen dem *Semantic Web* entgegen gebracht werden kann, sollte nach [Art07] zuerst ein Blick darauf geworfen werden wie wir unser Vertrauen ins *World Wide Web* einbringen. Denn bereits im *World Wide Web* kann jeder mit jedem kommunizieren, jeder kann seine Meinung äußern und Informationen bereit stellen. So kommt es häufig zu widersprüchlichen Informationen über einen Sachverhalt. Schnell wird klar, dass die Mechanismen des Webs in dieser Situation kaum für das *Semantic Web* gelten können, denn Vertrauensentscheidungen werden im *World Wide Web* in erster Linie von Personen getroffen. Diese entscheiden durch Intuition und bereits vorhandenem Wissen, wie dem Ruf und den Erfahrungen, welcher Information sie trauen möchten.

Agenten ist dieses Verhalten aber nicht möglich. Da alle derzeitigen Systeme, um Vertrauen zu fassen, wie *E-Commerce* oder *E-Science*, in der Hand des Menschen sind, ist von einer einfachen Übertragung in das *Semantic Web* abzusehen. Im *Semantic Web* müssen sich Agenten und Services unter anderem gegenseitig vertrauen. Diese können menschliche Vertrauenskonzepte wie Intuition aber nur schwer kopieren. Aber nicht nur Agenten und Services müssen sich vertrauen, gleichwohl muss Vertrauen ebenfalls in Informationen und ihre Richtigkeit gesetzt werden.

Zu guter Letzt muss noch der Nutzer dem zugrundeliegenden System vertrauen. Deshalb unterscheidet [Gao10] das Vertrauen in Daten, Nutzer und Kontexte. Obendrein machen andere Autoren wie [Tah03] ganz ähnliche Unterscheidungen. In Abbildung 2.2 wurden die Nutzer in Mensch und Maschinen unterteilt. Der Kontext ist hier als Situation wieder zu finden und die Daten als ihre ursprüngliche Form der Information. Diese Darstellung soll die unterschiedlichen Konzepte zusammen führen. Dieser grundlegende Vertrauensaufbau ist noch einmal in Abbildung 2.3 verdeutlicht worden.

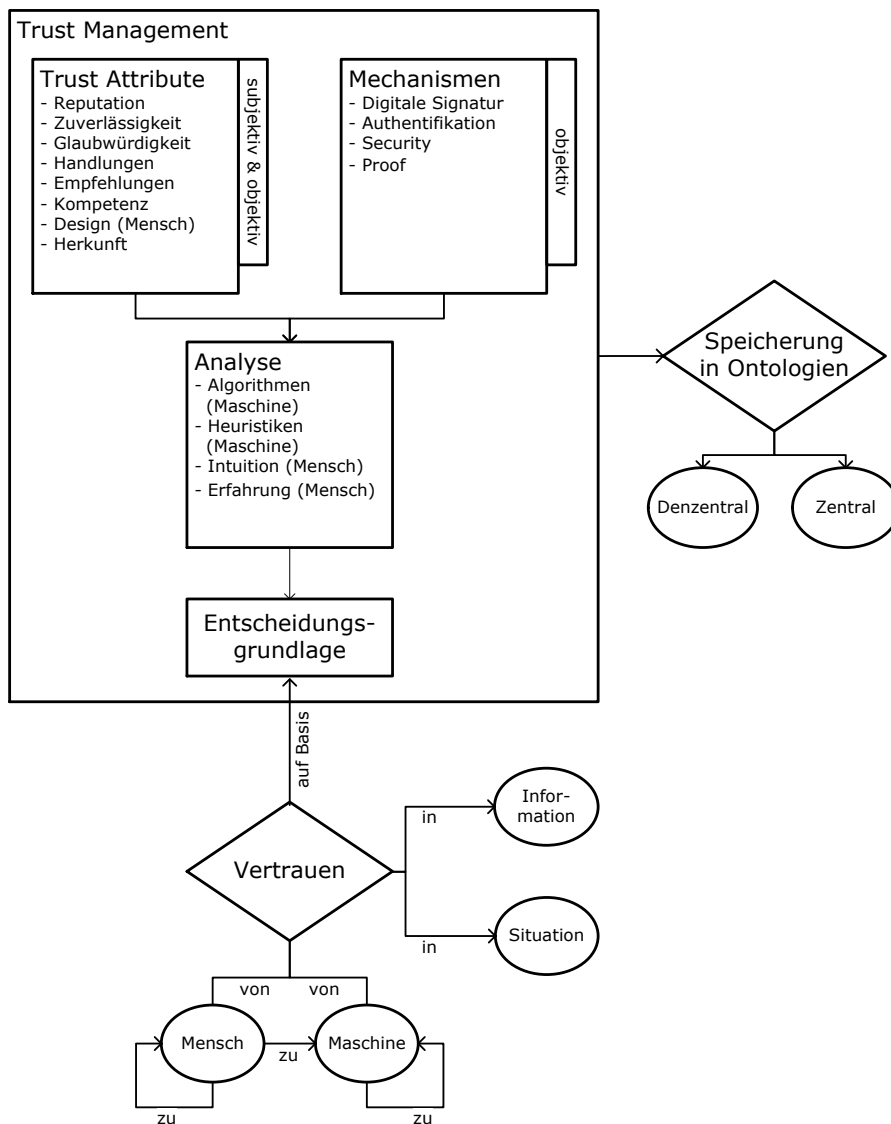


Abbildung 2.2: Allgemeines Schema des Vertrauens im *Semantic Web*

Da das *Semantic Web* eine noch relativ junge Errungenschaft ist, konzentrierte sich das W3C erst darauf die Spezifikation eines Standards der Sprachen zu definieren, diese zu verifizieren und zu testen. Die Frage der Vertrauenswürdigkeit wurde also erst außer Acht gelassen. Obwohl dieser Frage des Vertrauens schon von Anfang an ein sehr hoher Stellenwert zugewiesen und im obersten Layer der *Semantic Web Vision* mit verankert wurde [Kat09].

So kommt es, wie schon von [Kat09] festgestellt, dass die Mechanismen und Attribute für ein vertrauensvolleres *Semantic Web* vielschichtig sind, da jeder durch den freien Spielraum in dieser Frage seinen eigenen Hintergrund eingebracht hat. [Kat09] bemängelt dazu, dass die Arbeiten über das Vertrauen zwar interessant aber nur bruchstückhaft sind. Im Folgenden werden diese Bruchstücke der einzelnen Autoren zusammengefasst und dargestellt, um einen Überblick über den derzeitigen Stand der Forschung zu geben.

Dabei wird allerdings nicht weiter auf die drei verschiedenen Vertrauensebenen nach [Gao10] eingegangen. Denn viele Attribute und Mechanismen sind für alle drei Ebenen anwendbar, zudem machen viele Arbeiten keinen Unterschied zwischen den Vertrauensparteien. In Abbildung 2.2 wurde allerdings der Versuch unternommen, diese Attribute mit den unterschiedlichen Vertrauensparteien und weiteren Mechanismen in Einklang zu bringen und in einem allgemeinen Schema darzustellen.

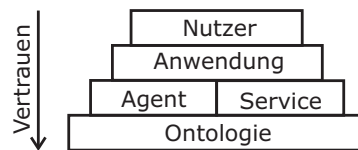


Abbildung 2.3: Der Vertrauensaufbau im *Semantic Web*

Vertrauen über Empfehlungen

Nahezu alle wissenschaftlichen Arbeiten über das Vertrauen im *Semantic Web* führen als ein Kriterium Empfehlungen an. Zum einen geht es um die Empfehlungen Dritter, zum anderen können aber persönliche Erfahrungen zugleich in dieses Kriterium mit einfließen, sowie die Bewertungen von Nutzern, die bereits schon Erfahrungen in diesem Zusammenhang gemacht haben. In [Tah03] werden Empfehlungen in genau diese Gruppen eingeteilt: direkte Erfahrungen, Berichte Dritter und unabhängige zertifizierte Dritte. Empfehlungen Dritter können das Vertrauensproblem aber rekursiv auf eine neue Ebene verlagern, weshalb [Art07] eine Zertifizierung dieser Dritten vorschlägt, welche die Vertrauenswürdigkeit nachweisen soll.

Diese Empfehlungen der Nutzer können wiederum in eigenen *Trust-Ontologien* repräsentiert werden [Art07, Tah03]. In [Zie04, Zha06] wird dagegen von ganzen *Social-Trust-Networks* gesprochen und Konzepte für solche Netzwerke ausgearbeitet. Eine weitere Idee wird in [Kat09] ausgeführt, die sich die Eigenschaft des *Semantic Web* zu Nutze macht, dass es aus Beziehungen zwischen Konzepten besteht. Denn wenn Nutzer in der Lage sind Statements zu generieren, können sie dabei zugleich

Statements über die Vertrauenswürdigkeit dieser Statements machen. Womit ein ganzes Netzwerk aus *Trust-Statements* entstehen kann.

Ein weiterer Aspekt, der in [Kat09] Beachtung findet ist, ob diese *Trust-Statements* zentral oder dezentral gespeichert werden. Bei der zentralen Speicherung kennt nach [Kat09] ein Knoten alle anderen und gibt entsprechend die Empfehlungen für alle anderen Knoten heraus und ist somit alleiniger Verwalter der *Trust-Statements*. Werden diese aber verteilt gespeichert, werden gezielt vertrauenswürdige Knoten, die den Zielknoten kennen, nach ihrer Meinung gefragt. Dieses System wird auch von [Tah03] vorgeschlagen.

Vertrauen über Handlungen und Kompetenz

Vertrauen durch Handlungen entsteht nach [Art07] dadurch, dass vergangene Interaktionen und Leistungen analysiert werden und somit auf zukünftiges Verhalten und Vertraubarkeit geschlossen werden kann. Wenn diese die positiven Erwartungen des Nutzers oder Dienstes in der Vergangenheit nicht enttäuscht haben, steigt das Vertrauen in diesen Agenten. In [Kat09] wird dieses Kriterium als Verlässlichkeit dargestellt und ist in Abbildung 2.2 unter Zuverlässigkeit zu finden.

Darüber hinaus gesteht [Art07] der Kompetenz noch eine gewichtige Rolle zu. Durch das zuverlässige Finden von Informationen beweist ein Agent so seine Kompetenz und dass er vertrauenswürdig ist. In [Kat09] ist ein ähnliches Kriterium zu finden, nur dass es hier als Glaubwürdigkeit dargestellt wird. In beiden Fällen wird aber der Gehalt der Informationen bewertet.

Vertrauen über Herkunft

Einige Arbeiten führen zudem die Herkunft einer Information als wichtigen Punkt des Vertrauens an. Das W3C hat eine eigene Forschungsgruppe dem Thema Herkunft gewidmet und die Möglichkeit die Herkunft von Objekten in Ontologien mit anzugeben standardisiert. [Kat09] schlägt zudem noch eine Historie der Herkunft vor, um das Vertrauen weiter zu steigern. In [Tah03] wird empfohlen den ganzen Weg, den eine Anfrage gegangen ist, als Beweis mit zurück zu schicken, welcher auf seine Glaubwürdigkeit hin überprüft werden kann. Des Weiteren schreibt [Art07], dass Signaturen notwendig sind um überhaupt verifizieren zu können, dass die Information tatsächlich echt ist, also die Herkunft nicht verfälscht wurde. Aber eine Authentifizierung ist nach [Kat09, Tah03] genauso nötig.

Vertrauen über Proofs

Proofs sind in der *Semantic Web Vision* als zweitoberster Layer verankert, wie in Abbildung 1.1 zu sehen ist. Auf Proofs baut das Vertrauen auf, dennoch behandeln es einige Arbeiten selbst als Vertrauen [Art07]. Proofs oder ebenso Policies sind eine Liste von Regeln, welche die Authentifikation und

den Zugriff auf Ressourcen basierend auf einem Set von Anforderungen verifizieren [Art07]. Dabei wird häufig vergessen, dass gleichfalls den Proofs erst einmal Vertrauen geschenkt werden muss. Dennoch können Proofs durch ihre wiederkehrende Regelmäßigkeit Vertrauen schaffen, denn bei schon bekannten Regeln fällt es leichter neuen Services zu vertrauen, die diese Regeln ebenso anwenden [Kat09].

2.3 Allgemeine Vertrauensmodelle

Zuletzt sollen noch zwei allgemeine Vertrauensmodelle betrachtet werden. Diese Modelle analysieren von einem vorgefertigten Kontext losgelöst das Vertrauen und starten den Versuch dieses allgemeingültig zu beschreiben. Von besonderem Interesse ist dabei die Arbeit von [Sch12], weil diese nicht nur ein Modell des Vertrauens bietet, sondern dazu detailreiche Ansätze liefert, wie Vertrauen beeinflusst und somit in gleicher Weise verbessert werden kann. Auf dieses Modell wird in einem höheren Detaillierungsgrad eingegangen, da sich diese Arbeit im weiteren Verlauf darauf stützen wird.

2.3.1 Vertrauensmodell nach Möllering

Vertrauen wird immer auf ein konkretes Problem hin bearbeitet, sodass es an interdisziplinärer Grundlagenforschung mangelt. Vertreter der verschiedenen Disziplinen haben kein gemeinsames Verständnis für Vertrauen, weil sie es aus unterschiedlichen Richtungen beleuchten. Wenn aber davon ausgegangen wird, dass Vertrauen im Kern immer das gleiche soziale Problem betrifft, könnte ein gemeinsamer Bezugsrahmen geschaffen werden. So ist der Kern jeden Verständnisses nach [Mö07], dass Vertrauen aus positiven Erwartungen besteht. Aus dieser Grundlage hat [Mö07] ein allgemeines Modell erstellt, auf welches in diesem Kapitel eingegangen werden soll.

Wenn über Vertrauen diskutiert wird, ist es wichtig zu beachten, dass Vertrauen zumindest theoretisch immer auch enttäuscht werden kann. Positive Erwartungen entstehen dabei trotz der Verwundbarkeit und Ungewissheit gegenüber anderen. Ohne solche positiven Erwartungen würden Gesellschaften, soziale Netzwerke bis hin zur einzelnen Person verkümmern. Diese Verwundbarkeit und Ungewissheit wird überwunden, indem der Vertrauende die Ungewissheit ausblendet und eine positive Fiktion kreiert [Mö07]. Das kann die Ungewissheit allerdings nicht völlig eliminieren, denn Zweifel bleiben erhalten und können wieder zurückkehren, auch die positiven Erwartungen können angepasst oder revidiert werden. Mit dieser Definition rückt das Vertrauen näher an den Glauben heran. Es ist dieser Glaube daran, dass die positiven Erwartungen nicht enttäuscht werden, der den Kern des Vertrauens ausmacht. [Mö07] nennt dies *Aufheben*, wobei er damit beide Bedeutungen des Wortes Aufheben anspricht. Zum einen das Negieren und zum anderen das Bewahren von Ungewissheit [Mö07].

Die Frage wie stark der Glaube sein muss um Vertrauen zu können wird allerdings von drei Aspekten beeinflusst: der Vernunft, Routinen und Erfahrungen. Diese drei wesentlichen Perspektiven werden von

[Mö07] *gute Gründe* genannt und werden von den einzelnen Disziplinen durch die partielle Betrachtung der Vernunft häufig übersehen. Dabei bilden sie die Grundlage der Vertrauensentscheidung auf einer jeweils anderen Basis.

Vernunft

Die Vernunft stellt die begrenzt rationale Entscheidungsfindung des Menschen in den Vordergrund. Ob vertraut wird hängt dabei von verschiedenen Faktoren wie beispielsweise dem Nutzen, dem Interesse und individuellen Präferenzen ab, sowie der Fähigkeit Informationen zu verarbeiten. Die Vertrauenswürdigkeit des Aktionspartners wird dabei ebenfalls mit Kriterien, wie Kompetenz, Wohlwollen und Integrität überprüft. Dieser Grundbaustein des Vertrauens kommt dem einer Wette mit kalkuliertem Risiko gleich, bei welcher auf ein positives Ergebnis gehofft wird. Auf dieser Ebene ist es also für die Akteure wichtig positive Anreizstrukturen zu schaffen, um das Vertrauen zu verbessern.

Routine

Die Routine bezeichnet das Vertrauen welches in vielen Situationen praktisch selbstverständlich und routinemäßig geschenkt wird. Es werden dabei vorher festgelegte Rollen und Regeln verfolgt, ohne sie zu hinterfragen, ebenso wenn dies durchaus möglich wäre. Zudem wird davon ausgegangen, dass selbst andere diesen Regeln und Rollen folgen, wodurch das Vertrauen aufgebaut wird. In alltäglichen Situationen ist es wichtig solche Vertrauensmuster zu etablieren, damit die Frage nach dem Vertrauen nicht ununterbrochen gestellt werden muss. Der Vertrauensaufbau kann so durch regelmäßig wiederkehrende Vertrauensmuster auf dieser Ebene gefördert werden.

Reflexivität

Die Reflexivität bezeichnet den Lernprozess, der zu einem stärkeren Vertrauen führen kann. Wenn wir mit anderen Menschen interagieren, machen wir Erfahrungen und lernen daraus. Dies führt zu einer Vertrauensbeziehung mit bestimmten Interaktionspartnern. Gleichzeitig können diese guten Erfahrungen verallgemeinert werden, die der Vertrauende dann in ihm unvertrauten Situationen nutzen kann. In solchen Situationen kann das Vertrauen vorläufig an schon bekannte Bedingungen aus anderen Situationen geknüpft werden, wodurch das Vertrauen in diese neue Situation leichter fällt.

Aufheben

In der Praxis wirken alle drei Perspektiven zusammen. „Je nach Situation können sie einander ergänzen, kompensieren oder relativieren“ [Mö07, Seite 1]. Je ausgeprägter diese *guten Gründe* vorhanden sind,

umso weniger stark muss unser Glaube in das Vertrauen sein. Sind sie allerdings kaum ausgeprägt, kann dennoch vertraut werden, deshalb ist es so wichtig das *Aufheben* als Kern des Vertrauens nicht außer Acht zu lassen. In Abbildung 2.4 wird dieser Sachverhalt mithilfe von Flüssigkeiten dargestellt. Je mehr der *guten Gründe* schon im Becher vorhanden sind, desto weniger Flüssigkeit des *Aufhebens* muss dazugegeben werden, um die Ungewissheit aufzuheben und zu vertrauen.

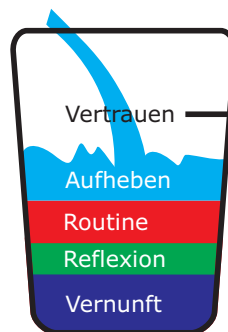


Abbildung 2.4: Grundlegendes Vertrauensmodell nach Möllering

2.3.2 Vertrauen nach Schneier

Das grundlegende Modell von [Sch12] ist in Abbildung 2.5 beschrieben und wird im Folgenden weiter erklärt. Nach diesem Modell besteht die Grundvoraussetzung, dass es Vertrauen immer nur in einer Gruppe geben kann. Diese Gruppe ist aus einem gemeinsamen Interesse entstanden. Dieses Gruppeninteresse konkurriert aber mit eigenen Interessen der einzelnen Personen. Wenn der Vorteil für das eigene Interesse überwiegt, weichen einzelne Personen vom Gruppeninteresse ab und ein Vertrauensbruch entsteht. Deshalb ist es nach [Sch12] essenziell weitere Interessen der einzelnen Personen zu betrachten. Das ist notwendig um entsprechende Anreize zu schaffen, dass das Gruppeninteresse immer über den individuellen Interessen liegt und es nicht von Vorteil ist seinen eigenen Interessen zu folgen. Dazu werden Normen formuliert, was konträre Interessen sind und wie Sanktionen bei Verletzungen dieser Normen zum Tragen kommen. Zusätzlich werden Anreize und Druckmechanismen definiert, um dem Abweichen von den Gruppennormen die Lukrativität zu nehmen.

Interessen

Ein Mensch kann nach unterschiedlichen Interessen handeln. Menschen die das selbe Interesse vertreten, bilden dabei eine Gruppe. Nach [Sch12] setzen sich Gesellschaften aus einer Gruppe interagierender Akteure zusammen, die sich nur um ein gemeinsames Attribut, im Falle dieser Arbeit der Gesundheitsversorgung, zusammen finden. Die Vielfalt der konkurrierenden Interessen teilt [Sch12] wie folgt auf:

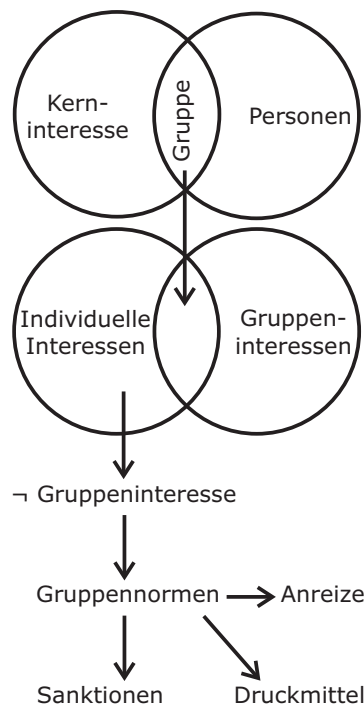


Abbildung 2.5: Das Vorgehen nach [Sch12] bei der Analyse der Gruppe

- Egoistisches Eigeninteresse
- Selbsterhaltungsinteresse
- Ich-Erhaltungsinteresse
- Andere psychische Motive
- Beziehungsinteressen
- Gruppeninteressen einer anderen Gruppe
- Konkurrierende moralische Interessen
- Ignoranz

Personen können nach dem Interesse der Gruppe, einer Teilgruppe oder ihren individuellen Interessen handeln. In vielen Situationen stehen diese Interessen im Konflikt zueinander, je nachdem welche Vorteile überwiegen. Dementsprechend entscheidet sich dann ein Individuum dafür, nicht nach dem Gruppen-, sondern seinem eigenen Interesse zu handeln. Dies ist eine Abweichung vom Gruppeninteresse und schmälert das Vertrauen, ohne welches die Gesellschaft nicht funktionieren kann [Luh00].

Druckmechanismen

Druckmechanismen helfen Vertrauen zu schaffen und gesellschaftliche Kooperation herbeizuführen. Gelungene Druckmechanismen sollen dabei Gruppeninteressen mit Eigeninteressen identisch erscheinen lassen, sodass überhaupt kein Konflikt zwischen diesen Interessen entsteht. Ein häufiges Versagen gesellschaftlicher Druckmechanismen ist ein falsches Verständnis der Motive von Abweichlern. Die Kooperation muss immer als die attraktivste Wahlmöglichkeit erscheinen. [Sch12] unterteilt Druckmechanismen dabei in vier Grundkategorien: Moralischer Druck, Reputationsdruck, institutioneller Druck und in Sicherheitssysteme. Dabei lehnt er sich an die Architektur von [Les98] an und unterteilt dessen

Normen in Moral und Reputation.

Diese Druckmechanismen verändern dabei unterschiedliche Aspekte, die eine Person dazu bewegen sich Gruppenkonform zu verhalten oder abzuweichen. Die Zusammenhänge zwischen diesen Aspekten sind aber so komplex, dass sich nur schwer vorhersagen lässt, welche Aspekte ein Druckmechanismus tatsächlich verändert. Diese fünf Aspekte nach [Sch12] lauten:

- Erschwernis des Abweichens
- Konsequenzen des Abweichens
- Vorteile des Abweichens
- Schaden durch die Abweichung
- Vorteile der Kooperation

Moralischer Druck ist der Druck welcher aus Überzeugungen entsteht. Wenn gegen diesen Druck gehandelt wird, würde man sich schlecht fühlen. Dieser Druck funktioniert also besonders gut in kleineren Gruppen, bei welchen jeder noch einen Überblick über die Mitglieder hat und diese persönlich kennt. Reputationsdruck entsteht dadurch, dass andere Menschen auf unser Handeln reagieren und es bewerten. Da Menschen aber ihren Ruf nicht schädigen wollen, kann so Druck entstehen entsprechend zu handeln. Reputationsdruck funktioniert besonders gut in kleinen bis mittelgroßen Gruppen [Sch12].

Institutioneller Druck entsteht durch Institutionen, welche Regeln und Normen festschreiben, Sanktionen bei Zuwiderhandlung durchsetzen und seltener auch Belohnungen bei konformen Verhalten ausschreiben. Institutioneller Druck funktioniert besonders in größeren Gruppen gut. Denn durch diesen Druck werden Strafen formal und greifbar. Durch Sanktionierung kann bei Abweichungen eine Abschreckung entfaltet werden, aber nur wenn die Gesellschaft tatsächlich die Fähigkeit besitzt diese Gesetzmäßigkeiten durchzusetzen. Sanktionen können dabei in drei Kategorien unterteilt werden: Konfiszierung von Besitz, Bloßstellung und Körperliche Bestrafung. In der heutigen Zeit wird dankenderweise allerdings in vielen Gesellschaften nur noch die Konfiszierung von Besitz als akzeptable Sanktion gewertet. Abgesehen von der Freiheitsberaubung die als körperliche Bestrafung gewertet werden kann [Sch12].

Der letzte in dieser Aufzählung definierte Druckmechanismus sind die Sicherheitssysteme. Dieser Druckmechanismus unterscheidet sich von den anderen Mechanismen insofern, dass er zwar eigenständig behandelt werden muss, aber die anderen drei skalierbar macht. Sicherheitsmechanismen können Kooperation herbei führen, abweichendes Verhalten verhindern, Vertrauen erzeugen und Konformität erzwingen [Sch12]. Sicherheitssysteme senken so das Risiko Abzuweichen, indem sie natürliche Verteidigungsstrategien zum Schutz gegen Abweichungen innerhalb der Gruppe mit Hilfe von Technik skalieren. Sicherheitssysteme helfen auch dann, wenn ein Abweichler gerade nicht erkennt, dass er abweicht. So zeigt eine verschlossene Tür einer Person ohne passenden Schlüssel beispielsweise, dass sie zu diesem Bereich keinen Zutritt hat. Sie können aber nach [Sch12] ebenso das Ausmaß der Abweichung unbeabsichtigt vergrößern.

Durch die verschiedenen Rollen in einer Gruppe sind die Möglichkeiten zur Kooperation und Abweichungsanreize unterschiedlich verteilt. So kann es dazu kommen, dass konkurrierende Normen sich

gegenüber stehen. Nach [Sch12] können Druckmechanismen viel besser angegriffen werden, sobald diese abgesichert werden müssen. Technik verändert die Wirksamkeit von Druckmechanismen. Meistens sind die Angreifer allerdings schneller darin Technik für sich zu nutzen, als diese zur Verteidigung verwendet werden kann. „Manchmal sind die Anreize abzuweichen einfach jedes Risiko Wert. An diesem Punkt ist dann die Sicherheitstechnologie gefragt“ [Sch12, Seite 138].

Dabei muss darauf geachtet werden, dass Druckmechanismen nicht symmetrisch wirken. Nicht jeder Druckmechanismus und jede Sanktion trifft jeden Abweichler gleich. Wenn beispielsweise Geld ins Spiel kommt, verschiebt sich die Entscheidung zur Kooperation von der moralischen auf die finanzielle Ebene. So können Personen, die viel haben noch einfacher abweichen. Ein anderes Beispiel sind regelmäßige Inspektionen. Diese verschiebt die Entscheidung zur Kooperation sogar weg von der moralischen Ebene und ist somit eher kontraproduktiv. Organisationen dagegen haben kaum moralische Interessen, aber Gruppeninteressen die ganz ähnlich wirken können. Organisationen haben zudem ein großes finanzielles Interesse, welches moralische Interessen wieder abschwächt.

Allerdings haben Organisationen ebenfalls das Interesse einen guten Ruf zu erhalten. Dafür ist es aber für sie dank geschickter PR-Arbeit einfacher ihren Ruf zu verbessern, außerdem ist es leichter möglich die Wahrnehmung der Organisation vom eigentlichen Verhalten zu trennen. Sicherheitssysteme können dabei nicht bei Organisationen selbst verwendet werden, sondern nur bei Einzelpersonen der Organisation.

Das Zusammenwirken der Druckmechanismen ist in der Realität sehr komplex und schwer auseinander zu lösen. Aber wenn sie richtig zusammen spielen und Menschen zur Kooperation bewegen, entsteht dadurch mehr Vertrauen zwischen diesen Menschen. Hieraus resultiert eine positive Feedbackschleife, die das Vertrauen immer weiter festigt. Es kann aber ebenso gegenteilig laufen, indem konkurrierende Interessen falsch verstanden werden. [Sch12] hat dies in der folgende Liste in verschiedene Kategorien aufgeteilt:

- Handeln der Abweichler missverstehen.
- Sicherheitsanreize missverstehen (durch einen Anreiz eine falsche Norm etablieren).
- Risiken missverstehen (falsche Risikoabwägung).
- Dilemma Schaffen, welches zum Abweichen ermutigt.
- Anreize zur Abweichung versehentlich steigern.
- Kosten für Kooperation versehentlich zu hoch ansetzen.
- Interaktion verschiedener gesellschaftlicher Dilemmata missverstehen.

Als Beispiel eines falschen Anreizes führt [Sch12] eine Sanktion in den USA auf. Dort sollten Schulen sanktioniert werden, bei welchen die Schüler in einem regionalen Test schlecht abschnitten. Denn so wurde gefolgert, dass die Lehre an diesen Schulen besonders schlecht sein müsste. Aus Angst vor dieser Sanktion begannen die Lehrer also die Tests der Schüler zu frisieren, wenn diese zu schlecht waren, um der Sanktion zu entgehen. Zeit die auch gut in eine verbesserte Lehre hätte fließen können,

ohne Schüler ungerechtfertigter Maßen besser dastehen zu lassen. Einen weiteren falschen Anreiz implementierte ein Software Unternehmen welches ihren Angestellten für jeden behobenen Fehler fünf Dollar bot. Als Konsequenz bauten die Programmierer noch mehr Fehler ein, um an die Prämie zu gelangen. Diese musste allerdings nach sehr kurzer Zeit wieder eingestellt werden.

Regeln für einen Vertrauensvollen Umgang

Da unsere Intuition in der Online Gemeinschaft nicht immer zwingend mit der neuen Realität übereinstimmt, braucht es explizite festgelegte Vertrauensregeln. Unser Umgang mit der Technik ist nach [Sch12] nicht natürlich, da wir in den Jahrtausenden davor nur von einem direkten Umgang miteinander gelernt und gelebt haben. Dieses unnatürliche führt zu großen Fehlerquellen. Deshalb hat [Sch12] Regeln für einen vertrauensvollen Umgang festgelegt, welche er aus der Arbeit von [Ost99] abgeleitet hat. In der folgenden Aufzählung der Regeln für einen vertrauensvollen Umgang wird sowohl auf [Ost99], sowie auf [Sch12] Bezug genommen.

1. Die Akteure der Gruppe, die Gruppe selbst, sowie das Gruppeninteresse müssen klar definiert werden. Alle Akteure müssen das Gruppeninteresse verstehen und wissen wie die Gruppennorm lautet.
2. Die Gruppennorm muss dem entsprechen was die Gruppe wirklich benötigt.
3. Die Gruppe muss die Möglichkeit haben, die Norm zu beeinflussen.
4. Institutionen, an welche Teile der Durchsetzung der Gruppennorm delegiert worden sind, müssen der Gruppe Rechenschaft ablegen, damit diese selbstreguliert bleibt.
5. Die Strafen für Abweichler müssen dem Schweregrad der Abweichung angemessen sein.
6. Das System für die Festlegung der Strafen muss konsistent, fair, effizient und möglichst kostengünstig sein um eventuelle Konflikte schnell lösen zu können.
7. Die Gruppe oder einzelne Akteure müssen die Möglichkeit haben, eigenen institutionellen Druck aufzubauen, ohne von Außenstehenden überstimmt zu werden.
8. Wenn es sich um größere Gruppen und größere Gruppeninteressen handelt, müssen die Gruppen richtig skaliert und in verschiedene Subgruppen strukturiert sein, die jeweils nach denselben Vorgaben agieren.

Des Weiteren hat [Sch12] noch Prinzipien aufgestellt, die es erleichtern sollen, Druckmechanismen und Normen richtig zu definieren und diese dann umzusetzen. Zuallererst muss das gesellschaftliche Dilemma verstanden werden. Es muss nicht nur das Gruppeninteresse gekannt, sondern ebenso analysiert werden, wie gesellschaftliche Dilemmata miteinander in Beziehung stehen und welches Maß an Abweichung beispielsweise toleriert wird. Dann sollten alle vier gesellschaftlichen Druckmechanismen in Erwägung gezogen werden. Erfolgreiche Druckmechanismen greifen auf alle Arten zurück, wenn auch nicht im gleichen Umfang. Wenn alle vier Druckmechanismen betrachtet werden, erhält man einen Überblick darüber, wie Ressourcen am sinnvollsten Verwendung finden können. Zudem

sollte auf den richtigen Maßstab geachtet werden, denn dieser beeinflusst die Effektivität einzelner Druckmechanismen.

Das Mit- und Gemeinschaftsgefühl sollte gefördert werden, um moralischen- und Reputationsdruck zu steigern. Selbst wenn dieser informelle Druckmechanismus immer mehr in den Hintergrund gerät, ist er doch für den Großteil der Kooperation in unserer Gesellschaft verantwortlich. Zudem sollte Transparenz verlangt werden, da sich der Reputationsdruck so maximal auswirken kann. Moralischer Druck und Reputationsdruck kann dazu durch Sicherheitssysteme verstärkt werden. Diese beiden Druckmechanismen sind nicht durch institutionellen Druck ersetzbar, weshalb sie mit Sicherheitssystemen verstärkt werden müssen, weil diese nur in kleinen Gruppen wirksam sind. Es sollten dafür allgemeine und reaktive Sicherheitsmechanismen gewählt werden. Dabei sollte sich mehr darauf konzentriert werden, was Menschen zum Abweichen motiviert, als nur bestimmte Taktiken zu blockieren.

Zusätzlich sollte dafür Sorge getragen werden, dass Geldbußen die Wahrscheinlichkeit einer Aufdeckung der Abweichungen mit berücksichtigen. Wenn eine Geldstrafe wirksam sein soll, muss sie höher sein als das Risiko entdeckt zu werden und dafür zu bezahlen, damit sie nicht in die Betriebskosten eingerechnet werden. Außerdem sollte die Machtkonzentration auf ein Minimum reduziert werden. Je größer die Macht einer Körperschaft ist, desto einfacher kann diese abweichen und desto größer ist auch das Ausmaß der Abweichung.

2.4 Zusammenfassung

Die Gemeinsamkeit welche am deutlichsten ins Auge fällt ist der Aspekt der Zuverlässigkeit und der Kontinuität. Jedes Modell führt diesen als wichtigen Aspekt des Vertrauens auf, der als Qualitätssicherung angesehen werden kann. Denn das Ziel der Qualitätssicherung ist es Produkte mit gleichbleibender hoher Qualität zu liefern, dass auf diese immer Verlass ist. Im grundlegenden Vertrauenskonzept von [Mö07] ist es im Aspekt der Vernunft mit enthalten. Sogar in der Entwicklungspsychologie ist dieser Aspekt zu finden. Hier muss ein Kind eine kontinuierliche Bindung zu wenigen Bezugspersonen und eine Regelmäßigkeit im Alltag haben, um sein Urvertrauen ungestört bilden zu können.

In der Sanktionsmacht, die Hobbes voraussetzt, ist die Qualitätssicherung ebenso erkennbar, da sie bestimmte Regeln und Verhaltensweisen vorschreibt, damit der Anwendung Vertrauen geschenkt werden kann [Har01]. In der Wert-Erwartungs-Theorie der Ökonomen kann die Qualitätssicherung ebenfalls als ein zuträglicher Aspekt in einem rationalen Abwägungsprozess positiven Einfluss finden [Fri10]. All diesen Aspekten liegt ein Fundus an Regeln zu Grunde, welche entweder explizit durch Verträge wie bei Hobbes [Har01], oder implizit durch die Gesellschaft [Luh00] aufgestellt worden sind, an welche sich jeder zu halten hat. Die Qualitätssicherung stellt ebenso einen Fundus an Regeln und Gesetzmäßigkeiten bereit, um qualitativ hochwertige Produkte zu schaffen. Wer sich an diese Regeln hält, hat es leichter solche Produkte anzubieten. Auch die Proofs aus dem *Semantic Web* stellen ebenso einen solchen Fundus an Regeln bereit [Art07]. Werden nun einer Partei diese Regeln vorgeführt, mit

welcher eine Kooperation eingegangen werden soll, fällt es ihr leichter Vertrauen zu fassen.

Eine Gemeinsamkeit die bei der Philosophie und der Informationstechnik auffällt ist die Arbeit mit dem Begriff Vertrauen, ohne ihn vorher definiert zu haben. So wird das Vertrauen in beiden Bereichen als ein Zustand akzeptiert ohne zu Hinterfragen, was Vertrauen eigentlich ausmacht. Dennoch wird sehr viel mit dem Begriff gearbeitet. In der Philosophie ist es das Vertrauen in die Vernunft worüber diskutiert wird [Har01]. In der Informationstechnik ist häufig von Vertrauenssteigerungen die Rede.

Zwischen dem Vertrauen in der Entwicklungspsychologie und dem Vertrauen zwischen Arzt und Patient können ebenso leichte Parallelen gezogen werden. Beim Vertrauen des Patienten in den Arzt geht es darum diffuser Kommunikation Raum und Zeit zu geben. Anders ausgedrückt darf der Arzt nicht unter Zeitdruck stehen um in Ruhe in einen Dialog mit dem Patienten zu finden. Dadurch steigt das Vertrauen des Patienten in den Arzt [But13]. In der Entwicklungspsychologie ist dieser Aspekt ebenfalls zu finden. Nur wenn sich die Pflegeperson genügend Zeit für die Interaktion mit dem Kind nimmt und es nicht vernachlässigt, kann dieses ein ungestörtes Urvertrauen bilden [Eri99]. Allerdings gibt es hier noch einige andere Aspekte welche das Urvertrauen stören können.

Aspekte die sich weniger auf medizinische *Semantic Web* Anwendungen übertragen lassen sind im Vertrauen in elektronische Räume zu finden. Denn diese scheinen das Vertrauen nicht hinreichend zu durchdringen und nur für einen bestimmten Aspekt des Webs zu modellieren, meist dem des *E-Commerce*. So werden nur Aspekte gesucht, welche das Vertrauen empirisch für das *E-Commerce* verbessern. Doch die Gründe werden nicht hinterfragt. Deshalb sind diese Aspekte, wie schon in Abschnitt 2.2.2 erwähnt, nur schwer übertragbar. Allerdings sollte auf den von [Kuh08] bemängelten Punkt, dass Maschinen einem die Referenzen für ihr Wissen verschweigen, mit eingegangen werden. So würden die Maschinen nämlich die Autonomie des Menschen bedrohen.

Eine Gemeinsamkeit die sich bei den Untersuchungen des Vertrauens in elektronischen Räumen feststellen lässt ist jedoch, dass viele Autoren wie [McK01, Cor03] das Vertrauen in ähnliche Kategorien aufteilen: Die generelle Stärke des Vertrauens einer Person, die Stärke des Vertrauens zu einem bestimmten Objekt oder einer Person, oder die Stärke des Vertrauens in bestimmten Situationen. Leider lässt sich dies nicht für das Vertrauen in das medizinische *Semantic Web* übertragen, da hier auch Maschinen wie beispielsweise Agenten im weitesten Sinne vertrauen müssen. Allerdings kann dies für das *Semantic Web* abgeleitet und erweitert werden, so unterscheidet beispielsweise [Gao10] das Vertrauen in Daten, Nutzer und Kontexte.

In den Arbeiten zum Vertrauen in das *Semantic Web* wird ebenso wenig auf die Definition des Begriffs Vertrauen eingegangen. In diesen Arbeiten wird viel mehr diskutiert mit welchen Attributen Vertrauen dargestellt werden kann, ohne es selbst zu definieren. Dennoch sollen für die kommenden Architekturen diese Attribute mit aufgenommen werden, da sie dem Modell von [Sch12] oder anderen festgelegten Richtlinien nicht widersprechen und diese viel mehr ergänzen. So wird beispielsweise sowohl im *Semantic Web*, aber genauso in den elektronischen Räumen von Siegeln und Zertifikaten gesprochen die Dienste ihre Echtheit beweisen sollen. Diese Attribute wurden in der Abbildung 2.2 zusammengefasst.

Die Betrachtung von [Sch12] auf das Entstehen von Vertrauen innerhalb einer Gruppe, ist für diese Arbeit äußerst passend. Da sich diese Betrachtung sehr gut auch für ein technisches System einsetzen lässt. Deshalb wird im weiteren Verlauf der Arbeit vor allem mit dieser Betrachtung gearbeitet.

Aber ebenso Aspekte aus anderen Betrachtungen sind sehr nützlich. So kann ohne weiteres mit der Festlegung von [Mö07] gearbeitet werden, dass es immer einen Rest an Ungewissheit geben muss. Diese Ungewissheit zu überbrücken ist der Schritt, der getan werden muss, um zu vertrauen. Diesen letzten Schritt nennt [Mö07] *Aufheben*. Je besser die Rahmenbedingungen sind, desto weniger *Aufheben* wird benötigt. Doch wenn gar kein *Aufheben* mehr nötig ist, bräuchten wir gar kein Vertrauen mehr. Diesen Aspekt empfindet die Autorin als sehr wichtig und dieser zieht sich, wenn auch nicht explizit genannt, durch die ganze Arbeit mit hindurch. Diese Arbeit soll dazu dienen, das *Aufheben* möglichst klein zu halten, dass es aber immer einen Restzweifel geben wird, ist nicht zu verhindern.

3 Medizinische *Semantic Web* Anwendungen als sozio-technisches System

In diesem Kapitel soll es um die Gruppe und deren Nutzungskontext gehen, welche sich um das gemeinsame Interesse einer verbesserten Gesundheitsversorgung gruppiert hat. Deshalb wird hier zuerst das deutsche Gesundheitswesen als sozialer Kontext betrachtet. Diese Analyse kommt der, in der Mensch Computer Interaktion angesiedelten, Stakeholderanalyse sehr nahe. Allerdings mit dem feinen Unterschied, dass sich Stakeholder immer für ein bestimmtes Projekt, oder einen bestimmten Prozess interessieren [Eil11]. Wogegen die Gruppe hier erst einmal nur das Interesse gemeinsam hat und kein spezielles Projekt betrachtet wird. Da sich diese Arbeit besonders an [Sch12] anlehnt, der den Begriff *Gruppe* verwendet, findet er auch weiterhin in dieser Arbeit Verwendung.

Zudem ist eine Analyse der jetzigen Situation für die Eingliederung eines technischen Systems unerlässlich. Nur so kann ermittelt werden, wie das Vertrauen gegenwärtig ohne ein technisches System zustande kommt und wo die Vertrauensprobleme liegen. Dann erst kann darüber diskutiert werden, wie ein technisches System dieses soziale System verändert, und wie es das Vertrauen eventuell sogar steigern kann. Natürlich muss das soziale Gefüge ebenfalls betrachtet werden um zu ermitteln wie konkret das technische System eingegliedert werden kann. Letztendlich muss es akzeptiert werden, damit die unterschiedlichen Akteure ihm Vertrauen schenken können.

3.1 Beteiligte Interessengruppen

Für die Betrachtung des deutschen Gesundheitswesens wird zuerst eine Analyse der Interessengruppen durchgeführt. Sie dient zur späteren Ermittlung der Interessen, woraus wiederum wichtige Schlüsse für ein gesteigertes Vertrauen gezogen werden können. Nach [Sch12] besteht eine Gesellschaft oder eine Gruppe aus Personen, die sich ein Interesse teilen. In diesem Fall die möglichst beste medizinische Versorgung der Bürger in Deutschland. Da sich dieses Interesse aber auf eine sehr große Anzahl von Akteuren erstreckt, muss die Anzahl für diese Arbeit eingegrenzt werden. Selbst die folgende Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und beschreibt für viele Felder Berufsgruppen nur exemplarisch:

- Personen:
 - Mediziner:
 - * Fachärzte und Spezialisten
 - * Allgemeinmediziner

- Psychotherapeuten:
 - * Psychologische Psychotherapeuten
 - * Ärztliche Psychotherapeuten
- Gesundheitsfachberufe:
 - * Pflegerische Berufe: Krankenpfleger, -schwestern
 - * Assistenzberufe: Medizinische Fachangestellte, Rettungsassistenten
 - * Therapeutische Berufe: Physiotherapeuten, Logopäden
- Pharmazeutisches Personal:
 - * Apotheker
 - * Pharmazeutische Assistenten
- Forscher
- Patient
- Körperschaften:
 - Akteure im Gesundheitssystem:
 - * Regierung
 - Bundesministerium für Gesundheit (BMG)
 - Institutionen im Geschäftsbereich BMG: Robert Koch-Institut (RKI), Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI), Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM)
 - Bundesländer, Länderministerien und Kommunen
 - * Kassenärztliche Vereinigungen, Kassenärztliche Bundesvereinigungen
 - * Landesverbände der Krankenkassen, Spitzenverbände der Krankenkassen
 - * Krankenhausgesellschaften und Deutsche Krankenhausgesellschaft (DKG)
 - Medizinische Institute
 - Forschungsinstitute
 - Hersteller von Medizinprodukten

Die Unterscheidung zwischen Körperschaften im rechtlichen Sinne und Personen findet deshalb statt, da Körperschaften genau genommen keine eigenen Interessen haben, weil sie keine Personen sind. Aber vereinfacht können solche Gruppen von Personen ebenso als eine Person gesehen werden, welche die Interessen der selbigen nach außen vertritt. Dennoch entwickelt eine Körperschaft im weitesten Sinne Interessen, da Ziele und Normen für diese festgelegt werden [Sch12]. So sollen Körperschaften als ein Akteur betrachtet werden, weshalb dieser aus dem juristischen entlehnte Begriff verwendet wird. Dort werden Körperschaften ebenfalls als eine juristische Person gesehen, die handlungsfähig und zu belangen ist [Ram78].

Unter die Punkte Mediziner, Psychotherapeuten, Gesundheitsfachberufe und pharmazeutisches Personal fallen alle Berufe welche direkt mit dem Patienten interagieren und ihm zu seiner Genesung verhelfen.

Dieses Feld ist riesig, weshalb nur exemplarisch Berufe für jede Gruppe aufgezählt worden sind. Die für diese Arbeit wichtigste Gruppe in den medizinischen Berufen sind die Ärzte. Denn sie sind es, die Diagnosen und Behandlungen stellen und somit den Fahrplan vorgeben.

Hinter dem Patienten verbirgt sich die größte Gruppe von Akteuren, um welche sich die gesamte restliche Gruppe aufspannen sollte. Letztendlich sind es die Patienten, welche durch eine verbesserte medizinische Versorgung genesen sollen. Unter allen Akteuren sind auch sie es, welche sich ihre Rolle nicht haben aussuchen können. Dies ist mit ein Grund welcher diese Akteure sehr vielseitig macht.

Forscher gibt es in den unterschiedlichsten Fachrichtungen. Die Dynamik ihrer Forschung hängt dazu stark von den Gegebenheiten des Bereichs ab, in dem sie arbeiten. So gibt es Unterschiede ob ein Forscher beispielsweise in der freien Marktwirtschaft in einem Unternehmen arbeitet oder an einem medizinischen Institut, welches auf Drittmittel angewiesen ist. Zur besseren Anschauung wird in dieser Arbeit aber nicht darauf eingegangen. Die Einrichtungen, in welchen geforscht wird, sind in der obigen Aufzählung durch medizinische Institute und Forschungseinrichtungen angegeben. Doch wird gleichermaßen bei den Herstellern von Medizinprodukten Forschung betrieben. Allen voran in der pharmazeutischen Industrie.

Unter die Akteure im Gesundheitssystem fallen noch einige weitere Körperschaften, so wie weitere Institutionen im Geschäftsbereich des BMG, sowie Institutionen, Gewerkschaften und Verbände. In der Aufzählung sind nur die wichtigsten Akteure genannt worden, welche das Gerüst des deutschen Gesundheitswesens bilden.

3.1.1 Interaktion

Die Interaktion der Akteure kann aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden. Je nachdem von welchem Akteur ausgegangen wird, bleiben andere Interaktionen verborgen. Deshalb werden die Interaktionen einmal von außerhalb des deutschen Gesundheitswesens und aus der Sicht des Patienten betrachtet. Die Sicht des Patienten gesondert zu betrachten erscheint der Autorin wichtig, da es schließlich diese Interaktion ist welche die meisten Personen durchlaufen, denn sie machen die breiteste Gruppe aus. Viele Patienten wissen nicht oder nur vereinzelt über die weiteren Interaktionen im Gesundheitswesen Bescheid und nehmen immer nur die direkte Interaktion zwischen Arzt und Patient wahr.

Interaktion im deutschen Gesundheitswesen

In Abbildung 3.1 ist ein Teil des deutschen Gesundheitswesens in groben Zügen beschrieben. Die Abbildung 3.1 zeigt die ambulante Versorgung der Patienten und wird im weiteren Verlauf beschrieben. Die ambulante Versorgung ist die erste Station, an welche sich ein Patient wenden muss, wenn er kein Notfall ist.

Unser Gesundheitssystem ist ein staatlich finanziertes, allerdings selbstverwaltetes Prinzip. Krankenkassen und Kassenärztliche Vereinigungen sind selbst verwaltete Körperschaften des öffentlichen Rechts, aber keine Weisungsempfänger. Der Staat gibt den Körperschaften nur den Rahmen vor und führt die Aufsicht. Dieses Selbstverwaltungsprinzip wird korporatistische Steuerung genannt, in welcher der Staat nur eingreift, wenn sich die einzelnen Parteien nicht einigen können [Ros06]. Die handelnden Akteure sind dabei nicht die Ärzte oder Krankenkassen, sondern ihre übergeordneten Verbände.

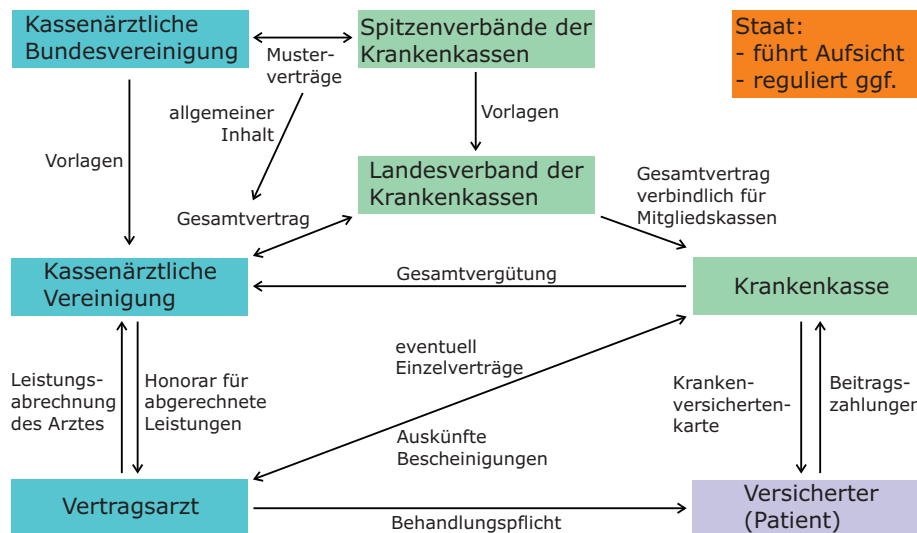


Abbildung 3.1: Interaktion im Gesundheitswesen nach [Ger14]

Die Kassenärztlichen Vereinigungen haben den gesetzlichen Auftrag des Staates zur Sicherstellung der ambulanten ärztlichen Versorgung der Bevölkerung. Die Landesverbände der Krankenkassen schließen mit den Kassenärztlichen Vereinigungen Gesamtverträge in welchen sie den Kassenärztlichen Vereinigungen einen Gesamtbetrag zur Verfügung stellen. Die Verteilung des Betrages an die Ärzte unterliegt wiederum der jeweiligen Kassenärztlichen Vereinigung. Die Krankenkassen bezahlen dagegen die Kassenärztlichen Vereinigungen über die Mitgliedsbeiträge ihrer Versicherten. Die Kassenärztliche Bundesvereinigung und die Spitzenverbände der Krankenkassen vertreten ihre Mitglieder auf Bundesebene, handeln Musterverträge aus und diskutieren über Richtlinien und Probleme des Gesundheitswesens. Die überwiegende Anzahl der Gesetze, welche die gesetzliche Krankenversicherung regulieren, sind im Sozialgesetzbuch (SGB) Fünftes Buch (V) zu finden [Ros06].

Bei einer schwerwiegenden Erkrankung haben Versicherte das Recht auf eine stationäre Behandlung in einem Krankenhaus, wenn die Erkrankung eine dauerhafte Unterbringung und medizinische Überwachung erfordert. Allerdings sind immer andere, kostengünstigere Behandlungsformen, wie die ambulante Versorgung einer Krankenhausbehandlung vorzuziehen [Alb92].

Dieser zweite große Versorgungssektor, neben der ambulanten Versorgung, ist der stationäre Sektor welcher hingegen weitgehend Bundessache ist. Den Ländern fallen dafür die Krankenhausplanung und die Investitionskostenfinanzierung zu. Dementsprechend haben die Länder Landeskrankenhausgesetze (LKHG) zur Regelung dieser Sektoren erlassen. Die Detailregulierung der Vergütung liegt dagegen wieder in den Händen der Selbstverwaltung [Alb92].

Eine weitere Gruppe dieses sozialen Systems sind die Hersteller der Medizinprodukte. Die Zulassung solcher Produkte wird vom Staat reguliert und bedarf einer Zulassung des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). Diese ist eine Behörde im Geschäftsbereich des BMG. Im Zulassungsverfahren müssen die Antragsteller die Wirksamkeit, die Unbedenklichkeit und im Falle von Arzneimitteln die pharmazeutische Qualität nachweisen [Ros06]. Die Zulassung von Medizinprodukten wie beispielsweise technischen Geräten oder Prothesen können ebenso Prüfstellen der Europäischen Union, wie der TÜV oder die Dekra übernehmen. Jedoch werden etwaige Auffälligkeiten aller Medizinprodukte an die BfArM gemeldet, die ein solches Produkt dann gegebenenfalls erneut prüft und aus dem Verkehr ziehen kann [Ros06]. Arzneimittel werden dagegen zwingend von der BfArM zugelassen.

Interaktion zwischen Arzt und Patient

Diese Interaktionsebene beschreibt die Interaktion der Akteure aus der Sicht des Patienten. Dieser interagiert in der Regel nur mit den Ärzten. In diesem idealisierten Fall braucht er sich nicht mit den dahinter liegenden Interaktionen zu befassen, welche in Abschnitt 3.1.1 beschrieben werden. Eine kleine Ausnahme bietet die Abbildung 3.2 allerdings doch. Denn meist bleibt dem Patienten verborgen, von welchem Fundus der Arzt sein Wissen bezieht. Dies ist aber auf den Hinblick des technischen Systems interessant, da es in diesem Bereich eingreifen wird. Deshalb wird dieser Bereich mit in Betracht gezogen, da sich hier voraussichtlich am meisten ändern wird.

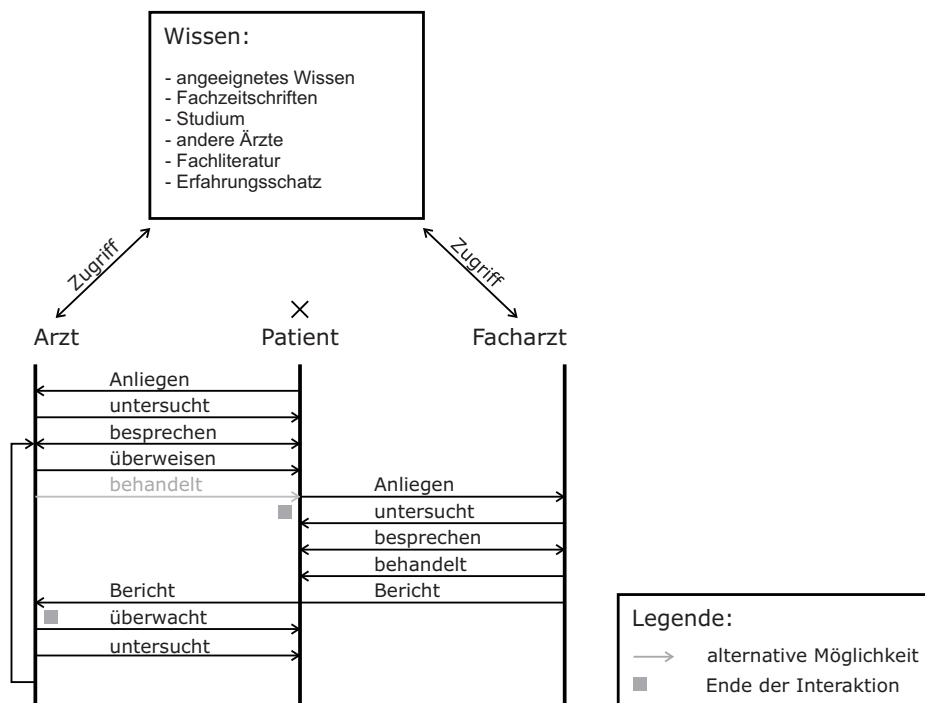


Abbildung 3.2: Interaktion zwischen Arzt und Patient

Derzeit geht der Patient, wie in Abbildung 3.2 zu sehen, zu einem niedergelassenen Allgemeinmediziner,

welcher in der Kassenärztlichen Vereinigung Mitglied ist. Dieser beurteilt den Patienten, hört sich die Symptome an und untersucht ihn. Danach stellt der Arzt durch sein angeeignetes Wissen aus seinem Studium, Fachliteratur und Zeitschriften, sowie seinem weiteren Erfahrungsschatz eine Diagnose und schlägt eine Behandlung vor. Der Arzt bespricht diese Diagnose und die Behandlung mit dem Patienten und gibt die Möglichkeit für Rückfragen. Es ist ebenfalls Aufgabe der niedergelassenen Ärzte, ein Gesamtbild des Patienten zu erlangen, um Ursachen von Leiden beispielsweise durch die Umgebung des Patienten besser bestimmen und darauf reagieren zu können [Was99].

Gegebenenfalls überweist der niedergelassene Arzt den Patienten zu Fachärzten, die im Regelfall stationär behandeln. Die Fachärzte untersuchen und behandeln dann ein spezifisches Leiden des Patienten. Das Gespräch mit dem Patienten ist dabei deutlich zielgerichteter auf dieses Leiden ausgerichtet. Danach wird der Patient zurück zum niedergelassenen Allgemeinmediziner überwiesen, welcher den Patienten wieder überwacht. Bei Bedarf ordnet der Arzt dann weitere Behandlungen an. Bei chronischen Leiden fällt die Organisation und Überwachung der Behandlung der Patienten meist nur auf niedergelassene Ärzte [Boh98].

Eine Ausnahme von diesem Schema der Interaktion bilden Notfälle, diese werden gleich in ein Krankenhaus gebracht. Sie werden sofort stationär behandelt und müssen ihren Weg nicht über einen niedergelassenen Allgemeinmediziner gehen [Alb92].

3.1.2 Ausgewählte Interessengruppen

Die Gruppe von Personen und Körperschaften mit dem Kerninteresse die medizinische Versorgung zu verbessern ist sehr groß. Deshalb wird im weiteren Verlauf zur Vereinfachung nur ein kleiner Kern von zwei Personengruppen und einer zusammengefassten Gruppe von Körperschaften betrachtet. Diese drei Akteure wurden nach ihren unterschiedlichen Sichtweisen ausgewählt. Diese sollen in groben Zügen die Diversität der Gruppe abbilden, um die vielfältigen Interessen der Gruppe zu erhalten. Bei den ausgewählten Akteuren handelt es sich um die Ärzte, Patienten und Quellen. Es gilt jedoch zu beachten, dass sich die Akteure in noch weitere Akteure unterteilen lassen.

Die Ärzte liefern den Grundstock der medizinischen Versorgung, sie sind die erste Instanz bei der Prävention, Diagnose und Therapie von Krankheiten, weshalb sie in der weiteren Betrachtung nicht fehlen dürfen. Der Übersichtlichkeit halber werden die Ärzte hier allerdings zu einem Arzt zusammengefasst. Im selben Maße sind die Patienten ein sehr wichtiger Teil der Gruppe, denn um diese dreht sich das Gesundheitswesen im Idealfall. Wenn Patienten als eigene Gruppe in die Betrachtung mit einbezogen werden, verschiebt sich die Betrachtung vom Datensubjekt zum Datennutzer, welcher am System beteiligt ist und ihm so nach [Ley08] viel mehr Vertrauen entgegen bringen kann. Quellen tauchen als solches nicht in der Aufzählung auf. Sie sind repräsentativ für alle Körperschaften, die Wissen sammeln und zu dem Grundinteresse beisteuern können. Die Quellen sind mit in der Betrachtung enthalten und können von den verschiedensten Bereichen der obigen Aufzählung kommen. So können Hersteller von Medizinprodukten, wie die Pharmaindustrie, aber genauso medizinische Institute, wie

Forschungseinrichtungen oder Institutionen im Geschäftsbereich des BMG, Wissen für das technische System beisteuern.

Dabei sollte beachtet werden, dass es sich hier immer noch um sehr große Teilgruppen handelt, welche für eine genauere Betrachtung wie einer Stakeholderanalyse weiter unterteilt werden müssten. So hat ein Allgemeinmediziner beispielsweise sicher noch einmal andere Interessen wie ein spezialisierter Facharzt in der Krebsforschung.

3.1.3 Nutzungskontextbeschreibung

Eine Analyse der Akteure, deren Aufgaben, sowie die Beschreibung ihres organisatorischen und physischen Umfelds ist nötig, um den Nutzungskontext zu verstehen [Hei12]. Ohne dieses Verständnis könnte ein technisches System nicht angemessen eingegliedert werden, was zur einer völligen Ablehnung des Systems führen könnte. Die Vorgehensweise lehnt sich dabei an die Norm EN ISO 9421-210 an. Hier werden nun nur noch die vorher ausgewählten Akteure betrachtet, welche sich in Ärzte, Patienten und Quellen untergliedern. Es wird das Umfeld und die derzeitige Situation betrachtet, welche Rollen sie in diesem System einnehmen und wo ihre Aufgaben liegen.

Arzt

Der Arzt ist die erste Instanz, welche der Patient als Informationssuchender anläuft. Dabei ist der Patient weitestgehend unwissend und ersucht den Arzt um Rat für ein bestimmtes Leiden. Aufgabe des Arztes ist es, die spezifischen Symptome des Patienten einer Krankheit zuzuordnen. Der Allgemeinmediziner achtet dabei nicht nur auf organische Krankheiten sondern ebenso auf das Umfeld des Patienten, und ob andere Ursachen wie beispielsweise Stress für die Erkrankung in Frage kommen können. Der Arzt untersucht den Patienten, informiert ihn über sein Leiden und versucht ihn zu kurieren. Die Kenntnis darüber erlangt der Arzt dabei durch sein angeeignetes Wissen aus dem Studium, seinem stetig wachsenden Erfahrungsschatz, Fachliteratur, Fachzeitschriften, welche aktuellere Informationen bieten, sowie den Rat anderer Ärzte. Schließlich fügt er dies zu einem gesamtheitlichen Bild zusammen. Der Bildungsstatus von Ärzten ist demnach hoch, sowie ihr sozialer Status. Der Schaden bei potenziellen Fehlern, also einer Fehlbehandlung, kann sehr hoch sein und im schlimmsten Fall sogar zum Tode eines Patienten führen.

Der Arzt bewegt sich entweder als stationärer Arzt im Umfeld des Krankenhauses, oder als niedergelassener Arzt in einer Praxis. Im Krankenhaus sind immer mehrere Ärzte im Dienst, wodurch eine zweite Meinung schnell eingeholt werden kann. Das Krankenhaus ist dabei ein sehr steriler und pragmatisch eingerichteter Ort. Ein Krankenhaus kann enorm weitläufig sein und ist hoch besiedelt mit Patienten und Krankenhauspersonal. Zudem herrscht immer eine rege Betriebsamkeit. Zusammenfassend machen Krankenhäuser einen sehr geschäftigen und dennoch schlichten Eindruck.

Niedergelassene Ärzte sind dagegen meistens allein in ihrer Praxis, oder bilden eine Gemeinschaftspraxis mit anderen Ärzten. Eine weitere Meinung einzuholen ist dann meist aufwendiger. Allerdings sind die meisten niedergelassenen Ärzte Allgemeinmediziner, welche die Patienten dann zu dem entsprechenden Facharzt überweisen können. Praxen können sehr verschieden eingerichtet sein, doch meistens machen sie genauso einen sterilen Eindruck, wenn auch lange nicht so extrem wie ein Krankenhaus. In einer Praxis gibt es ebenso mehr dekorative Elemente und Spielecken für Kinder. In Arztpraxen herrscht ein genauso reger Betrieb, dennoch scheint mehr Ruhe in ihnen zu wohnen als in Krankenhäusern. Generell wird sich in Praxen mehr um ein wohligeres Klima bemüht, welches den Patienten mehr ansprechen soll.

Der Patient besucht den Arzt immer in seinem Umfeld, nur in den seltensten Fällen macht ein Arzt Hausbesuche und untersucht den Patienten bei ihm zu Hause. Denn dort hat er nicht sehr viele Möglichkeiten und ist vom Großteil seiner Medizinprodukte abgeschnitten, was die Diagnose erschweren oder unmöglich machen kann.

Patient

Der Patient geht mit keinem, oder nur sehr geringen Vorwissen zum Arzt und lässt sich von diesem beraten und behandeln. An sich hat er keine andere Wahl als dem Urteil des Arztes zu vertrauen. Seine einzige weitere Möglichkeit ist es, die Meinung anderer Ärzte einzuholen, doch ist dies sehr aufwendig und kostet viel Zeit. So muss der Patient darauf vertrauen, dass der Arzt die richtigen Entscheidungen fällt und weiß nichts von anderen Eventualitäten und hat somit keine Grundlage um Fragen zu stellen.

Je nach Arzt und Situation teilen sie dem Patienten mögliche Abwägungen mit, um den Patienten an der Entscheidungsfindung zu beteiligen. Doch gibt es ebenso die Möglichkeit, dass Ärzte bewusst Dinge verschweigen. Ein typisches Beispiel wäre hier die Wahrscheinlichkeit auf Genesung bei bestimmten Krankheiten. Der Patient hat ansonsten nur noch die Möglichkeit sich im Internet via Stichwortsuche zu informieren, doch sind die dadurch erlangten Informationen qualitativ eher dürftig und um glaubwürdige und passende Informationen heraus zu filtern braucht es wieder einiges an Zeit.

Das Umfeld von Patienten ist so unterschiedlich wie die Personen selbst. Nur zu Untersuchungen und Behandlungen findet sich der Patient im Regelfall im Umfeld des Arztes ein, wie einer Praxis oder einem Krankenhaus. Durch diese mannigfaltigen Unterschiede kann in dieser Arbeit nicht darauf eingegangen werden. Deshalb ist es im Gesundheitswesen auch die Aufgabe eines jeden niedergelassenen Allgemeinmediziners, auf die äußeren Umstände des Patienten zu achten. Dieser Blick für die Kombination der einzelnen Symptome und Gegebenheiten wird die Diagnose durch einen Arzt weiterhin unersetzlich machen.

Quellen

Das Hauptanliegen der Quellen ist es, ihre neuesten Erkenntnisse und Errungenschaften zu veröffentlichen, damit diese schnell Anwendung finden. Dazu haben sie die Möglichkeit in Fachzeitschriften zu publizieren oder per PR-Aktionen und Marketing ihre Informationen und ebenso ihre Produkte zu verbreiten. Die Informationen müssen dabei von der Ärzteschaft meistens aktiv erfragt werden, wenn sie nicht gerade ein Abonnement vielfältigster Zeitschriften haben oder im Marketing Programm unterschiedlicher Firmen sind. Doch selbst dann müssen sie für sich interessante Informationen heraus filtern.

Für Quellen gibt es vereinfacht zwei verschiedene Umgebungen. Zum einen ist es das Labor, in welchem aktiv geforscht wird um neue Erkenntnisse zu erlangen. Zum anderen ist es das Büro, in welchem die angefallenen Daten analysiert und weiter verarbeitet werden. In gleicher Weise fließen Erhebungen, die von den unterschiedlichsten Seiten über die Gesundheit der Deutschen gemacht werden, in einem Büro zusammen, um daraus Statistiken zu erstellen, welche wiederum zu weiteren Forschungen in Laboren führen.

Labore und Büros können auf die vielseitigste Art und Weise eingerichtet sein. Vor allem Büros werden oft eine sehr persönliche Note durch viele eigene Gegenstände verliehen. Labore sind dagegen meist eher pragmatisch eingerichtet und je nach Labor sehr steril. Als ein Labor können die grundverschiedensten Umgebungen bezeichnet werden. Von dem hoch technisierten Labor in der pharmazeutischen Forschung oder den Werkstoffwissenschaften bis hin zu einer schlichten Werkbank für kleinere Materialtests. Aber Computerfarmen oder Küchen können ebenfalls als Labor fungieren.

3.1.4 Interessen

Interessenskonflikte sind in der Medizin allgegenwärtig, deshalb werden in diesem Abschnitt die Interessen der einzelnen Akteure besprochen. Dies dient zum einen dazu, ihre Beweggründe besser zu verstehen und mögliche konträr laufende Interessen aufzudecken. Dabei ist allen Akteuren das Kerninteresse, einer möglichst guten medizinischen Versorgung, gemein.

Arzt

Der Arzt will den Patienten auf möglichst schonende und schnelle Weise heilen. Doch können dabei sekundäre Interessen materieller, sozialer und intellektueller Art kollidieren [Lie11]. Materielle Interessenskonflikte können durch die Annahme von Zuwendungen pharmazeutischer Unternehmen oder Herstellern von Medizinprodukten entstehen. Das erhöht die Motivation ein Medikament zu verschreiben, oder ein Gerät zu benutzen, das ansonsten nicht bevorzugt worden wäre. Es gibt ebenso soziale oder intellektuelle Interessenskonflikte. Diese können durch die Zugehörigkeit zu anderen Interessengruppen,

wie Berufsorganisationen entstehen, oder durch eigene Ambitionen zu einer Karriere.

Jedoch kann er dabei ebenfalls nicht die Effizienz seiner Arbeit außer Acht lassen. So könnte es sein, dass sich der Arzt nicht genügend mit einem Patienten befasst und zu schnell eine möglicherweise falsche Diagnose stellt. Andererseits könnte er zugunsten der Effizienz eine schnellere, dafür aber weniger schonende Methode anwenden. Wichtig ist es, dass sich alle Aspekte die Waage halten, um den Patienten angemessen zu behandeln.

Medizin ist eine der Wissenschaften, in welcher es durch die kontinuierliche Forschung zu rapiden Änderungen des Wissens kommt. Ärzte haben ein großes Interesse daran informiert zu bleiben und müssen aktiv dazu beitragen. Das können sie derzeit vorrangig über Fachzeitschriften, um diese müssen sie sich allerdings jeweils eigenständig bemühen und Abonnements abschließen.

Patient

Patienten sind daran interessiert, am schnellsten und schonendsten wieder gesund zu werden, mit möglichst wenigen Risiken. Deshalb geht ein Patient zum Arzt und hält sich in den meisten Fällen an den Behandlungsplan. Allerdings gibt es Patienten, welche dem Arzt nicht glauben wollen und von der Behandlung abweichen. Ihr Interesse liegt zwar genauso darin gesund zu werden, doch halten sie dabei andere Maßnahmen für sinnvoll. Hier wird das Interesse des Patienten, selbst informiert zu sein deutlich. Er will Entscheidungen über sein Leben nicht komplett aus der Hand geben und möchte bei Behandlungen mit Einfluss nehmen können.

Wenn der Patient der Meinung des Arztes tendenziell weniger Vertrauen schenkt, muss er sich mehrere Meinungen einholen, um sich seiner Sache sicher zu sein. Denn zuverlässige und verständliche Daten zu finden, ist für einen Patienten sehr schwierig. Ebenso hat der Patient im Normalfall ein Interesse daran, möglichst wenig Zeit mit Arztbesuchen zu verbringen und sich unnötige Besuche zu sparen. Ob ein Besuch bei einem Arzt nun sinnvoll ist oder nicht, kann der Patient aber selten selber einschätzen. So kommt es oft dazu dass Patienten zu häufig zum Arzt gehen. Das einzig schlimmere Verhalten ist, wenn sie zu selten zum Arzt gehen.

Ein weiteres großes Interesse gilt der Privatsphäre des Patienten, da die meisten ihre Krankheiten gerne unter Verschluss halten und nicht in der Öffentlichkeit diskutieren wollen. Zudem gibt es jedoch Krankheiten die unter die Selbstverwaltung von Patienten fallen und der Arzt nur bei Bedarf Unterstützung bietet. Das passendste Beispiel sind Lebensmittelallergien, bei welchen der Patient ein großes Interesse daran hat, möglichst viel darüber in Erfahrung zu bringen um gesünder leben zu können.

Quellen

Quellen haben ein gesteigertes Interesse daran, ihre Erkenntnisse möglichst schnell zur Verfügung stellen zu können, um Patienten damit zu helfen. Allerdings kann es bei einer zu schnellen Zurverfügungstellung zu Fehlern in den Informationen kommen, wodurch die Qualität vermindert wird. Sie sind aber ebenso an einem guten Ruf interessiert, damit ihre Ergebnisse auch Gehör finden und gut vermarktet werden können. Dieses Interesse kann aber ebenso dazu führen, dass die Quellen ihre Forschung wichtiger darstellen, als sie tatsächlich ist, und in diesem Zuge sogar Daten verfälschen könnten. Eine nicht unberechtigte Befürchtung, da es bereits Fälle dieser Art gegeben hat. Des Weiteren haben sie aber, wie jede Körperschaft, zugleich ein Interesse an möglichst effizienter Arbeit und Forschung die ein Ergebnis verspricht, um sich weiter finanzieren zu können. Die Finanzierung ist bei Quellen ein noch größeres Thema, weshalb sie einfacher von Förderern beeinflusst werden können.

Ein weiteres Interesse der Quellen ist es ebenso, weitere sinnvolle Forschungsfelder zu finden. Um dies zu erreichen, könnten sie ebenso das technische System bemühen, welches Lücken aufzeigen kann und Anregungen für neue Forschungen liefert. So wäre das Auffinden von neuen und logisch sinnigen Wirkstoffkombinationen anhand der schon vorhandenen Informationen aus Forschungen denkbar.

Zusammenfassung

Tabelle 3.1 fasst die Interessen der Akteure noch einmal zusammen. Dabei werden die bisherigen Interessen in Abweichungen und Interessen aufgeteilt. Abweichungen sind hierbei die Interessen, welche dem Gruppeninteresse schaden. Somit liefert sie eine geeignete Übersicht für die Ableitung der Normen und Sanktionen, sowie der Anreize und Druckmittel in Abschnitt 3.1.5.

Akteure	Interessen	Abweichungen
Ärzte	<ul style="list-style-type: none"> - Informiert bleiben - Richtige Diagnose - Schnelle Diagnose - Individuellere Behandlung - Sehr gute Behandlung 	<ul style="list-style-type: none"> - Unnötige Untersuchungen - Schnelle Abfertigung von Patienten - Bevorzugung wenig geeigneter Produkte - Verschreibung unnötiger Produkte - Weitergabe von Patientendaten
Patienten	<ul style="list-style-type: none"> - Gesund werden - Hoher Informationsbedarf - Vergleiche einziehen - Mitspracherecht 	<ul style="list-style-type: none"> - Arztbesuche vermeiden - Eigentherapie
Quellen	<ul style="list-style-type: none"> - Schnelle Verbreitung der Produkte - Hochwertige Informationen - Neue sinnvolle Forschung 	<ul style="list-style-type: none"> - Daten verfälschen - Daten verschönern - Minderwertige Informationen - Produkte aufnötigen

Tabelle 3.1: Mögliche Interessen und Abweichungen der Akteure

3.1.5 Maßnahmen gegen Abweichungen

In diesem Abschnitt werden nun die von [Sch12] angedachten Maßnahmen gegen Abweichungen aufgestellt. Hierbei handelt es sich einerseits um Normen und Sanktionen, andererseits um Druckmechanismen und Anreize. Zusammengenommen sollen diese Maßnahmen möglichst effektiv vor Abweichungen schützen, wobei eine komplette Abdeckung laut [Sch12] nie erreicht werden kann.

Normen und Sanktionen definieren Regeln, welche Interessen als Abweichung zu werten sind und wie gegen diese vorzugehen ist. Anreize und Druckmechanismen versuchen dagegen den Anreiz zur Einhaltung dieser Regeln zu verbessern. Durch die Anreize und Druckmechanismen soll die Versuchung, eigenen Interessen zu folgen, welche dem Gruppeninteresse zuwider laufen, minimiert werden [Sch12].

Normen und Sanktionen

Die größte Abweichung zum Kerninteresse ist der Umkehrschluss: Den Patienten zu schaden. Denn das Kerninteresse definiert eine verbesserte medizinische Versorgung, damit Patienten möglichst schonend gesund werden können. Dennoch könnten die Akteure diesem Interesse aus unterschiedlichen konträren Interessen schaden. So könnten Ärzte beispielsweise aus Eile Symptome übersehen oder Werte falsch deuten. Patienten könnten sich selbst schaden, indem sie den Anweisungen eines Arztes nicht Folge leisten. Quellen könnten durch fehlerhafte Informationen, ob mutwillig oder durch mangelnde Qualität, zu falschen Diagnosen beitragen. Des Weiteren sollte das Interesse des Patienten nicht verletzt werden, indem seine personenbezogenen Daten weitergegeben werden. Weitere Abweichungen sind Abschnitt 3.1.4 zu entnehmen. Zusammengefasst ergeben sich dabei die folgenden Normen aus diesen Abweichungen.

- Dem Patienten darf nicht geschadet werden.
- Personenbezogene Daten dürfen nicht weiter gegeben werden.
- Informationen dürfen nicht verfälscht werden.
- Informationen müssen qualitativ hochwertig sein.
- Ärzte müssen den Patienten genügend Zeit widmen.
- Patienten dürfen sich nicht selbst therapieren.
- Es darf nur das hilfreichste medizinische Produkt verwendet werden.
- Es dürfen keine unnötigen medizinischen Produkte empfohlen werden.
- Es dürfen keine unnötigen Behandlungen durchgeführt werden.

Da diese Normen die Grundanforderungen dieser Gruppe darstellen, wäre ein Ausschluss aus der Gruppe bei Missachtung dieser angemessen. Dennoch muss ebenso in Betracht gezogen werden, ob diese Normen mutwillig oder aus Versehen nicht eingehalten wurden. Natürlich ist es unmöglich, Akteure komplett aus dem deutschen Gesundheitswesen auszuschließen, dennoch ist es prinzipiell

denkbar, alle Akteure außer dem Patienten aus ihrer Rolle zu entheben. Dieser Ausschluss der Rolle ist der Ausschluss aus einer Interessensgruppe im sozialen System. Einen Patienten aus dem Gesundheitswesen auszuschließen ist schon deshalb undenkbar, da er diese Rolle überhaupt nicht freiwillig übernommen hat. Im Gegenteil ist er dankbar wenn er die Rolle des Patienten wieder ablegen kann. Eine grobe Einteilung könnte wie folgt aussehen, wobei das Urteil über die Schwere der Normverletzung innerhalb der Gruppe erfolgen muss [Sch12]:

- Ausschluss:
 - Handel mit personenbezogenen Daten.
 - Mutwillige Manipulation von Informationen.
 - Mutwilliges Schaden der Patienten.
- Abstufung der Informationen:
 - Wiederholte Fehlerhaftigkeit von Daten.
- Geldbusen:
 - Unnötige Behandlungen.
 - Fehlerhafte Behandlungen.
 - Empfehlung unnötiger Produkte.
 - Behandlung mit weniger geeigneten Produkten.
 - Weitergabe personenbezogener Daten.
 - Wiederholte Fehlerhaftigkeit von Daten.

Ein weiteres wichtiges Thema ist natürlich die Fehlbehandlung von Patienten, desgleichen wird in dieser Arbeit aber nicht weiter behandelt. Denn das Thema ist ein sehr komplexes Feld, welches schon in zahlreichen anderen Arbeiten bearbeitet wurde und von Gutachtenkommissionen für jeden Fall einzeln analysiert wird [Zie07, Det01, Wes08]. Seit dem 26.02.2013 werden Rechte der Patienten bei Fehlbehandlungen im Patientenrechtgesetz (PRG) festgeschrieben, welches das BGB und SGB V modifiziert. Außerdem würde die Behandlung dieses Themas am Zentrum dieser Arbeit vorbei führen.

Anreize und Druckmechanismen

Anreize sollen dazu dienen, dass das eigene Interesse gegenüber dem Gruppeninteresse weniger gewichtet wird. So sollen die eigenen Interessen in den Hintergrund rücken, falls sie dem Gruppeninteresse entgegen laufen, sodass die Versuchung abzuweichen nicht mehr so groß ist. Im Idealfall ist dies einer Person gar nicht allzu bewusst, oder sie verzichtet gerne auf ihr eigenes Interesse, weil der Anreiz groß genug ist. Dabei spielen aber wiederum viele Faktoren zusammen, sodass nach [Sch12] nicht genau aufgelöst werden kann, welcher Anreiz genau zu welchem Verhalten geführt hat. Für das deutsche Gesundheitssystem sind folgende Anreize denkbar:

- Verbesserung des Rufes.

- Zufriedene Patienten.
- Gesteigertes Vertrauen der Patienten.
- Verbesserte Behandlung.
- Weniger Abbrüche der Behandlung.
- Schnellere Genesung.
- Vereinfachter Zugriff auf Informationen.
- Verbesserte Möglichkeiten in der Forschung.

Im Gegenzug zu Anreizen bauen Druckmechanismen eine bestimmte Erwartungshaltung auf. Sie führen dazu, dem entgegenlaufenden eigenen Interesse weniger Wert zuzusprechen. Idealerweise sollen dabei Druckmechanismen das Eigeninteresse mit dem Gruppeninteresse identisch erscheinen lassen, damit überhaupt kein Konflikt zwischen diesen Interessen entsteht [Sch12]. Für das hier vorgestellte deutsche Gesundheitswesen könnten folgende Druckmechanismen in Frage kommen:

- Abstufung der Informationen.
- Geldbusen.
- Ausschluss aus der Gruppe.
- Automatisierte semantische Prüfung der Informationen.
- Automatisierte syntaktische Prüfung der Informationen.
- Strenge Rechteverwaltung von Patientendaten.
- Moralischer Anspruch den Patienten nicht zu schaden.
- Schädigung des Rufes.
- Vertrauensverlust.

3.2 Erweiterung durch ein technisches System

Medizinische *Semantic Web* Anwendungen erweitern das, im vorigen Abschnitt 3.1 vorgestellte soziale System des deutschen Gesundheitswesens durch eine technische Komponente. So kann im Grunde von einem sozio-technischen System gesprochen werden, selbst wenn dieser Begriff ursprünglich aus einem anderen Kontext stammt [Rop09].

In diesem Abschnitt soll analysiert werden, in welcher Form das soziale System durch die Erweiterung eines technischen Systems beeinflusst werden kann. Nach [Syd85] besteht ein daraus resultierendes sozio-technisches System immer aus einem sozialen und einem technischen Subsystem. Das soziale Subsystem besteht aus Mitgliedern, die unterschiedliche Rollen annehmen können.

Das technische Subsystem besteht aus einer ihm zugeteilten Aufgabe und der Technik welche es benötigt um diese zu erfüllen. Die Mitglieder des sozialen Subsystems interagieren mit dieser Technik, um die ihren Rollen zugeteilten Aufgaben erfüllen zu können. Dieses sozio-technische System ist in

Abbildung 3.3 allgemein beschrieben. Diese Abbildung wurde von der allgemeinen Abbildung aus [Syd85] adaptiert und auf das hier beschriebene System angepasst. Die Abbildung zählt dabei nur die wichtigsten Aspekte auf.

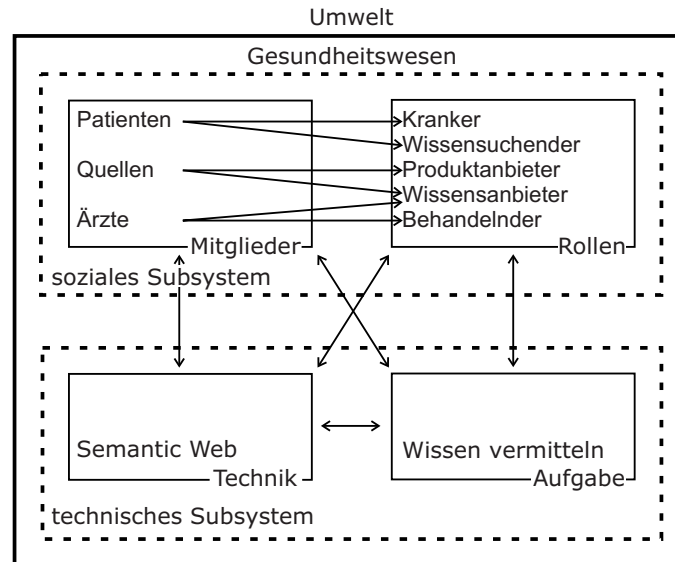


Abbildung 3.3: Das sozio-technische System nach [Syd85]

3.2.1 Interaktion mit dem technischen System

An den Interaktionswegen zwischen den Akteuren wird sich durch das hier angedachte technische System kaum etwas ändern. Dieser Sachverhalt wird in Abschnitt 3.2.2 noch einmal genauer beleuchtet. Deshalb werden hier nur die neu hinzu gekommenen Interaktionswege mit dem technischen System im Einzelnen betrachtet.

Arzt

Zuerst interagiert der Arzt mit dem Patienten, lässt sich seine Beschwerden beschreiben und führt selbst Untersuchungen durch. In den meisten Fällen wird er schon durch sein Fachwissen zu einer Diagnose und der entsprechenden Behandlung finden. Wenn er sich allerdings nicht sicher ist, kann er das technische System hinzu ziehen, welches ihm mögliche Diagnosen anhand der Untersuchungsergebnisse mitteilt und welche Untersuchungen eventuell noch notwendig sind um eine konkrete Diagnose zu stellen. Dazu kann der Arzt durch die Berücksichtigung personenbezogener Daten eine individuellere Behandlung ermöglichen, da das technische System ebenso für unterschiedliche Personengruppen passende Behandlungen liefern kann. Zudem kann sich ein Arzt über die Wechselwirkung von Medikamenten informieren. Damit kann er sich absichern, wenn er nun ein neues Medikament verschreiben möchte und der Patient schon einige Medikamente zu sich nehmen muss. Im Zweifelsfall kann sich der Arzt die Publikationen, welche der vorgeschlagenen Diagnose zugrunde liegen, anzeigen lassen. Es

wäre für den Arzt ebenso möglich, sich generell über ausgewählte neue Publikationen in seinem Gebiet auf dem Laufenden zu halten.

Das technische System soll die Basis, von welcher der Arzt Wissen schöpfen kann, erweitern. Für den Arzt dient das System als ein weiteres Nachschlagewerk, welches allerdings schneller Ergebnisse bei komplexeren Fragestellungen liefern kann. Als Beispiel sei hier das Forschungsgebiet des *Genome Mapping* genannt. Die Komplexität der Einflussnahme unterschiedlicher Genome ist dabei so komplex, dass ein Arzt hierüber unmöglich den Überblick behalten könnte.

Ein weiterer Punkt, bei dem das technische System von großem Nutzen sein kann, ist die erleichterte Diagnose bei komplexen Krankheiten. So ist die Zusammenstellung einer Behandlung von Krebspatienten mit Hilfe von *Genome Mapping* ohne technisches System kaum zu handhaben, da eine Vielzahl von Informationen verarbeitet werden muss. Aber sogar bei vermeintlich unspezifischen Symptomen kann das technische System eine Hilfestellung sein, indem es weitere Untersuchungen und mögliche Diagnosen vorschlägt. Dies kann den Prozess der Diagnose, vor allem bei komplexeren Sachverhalten um einiges beschleunigen. Eine individuellere Behandlung ist durch ein technisches System, ganz ähnlich wie beim *Genome Mapping*, einfacher möglich, da solche Daten ebenso verarbeitet werden können. Allerdings besteht hier die Gefahr, dass der Arzt mit diesen individuellen digitalen Patientendaten Handel treiben könnte. Jedoch wäre ihm dies heutzutage ebenso möglich.

Einen größeren Unterschied macht es für den Arzt allerdings, dass der Patient nun nicht völlig unwissend ist, sondern schon durch die Benutzung dieses technischen Systems Vorwissen erlangt haben kann. In diesem Fall verschiebt sich die Rolle des Arztes von der einzigen Informationsquelle, welche den Patienten aufklärt, zu einer eher beratenden Funktion. So wird der Patient nicht mehr nur vom Arzt informiert, die Krankheit wird eher besprochen, da der Patient sein Vorwissen nun mit einbringen kann, woraus eine Grundlage für Diskussionen entstehen kann.

Das technische System darf an diesem Gleichgewicht nichts ändern. So könnte es sein, dass dieses System den Arzt dazu veranlasst, einem Patienten noch weniger Zeit zu widmen und sich zu sehr auf das System und seine möglichen Ausgaben zu konzentrieren. Dies muss auf jeden Fall vermieden werden.

Das Interesse an neuen Informationen könnte das technische System erleichtern, indem es Ärzte über interessante Dinge informiert. So kann das System beispielsweise die Ärzte über neue Forschungen oder signifikante Ergebnisse aus ihrem Fachgebiet informieren. Dennoch ist die Gefahr groß, dass die Ärzte dann von Informationen überflutet werden, wenn keine passenden Filter gesetzt werden.

Patient

Mit dem technischen System könnte der Patient viel einfacher zu Informationen gelangen, welche ebenso auf den Wissenstand eines medizinischen Menschen angepasst werden können. So wäre der

Patient mit den Informationen nicht kognitiv überladen, hätte aber dennoch ein besseres Verständnis für seine Krankheit und könnte dem Arzt gezieltere Fragen stellen. Zudem wären die Informationen zuverlässig und nicht durch zahllose Fehlinformationen verfälscht, wie es derzeit im *World Wide Web* der Fall ist. Mit einer vorherigen Information durch das technische System könnte der Patient die Meinung des Arztes besser nachvollziehen und kompetentere Fragen stellen, was die Basis für Diskussionen sein könnte.

Ein solches System könnte aber ebenso dazu führen, dass Patienten versuchen, sich selbst zu therapieren um Arztbesuche zu vermeiden, obwohl eine Überwachung vielleicht notwendig wäre. Es könnte jedoch auf die gegenteilige Weise verwendet werden, indem ein potentieller Patient überprüft, ob er mit seinen Symptomen einen Arzt aufsuchen sollte. Ein technisches System kann genauso hilfreich sein, wenn ein Patient sich nicht sicher ist, ob er einen weiteren Arzt zu Rate ziehen sollte: Das System könnte ihm Hinweise auf weitere Behandlungsmöglichkeiten geben.

Ein weiteres großes Feld ist das der Lebensmittelallergien. Hier geben Ärzte nur gelegentlich eine Hilfestellung, da eine komplette Überwachung unmöglich ist. Hier kann ein technisches System eine große Unterstützung sein. Es könnte den Patienten darüber informieren, welche Inhaltsstoffe in Lebensmitteln oder gar Gerichten in der Regel enthalten sind und Empfehlungen für selbige abgeben.

Ein Problem könnte es aber darstellen, dass die Patienten kein Gefühl für die Sensibilität ihrer Daten gewinnen. Wenn dies der Fall wäre, könnten sie leicht durch lukrative Lockangebote dazu bewegt werden, ihre Daten weiter zu geben.

Quellen

Die Quellen sind die Herausgeber der Informationen, auf welchen das technische System beruht. Quellen können dabei Forschungslabore aus der Industrie, wie der Pharmaindustrie, oder aus Instituten wie Universitäten oder Krankenhäusern sein. Sie stellen ihre Daten im technischen System bereit und aktualisieren diese. So können Erkenntnisse aus der Forschung viel schneller zu einer breiten Ärzteschaft transportiert werden und Anwendung in der Behandlung finden. Das technische System kann den Quellen ein Feedback geben, welche Daten aktualisiert werden müssten, oder ob Inkonsistenzen in den Daten auftreten, um stets qualitativ hochwertige Daten zu gewährleisten.

Die Quellen haben also eine Menge Arbeit um die Interessierten informiert zu halten. Durch das technische System könnten sie die neuen Erkenntnisse schneller zu ihren Interessenten bringen, da es dies übernehmen kann. Neuerungen können auf Wunsch der Ärzte aktiv angezeigt werden. Die Quellen müssten ihre neuen Erkenntnisse dazu nur ins technische System geben. Das System könnte dann durch Feeds die Ärzte über die Neuerungen informiert halten, für welche sie sich interessieren. Darüber hinaus würde das technische System ebenfalls eine adäquat flächendeckende Speicherung der Informationen bieten. So müssten die Daten nicht zwingend in einer anderen Form gehalten werden. Zudem ist die Speicherung in einer Ontologie im Falle von Informationen mit solchen komplexen

Beziehungen gut geeignet.

Durch die Bereitstellung der Daten steigt gleichzeitig das Bewusstsein für die entsprechenden Quellen, wodurch sich wiederum ihr Ruf und das Ansehen verbessern kann. Quellen aus der Industrie könnte dies ebenso die Vermarktung ihrer Produkte erleichtern. Die Kehrseite des Angebotes, seine neuen Informationen und Errungenschaften einfach mit einer so breiten Resonanz schnell veröffentlichen zu können, ist die Möglichkeit, Informationen gezielt zu verfälschen. Durch eine Verfälschung der Daten könnte sich eine Quelle im besseren Licht darstellen und Ärzte dazu bewegen, ihre Produkte zu priorisieren. Anders herum könnte eine Quelle aber genauso die Daten einer anderen Quelle verfälschen um deren Informationen und Chancen zu verschlechtern.

Des Weiteren können die Quellen aber zusätzlich über das technische System sinnvolle, neue Untersuchungsmöglichkeiten komplexer Zusammenhänge finden, um geeignete, weiterreichende Forschungen zu initialisieren. Durch eine zielgerichtete Forschung könnte es so schneller zu relevanten Ergebnissen kommen.

Zusammenfassung

Eine Übersicht über die Interaktionsmöglichkeiten mit dem technischen System ist Tabelle 3.2 zu entnehmen. Die Interaktion ist hierbei in die Anfrage an das technische System und deren Ergebnis aufgegliedert. Dabei ist der Unterschied zwischen Symptomen und Beschwerden zu beachten. Während der Patient nur seine Beschwerden kennt, hat der Arzt durch eine Anamnese mit weiteren Untersuchungen noch weitere Aspekte sammeln können, die in Tabelle 3.2 als Symptome zusammen gefasst wurden.

Benutzer	Anfrage	Ergebnis
Ärzte	Symptome	Diagnose/weitere Untersuchungen
	Diagnose, Patientendaten	Individuelle Behandlung
	Medikamente	Wechselwirkungen
	Fachgebiet	Neue Forschungsergebnisse
Patienten	Leichte Beschwerden	Diagnosen/Behandlungen
	Beschwerden	Empfehlung eines Arztes
	Unverträglichkeiten	Empfohlene Lebensmittel
	Allergien	Empfohlene Drogerieartikel
Quellen	Forschungsergebnisse	Forschungsempfehlungen

Tabelle 3.2: Interaktion mit dem technischen System

3.2.2 Beeinflussung des sozialen Systems

An den Interaktionswegen im sozialen System Gesundheitswesen, wird das technische System, wie in Abbildung 3.4 zu sehen, kaum etwas ändern. Nur was während einer Interaktion passiert, kann das technische System beeinflussen, indem es den Akteuren mehr Dynamik verleiht. Da der Patient ebenso mehr gesichertes Wissen ansammeln kann, ist eine ganz andere Interaktion zwischen Patient und Arzt zu erwarten. Derzeit ist der Patient der völlig unbedarfte Wissenssuchende und der Arzt jener welcher Wissen anbietet. Der Patient erlangt aber immer mehr Wissen und kann dadurch kompetentere Fragen stellen. Diese Änderung hat bereits begonnen und könnte durch dieses technische System beschleunigt werden.

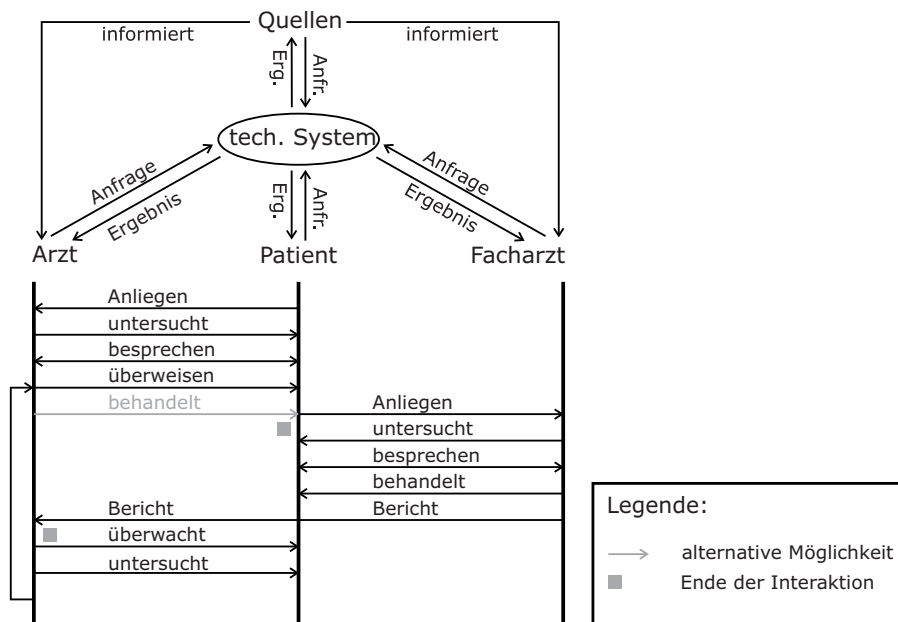


Abbildung 3.4: Interaktion der Akteure mit dem System

Der Patient profitiert allerdings nicht nur auf diesem direkten Weg von einem technischen System. Denn die Möglichkeit des Arztes, schneller und einfacher selbst komplexe Diagnosen zu stellen, kommt dem Patienten zugute. Ein solches System ermöglicht auf ganz neuem Wege eine individuelle Behandlung. Doch sollte der Arzt durch das technische System nicht den Blick auf den Patienten verlieren. Genauso bietet das System aber ebenso die Möglichkeit sich mehr Zeit für den Patienten zu nehmen, wenn der Arzt nicht mehr händisch nach geeigneten Lösungen suchen muss.

Eine weitere Beeinflussung ist der völlig neue Umgang mit Quellen. Es steht dem Nutzer durch ein solches System ein viel breiterer Zugriff auf Daten zur Verfügung. Dies gilt dabei nicht nur für eine ausgewählte Ärzteschaft sondern ebenfalls für den Patienten. Durch die Vielzahl an Quellen ist es dazu für eine einzelne Quelle nicht so einfach möglich, ihre Informationen oder daraus resultierende Produkte in den Vordergrund zu stellen, wie es heutzutage durch Zuwendungen an Ärzte geschieht. Es ist die Interaktion mit den Quellen, welche sich als einziges verändern wird. Denn durch das technische

System wird eine neue, jedoch indirekte Kommunikation zu den Quellen möglich. Dabei wird allerdings nicht nur eine einzige Quelle angesprochen, sondern Informationen von einigen Quellen abgefragt. So wird eine gezielte Kommunikation durch das technische System auch nicht für die Quellen möglich werden. Allerdings kann sich ihr Ruf durch qualitativ hochwertige Informationen verbessern, was ihnen wiederum bei ihren alten Interaktionswegen helfen kann.

Natürlich ist es nur schwer möglich, die komplette Bandbreite an Beeinflussungen vorher zu sehen. Aber die Autorin ist der Meinung, dass in den gerade genannten Punkten die ersten Reibungspunkte liegen, an welchen sich die Dynamik im sozialen System ändern könnte. Selbst wenn die Akteure nicht durch das technische System kommunizieren können, ist es dennoch in Abbildung 3.4 zentral platziert, da jeder Akteur im einzelnen mit dem System kommunizieren kann. Die jeweiligen Anfragen, welche die Akteure stellen können, sind in Tabelle 3.2 zu finden.

4 Ansätze für Architekturen

Dieses Kapitel soll sich Ansätzen für Architekturen zur Schaffung von Vertrauen widmen. Dazu werden zuerst Normen für solche Architekturen definiert. Diese Normen werden wiederum aus den Erkenntnissen des im Kapitel 2 behandelten Vertrauens und den Erkenntnissen des sozio-technischen Systems einer medizinischen *Semantic Web* Anwendungen aus Kapitel 3.2 gewonnen.

Anschließend werden schon implementierte medizinische Ontologien betrachtet. Denn wie im Titel bereits vorweg genannt, soll es sich bei dem technischen System um eine *Semantic Web* Anwendungen handeln. Diese wurde als technisches Grundgerüst gewählt, da die für die personalisierte Medizin benötigten Daten sehr komplex und mit vielen Abhängigkeiten verbunden sind. Somit sind die Daten für eine Speicherung in Ontologien prädestiniert. Denn um personalisierte Medizin realisieren zu können, wird ein System benötigt, welches akkurate Informationen zeitig über potentiell komplexe Beziehungen zwischen dem individuellen Patienten, Medikamenten, und angepeilten Therapiezielen liefert [Luc11].

Auf dieser Betrachtung und den Normen aufbauend wird danach eine mögliche Architektur entwickelt die ein besseres Vertrauen schaffen soll. Diese Architektur besteht aus verschiedenen Bausteinen und wird in einem Überblick beschrieben. Diese Bausteine können wiederum als einzelne Architekturen betrachtet werden, da sie voneinander unabhängig behandelt werden können. Einige dieser Bausteine werden im Anschluss noch genauer beschrieben.

4.1 Normen zur Schaffung von Vertrauen

In diesem Abschnitt sollen die aus den vorigen Kapiteln gewonnenen Erkenntnisse noch einmal zusammengetragen und als Normen spezifiziert werden. Dazu werden die in Abschnitt 2.4 gesammelten Aspekte des Vertrauens konkreter als Normen definiert. Zudem werden die Maßnahmen gegen Abweichungen aus Abschnitt 3.1.5 aufgegriffen und spezifiziert. Genauso werden die negativen Beeinflussungen durch ein technisches System aus Abschnitt 3.2 berücksichtigt. Die hier aufgeführten Normen sind jedoch nur wesentliche Normen, die noch weiter untergliedert werden können, aber maßgeblich zu einem gesteigerten Vertrauen beitragen.

4.1.1 Aus Vertrauensmodellen abgeleitete Normen

Die Vertrauensmodelle aus den unterschiedlichen Disziplinen werden bereits in Abschnitt 2.4 zusammengefasst. Viele dieser Aspekte finden in dieser Arbeit schon Anwendung, wie die Regeln für einen vertrauensvollen Umgang aus Abschnitt 2.3.2. Sie werden in Kapitel 3.2 mit berücksichtigt und haben letztendlich zu diesen Normen beigetragen. Hier werden nun Aspekte aufgegriffen, welche für die Architektur medizinischer *Semantic Web* Anwendungen in Hinblick auf ein gesteigertes Vertrauen sinnvoll sind.

Die Qualitätssicherung von Anwendungen ist essenziell

Zwar taucht die Qualitätssicherung als solches nicht in den Vertrauensmodellen auf, doch gibt es viele Aspekte in diesen Modellen, die unter Qualitätssicherung zusammengefasst werden können. So wird häufig eine wiederkehrende Regelmäßigkeit als ein wichtiger Teil des Vertrauens gewertet. Genauso sind, wie in 2.4 beschrieben, Zuverlässigkeit und Kontinuität zwei weitere wichtige Punkte. Wenn das nun vom Menschen auf ein Produkt übertragen wird, lässt sich all dies auch in der Qualitätssicherung wiederfinden und modellieren.

Die Herkunft von Informationen muss referenziert werden

Viele Arbeiten, welche sich mit Vertrauensmodellen in der Informatik beschäftigen, nehmen diese Norm mit auf. Es ist sehr wichtig zu wissen, wo eine Information herkommt um abschätzen zu können, ob der Quelle überhaupt vertraut werden kann. Dies ist auch ein Hauptkritikpunkt an einigen der heutigen Suchmaschinen. Auch das W3C hat sich für das *Semantic Web* schon dieser Frage angenommen.

Zeit und Raum für zwischenmenschliche Begegnungen schaffen

In den Köpfen einiger Menschen herrscht das Bild, dass das Vertrauen zu einem Arzt ein Relikt vergangener Zeiten ist, aber heute immer noch zum Tragen kommt. Der Patient ist dabei der Informationssuchende, welcher dem Arzt und seinem Urteil kritiklos vertraut. Doch ist das Vertrauen zu seinem Arzt auch in der heutigen Informationsgesellschaft weiterhin essenziell. Genauso entsteht das Vertrauen immer noch auf dieselbe Art und Weise, nämlich durch den Dialog. Erst durch den Dialog mit dem Patienten, fasst dieser Vertrauen und nicht durch die Informationen. Ein Grund warum es Patienten immer schwerer fällt Ärzten zu vertrauen. Denn diese haben heutzutage vielerlei Geräte welche ihnen genauere Ergebnisse liefern können als der Patient selbst, weshalb ein Gespräch immer weniger notwendig scheint. Deshalb ist es von solcher enormer Wichtigkeit, dass Zeit und Raum für zwischenmenschliche Begegnungen zwischen Arzt und Patient geschaffen wird.

Vertrauensattribute aus Abschnitt 2.2.2 verwenden

Die Vertrauensmodelle aus Abschnitt 2.2.2 stellen unterschiedliche Attribute auf, wie Vertrauen gemessen werden kann. Dies ist notwendig, da im *Semantic Web* nicht nur Menschen einander vertrauen müssen, sondern auch Agenten. So ist es unerlässlich auch messbare Attribute für Vertrauen festzulegen, damit dieses überhaupt für Maschinen erfahrbar wird. In groben Zügen sind

diese Attribute Vertrauen über Empfehlungen, Herkunft, Proofs, Handlungen und Kompetenz.

4.1.2 Aus dem sozialen System abgeleitete Normen

Die Normen, welche aus dem sozialen System abgeleitet wurden sind heute schon gültig, da dieses System bereits besteht. Hierbei ist zu beachten, dass diese Normen den Idealfall abbilden. Die Realität des Gesundheitswesens ist zumeist jedoch deutlich komplexer, dass selten ein so differenziertes Bild gezeichnet werden kann, wie es in diesen Normen angestrebt wird.

Dem Patienten darf nur die bestmögliche Behandlung zukommen

Der höchste Grundsatz des Gesundheitswesens ist es dem Patienten nicht weiter zu schaden, sondern ihm zu helfen, dass er wieder möglichst gesund wird. Also muss der Patient auch bestmöglichst behandelt werden. Fehlerhafte Behandlungen, oder gar ein mutwilliges Schaden des Patienten läuft diesem Interesse völlig entgegen. Allerdings sind auch unnötige Behandlungen nicht im Interesse des Patienten, auch wenn diese ihm nicht zwingend schaden müssen. Denn auch solche Behandlungen tragen nicht zur Genesung des Patienten bei. Ein Ziel sollte es also sein unnötige oder schädliche Behandlungen zu vermeiden. Dazu gehört es auch Patienten an einer Eigentherapie zu hindern. Denn durch Fehlinformationen und dem fehlenden Fachwissen können sich Patienten so Schaden zufügen, dasselbe gilt auch für die Abbruchrate bei Behandlungen.

Behandlungen sollen immer mit dem effektivsten Produkt durchgeführt werden

Mit dem effektivsten Produkt für eine bestimmte Behandlung kann ein Patient am schnellsten wieder genesen, also ist es nur sinnvoll eben dieses Produkt zu verwenden. Doch kann es im Gesundheitswesen schnell zu materiellen Konflikten durch sekundäre Interessen kommen. So können Ärzte durch Annahme von Zuwendungen eine höhere Motivation haben andere Produkte zu verschreiben. Aus diesem Grund kommt es immer wieder dazu, dass weniger hilfreiche Produkte verschrieben werden. Genauso können auch unnötige Produkte verschrieben werden, welche den Heilungsprozess nicht beeinflussen, aber dennoch Nebenwirkungen entfalten können.

Das psychische Wohlbefinden der Patienten soll so gut wie möglich sein

Um den Patienten dreht sich das ganze Gesundheitswesen. Deshalb ist es eine wichtige Norm, dass Patienten möglichst zufrieden sind. Denn wenn sich Patienten gut fühlen genesen sie auch schneller. Zudem fällt es einem Patienten auch leichter zu vertrauen, auf dessen seelisches Wohl geachtet wird. Durch dieses Vertrauen werden Therapiepläne und Behandlungen eingehalten, sodass der Patient überhaupt erst genesen kann. Dazu gehört es auch personenbezogene Daten nicht weiter zu geben, oder gar Handel mit ihnen zu treiben. Es ist alleine Sache des Patienten diese Informationen mit anderen zu teilen.

4.1.3 Aus dem sozio-technischen System abgeleitete Normen

Die im Folgenden aufgeführten Normen kommen zum Tragen, wenn das soziale System durch ein technisches System erweitert wird, wie es in Abschnitt 3.1.5 besprochen wurde. Einige dieser Normen sind ebenfalls schon für das soziale System gültig, werden aber durch die technische Komponente deutlich verstärkt. So werden diese nun als wesentliche Normen mit aufgeführt. Andere Normen kommen dagegen erst durch das technische System zustande.

Das technische System muss medizinisches Wissen abbilden können

Damit das technische System überhaupt bei Diagnosen und Behandlungen helfen kann, muss es medizinisches Wissen effizient abbilden können. Dazu muss es Informationen anderen Informationen zuordnen und Beziehungen zwischen diesen abbilden können. Auch eine Erweiterung der Informationen und Beziehungen muss jederzeit möglich sein. Denn die Medizin ist ein sehr komplexes Feld mit vielerlei Beziehungen, wie Wechselwirkungen, welches ständigen Änderungen unterliegt. Das System soll schließlich den Zugriff auf Informationen erleichtern und nicht erschweren.

Zugrundeliegende Informationen dürfen keine Mängel aufweisen

Die Informationen, welche dem technischen System zugrunde liegen, können auf die vielfältigste Art fehlerhaft sein. Dies kann unabsichtlich durch fehlerhafte Eingaben oder Messungen geschehen, aber ebenso mutwillig durch Manipulation um eigene Informationen hervorzuheben, oder die anderer Quellen zu verschlechtern. Diese Informationen müssen aber qualitativ hochwertig sein, wenn dieses System verwendet werden soll, ansonsten kann es zu Fehldiagnosen oder Fehlbehandlungen kommen. Das technische System muss also die Qualität der ausgegebenen Informationen gewährleisten, also ist es notwendig, dass das System die Informationen hinsichtlich ihres Vertrauens und Qualität bewerten kann. Dies kann durch eine automatisierte semantische und syntaktische Prüfung der Informationen geschehen. Bei fehlerhaften Informationen sollte das technische System den Zugriff auf diese dann stark beschränken, oder gar nicht erst zulassen. Eine Rechteverwaltung ist ebenso notwendig um die Manipulation an fremden Informationen auszuschließen. So können nur mit der Genehmigung des Urhebers Daten verändert werden.

Personenbezogene Daten müssen geschützt werden

Wie schon im sozialen System dürfen personenbezogene Daten weiterhin nicht weitergegeben werden. Doch verstärkt sich diese Problematik im sozio-technischen System, da diese durch die technische Komponente einfacher angegriffen werden können und ebenfalls strukturierter vorliegen, was ebenso einen Handel mit personenbezogenen Daten lukrativer macht. Eine strenge Rechteverwaltung von Patientendaten ist deshalb sinnvoll. So kann nur auf personenbezogene Daten mit Zustimmung des Patienten zugegriffen werden.

Informationen müssen kontextabhängig aufbereitet sein

Da Ärzte und Patienten einen völlig unterschiedlichen Wissenstand haben, müssen die medizinischen Informationen kontextabhängig abrufbar sein. Schon allein zwischen Patienten kann der

Wissenstand stark verschieden sein. So sollte der Zugriff auf das Wissen in unterschiedlichen Ebenen implementiert werden. Das technische System sollte dem Nutzer ermöglichen sich schnell im Datenbestand zu orientieren, um das Wissen in den jeweiligen Kontext einordnen zu können. Die Nutzung sollte möglichst effektiv und effizient gestaltet werden, um kognitiver Überlastung entgegen zu wirken.

Ein Vertrauensnetz muss installierbar sein

Wenn Vertrauen in medizinischen *Semantic Web* Anwendungen geschaffen werden soll, muss dieses durch eine Implementierung abbildbar sein. Vor allem im Bereich der technischen Systeme, denn diesen muss das Vertrauen erst beigebracht werden. Jedoch sollte dieses Vertrauensnetz auch den Nutzern zugänglich gemacht werden, um ihm die Herkunft des Vertrauens des technischen Systems zu verdeutlichen.

4.2 Derzeitige medizinische Ontologien

Es gibt bereits Ontologien medizinischen Inhalts im *Linked Open Data* doch viele sind nicht mehr oder nur mit Einschränkungen zu erreichen oder von fragwürdiger Qualität. In diesem Kapitel werden zwei dieser medizinischen Ontologien vorgestellt. Dabei handelt es sich zum einen um die recht große *Foundational Model of Anatomy Ontology* und die *Linking Open Drug Data*, welche einen Teil der *Linked Open Data Cloud* darstellt und sich aus einigen kleineren Ontologien zusammensetzt.

4.2.1 Foundational Model of Anatomy Ontology

Die *Foundational Model of Anatomy Ontology (FMA)* stellt eine Wissensbasis für biomedizinische Informatik dar und gehört zur Untergruppe der Domänen-Ontologien. Sie wurde vom *Department of Biological Structure* der *University of Washington* entworfen und beschäftigt sich mit der Repräsentation von Klassen, Typen und Beziehungen, die nötig sind um ein Bild der phänotypischen Struktur, der expliziten deklarativen Anatomie des menschlichen Körpers zu erhalten. Diese Struktur ist dabei einerseits für den Menschen verständlich, aber ebenfalls Maschinenverstehbar, und -interpretierbar [Ros03].

Genauer besteht die FMA nach [Ros08] aus vier Komponenten:

- Anatomy taxonomy
- Anatomical Structural Abstraction
- Anatomical Transformation Abstraction
- Metaknowledge

Die *Anatomy taxonomy* ist die umfassendste Komponente des FMA und beinhaltet von Körperregionen, über Organe bis hin zu biologischen Makromolekülen sämtliche anatomische Strukturen. Die

Anatomical Structural Abstraction spezifiziert räumliche Beziehungen, die zwischen den Entitäten der *Anatomy taxonomy* bestehen. Des Weiteren beschreibt die *Anatomical Transformation Abstraction* die Transformationen von Entitäten aus der *Anatomy taxonomy* während der pränatalen Entwicklung und dem postnatalen Lebenszyklus. Zu guter Letzt beschreibt das *Metaknowledge* Prinzipien, Regeln und Definitionen bezüglich der Klassen und Relationen der drei vorherigen Komponenten.

Die wichtigste und größte Klasse in der FMA ist die, in der *Anatomy taxonomy* enthaltenen Klasse der *Anatomical Entity*, die sich in die *Physical Anatomical Entity* und die *Non-physical Anatomical Entity* aufteilt. Diese zergliedern sich wiederum, wie in Abbildung 4.1 zu sehen, in weitere Klassen und bilden damit die Basis der *Anatomy taxonomy* und somit der FMA.

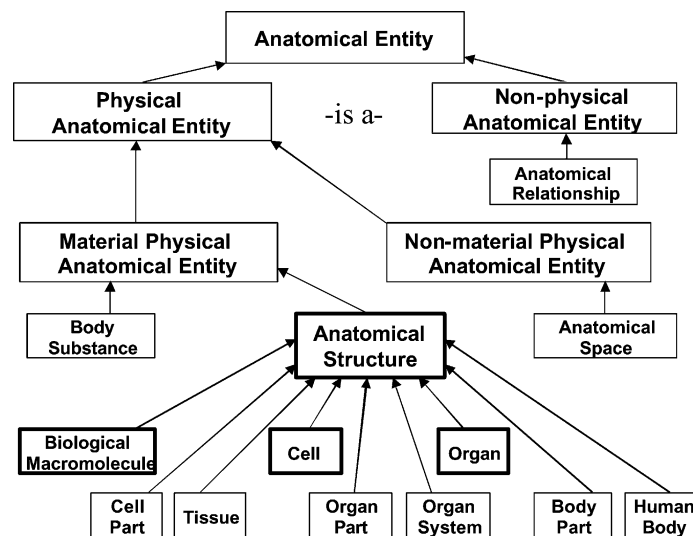


Abbildung 4.1: Schematische Repräsentation der Hauptklassen der *Anatomy taxonomy* aus [Ros03]

Die FMA ist laut [Ros08] die größte Ontologie mit anatomischen Inhalten und eine der größten Ontologien in der biomedizinischen Domäne. Sie beinhaltet mehr als 135 000 Terme, welche auf 75 000 Typen verweisen, die wiederum mehr als 2,5 Millionen Mal in Beziehung zueinander stehen. Diese Beziehungen unterteilen sich wiederum in 198 verschiedene Arten von Relationen. Mit der Frage des Vertrauens wurde sich in der FMA allerdings noch nicht explizit beschäftigt. So fehlen die Angaben zur Herkunft der Klassen, Terme und Relationen, nur die *University of Washington* ist als Urheber dieser Ontologie bekannt. Dennoch ist der Aspekt der Routine durch die im Metawissen implementierten Regeln, Prinzipien und Definitionen schon zum Teil gegeben. Weitere schon vorhandene Vertrauensmechanismen fielen bei der ersten Durchsicht nicht ins Auge.

4.2.2 Linking Open Drug Data

Linking Open Drug Data (LODD) ist ein Projekt zum Zusammenschluss vieler Datensätze zum Thema chinesische Medizin (*TCM GeneDIT*), klinische Studien (*LinkedCT*), Krankheiten (*Diseasome*) und Medikamenten (*DrugBank*, *DailyMed*, *SIDER*), welche in Ontologien transformiert wurden und der

Linked Data Cloud hinzugefügt wurden. Die einzelnen Ontologien sind in Abbildung 4.2 zu sehen. Dabei stammen die mit dunklem Grau hinterlegten Ontologien vom LODD Projekt, während die hellgrauen Ontologien weitere medizinische Ontologien darstellen. Die weiß hinterlegten Ontologien gehören zu anderen Domänen und sind nur exemplarisch hinzugefügt worden.

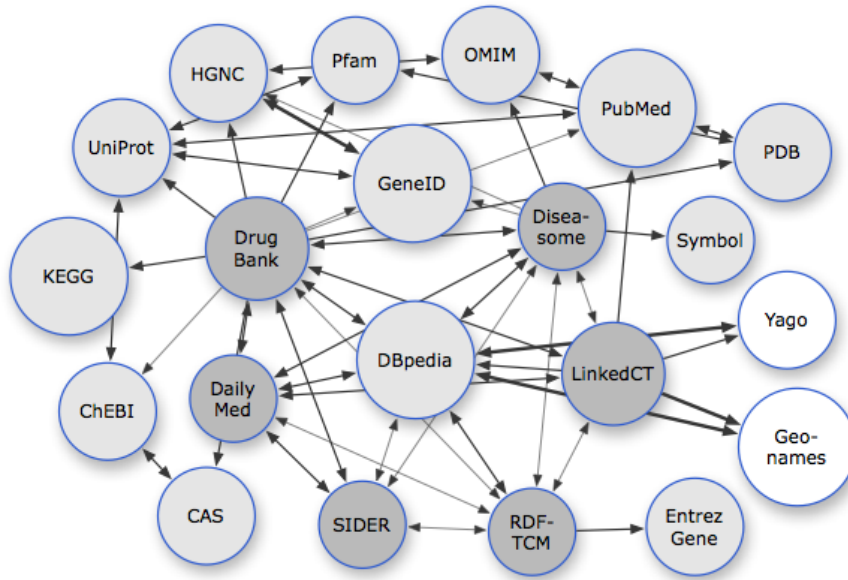


Abbildung 4.2: Die LODD Ontologien umgeben von Teilen der *Linked Data Cloud* aus [Jen08]

Die *Linked Clinical Trials LinkedCT* ist ein von *ClinicalTrials.gov* stammender Datensatz der mehr als 60 000 klinische Studien aus 158 Ländern umfasst. Die Daten sind in XML angegeben und umfassen eine kurze Beschreibung von Erkrankungen und möglichen Therapien, Zulassungskriterien und Sponsoren, sowie Standorten für Forschung [Jen08].

DrugBank ist ein Repository für nahezu 5 000 von der *US Food and Drug Administration (FDA)* genehmigten Medikamenten. Es beinhaltet detaillierte Informationen über chemische, pharmalogische und pharmazeutische Daten mitsamt Pharmakotherapien [Jen08].

Die *SIDER* Ontologie beinhaltet ebenso zugelassene und vermarktete Medikamente und ihre Nebenwirkungen. Doch wurden diese Informationen aus öffentlichen Dokumenten und Beipackzetteln gewonnen und in Flat Files gespeichert, bevor diese in einer Ontologie gespeichert wurden.

Eine laut [Jen08] qualitativ hochwertige Ontologie ist die *DailyMed* Ontologie der *US National Library of Medicine* mit Informationen über zugelassene und vermarktete Medikamente. *DailyMed* umfasst die Verbindungen chemischer Strukturen, Wirkmechanismen, Symptome, Verwendung, Kontraindikatoren und Nebenwirkungen. Diese Daten wurden ursprünglich in der XML basierenden *Structured Product Labeling* veröffentlicht.

Die aus der *Online Mendelian Inheritance in Man (OMIM)* ursprünglich ebenso in Flat Files gespeicherte Ontologie *Diseasome* beinhaltet Informationen über 4 300 Beschwerden und Gene welche mit

diesen Beschwerden in Beziehung gebracht werden.

TCMGeneDIT ist eine Ontologie über traditionelle chinesische Medizin welche 848 Kräuter umfasst, sowie deren vermeintlichen Wirkungen und den Zutaten bestimmter Tinkturen für eine spezifische Krankheit. Diese Informationen wurden via Text-Mining-Techniken aus schon existierender Literatur über traditionelle chinesische Medizin herausgefiltert [Jen08].

Die Integration all dieser Ontologien umfasst über 8,4 Millionen RDF Trippel und 388 000 Links zu externen Datenquellen [Jen08]. Da die Daten allerdings aus den unterschiedlichsten Quellen zusammengesetzt wurden und keine expliziten Angaben zur Herkunft gemacht wurden, wird die Vertrauenswürdigkeit dieser Daten als gering eingeschätzt. Zwar wurden die Quellen der einzelnen Ontologien in [Jen08] beschrieben, doch ist dies nicht in den Daten angegeben, auch wenn über eine Integration dieser Information schon diskutiert wird.

Translational Medicine Ontology

Die *Translational Medicine Ontology (TMO)* ist eine Top-Level-Ontologie, welche eine Basis für die in der LODD deklarierten Typen bieten soll. So soll eine gemeinsame Terminologie für translationale Medizin geschaffen und schon vorhandene Open-Domain-Ontologien verbunden werden. Zusätzlich bietet die TMO ein Framework um Patientendaten mit den LODD Daten in Beziehung zu setzen, damit der Weg zwischen Labor und Patient verkleinert wird. Um dies zu erreichen, wurden Inhalte der Chemie, Genomik und Proteomik mit Krankheiten, Behandlungen und elektronischen Patientenakten als einheitliche Basis für diese Ontologie berücksichtigt [Luc11].

In Abbildung 4.3 wird ein Überblick über ausgesuchte Typen, Subtypen und Restriktionen zwischen Typen gegeben. Dabei werden Subtypen als Überlappungen und Restriktionen als Pfeile angegeben. So ist eine chemische Substanz zum Beispiel eine chemische Entität die aus molekularen Entitäten besteht. Bei der Betrachtung von Abbildung 4.3 fällt auf, das viel Wert darauf gelegt wurde, das im Englischen recht vielschichtige Wort *drug* in den Typen sofort zu spezifizieren, um Verwechslungen zu vermeiden.

Im selben Zug mit der TMO sollte ebenso die *Translational Medicine Knowledge Base (TMKB)* genannt werden, welche die Top Level Ontology TMO mit Domänenwissen bevölkert. Die TMKB besteht aus der TMO und Mappings zu anderen Terminologien und Ontologien, welche einen medizinischen Hintergrund haben und für Therapien, Forschung und Medikamentenentwicklung relevant sind und im RDF Format gespeichert wurden.

4.2.3 Zusammenfassung

In den soeben vorgestellten Ontologien geht es vorrangig um die Akquisition von Datensätzen und deren Zusammenschluss in Ontologien, die wiederum möglichst viele Beziehungen zueinander bilden. Des

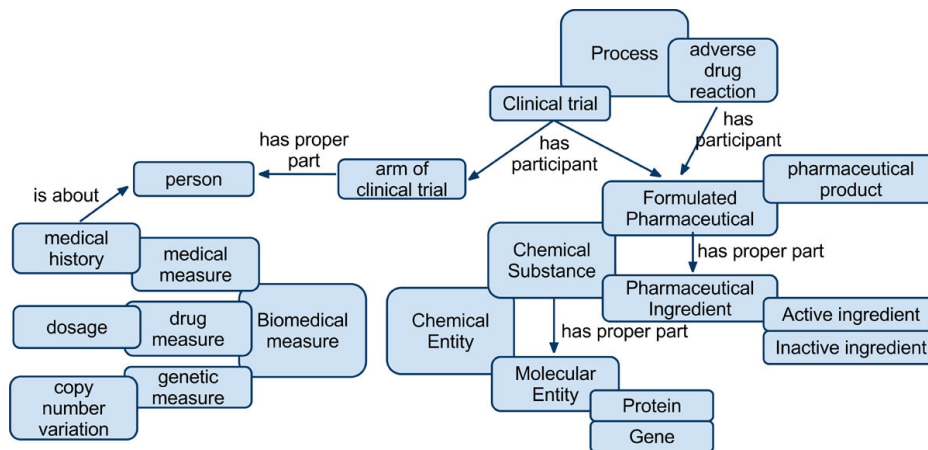


Abbildung 4.3: Übersicht ausgewählter Typen, sowie Subtypen und Restriktionen der TMO aus [Luc11]

Weiteren wird versucht ein gemeinsames übergeordnetes Schema zu definieren, um diese Beziehungen zu vereinfachen und stärker zu verflechten. Um die Qualität der Daten wurde sich bisher vordergründig nicht gekümmert. So ist die Qualität vieler Ontologien zweifelhaft, da die Datensätze automatisch in das RDF Schema überführt wurden, was zu vielen semantischen und syntaktischen Fehlern führen kann.

Das Thema Vertrauen wird hier auf keiner Ebene behandelt. Allerdings steht zur Diskussion die Herkunft der Daten mit in die Ontologien einzufügen [Jen08], was nach Abschnitt 2.4 ein erster Schritt zur Schaffung von Vertrauen wäre. Die generelle Struktur lässt sich aus Abbildung 4.2 entnehmen. Diese zeigt zwar nur die LODD, doch ist dies auch auf andere Ontologie-Wolken anwendbar. So besteht die *Linked Data Cloud* aus einer großen Anzahl von Ontologien die mehr oder weniger lose miteinander in Beziehung stehen.

4.3 Mögliche Architekturen technischer Bausteine

Für das angedachte technische System ist es ebenfalls sinnvoll von einer Ontologie-Wolke auszugehen. So kann jede Quelle ihre eigene Ontologie schaffen und diese mit längst vorhandenen Daten verknüpfen. Dies hat den Vorteil, dass jede Quelle die für sich passende Struktur für ihre Daten implementieren kann, wie es schon heute üblich ist. Zusätzlich können die bereits vorhandenen Daten ebenso mit in die Ontologie-Wolke verknüpft werden. Auf dieser Datenbasis soll nun die hier vorgestellte Architektur aufsetzen. Es werden aber gleichfalls die in Abschnitt 4.1 ausgearbeiteten Normen in die Architektur mit einfließen.

Die im Folgenden beschriebene Architektur ist aus kleineren Bausteinen zusammengesetzt, welche sich um die Ontologie-Wolke gruppieren. Zuerst wird ein Überblick über alle Bausteine gegeben. Zwar müssen in einer konkreten Umsetzung nicht alle Bausteine implementiert werden, doch soll dieses Kapitel eine Auswahl an Möglichkeiten bieten um Vertrauen zu schaffen. Dabei sind die einzelnen

Bausteine voneinander losgelöst genauso funktionsfähig, nur wird sich bei mehreren die Wirksamkeit verbessern. So gesehen können diese Bausteine wiederum als einzelne Architekturen angesehen werden. Die einzelnen Bausteine werden nach dem Überblick nicht mehr nach ihren Nutzern aufgeteilt, sondern richten sich nach ihrer Funktionsweise. So sind alle Agenten unabhängig von ihren Nutzern zusammengefasst. Die Akteure nehmen bei dieser genaueren Betrachtung nur noch eine untergeordnete Rolle ein.

4.3.1 Überblick

Die schon vorhandene Ontologie-Wolke wurde durch einige weitere Bausteine erweitert und ist in Abbildung 4.4 skizziert. Hierbei ist zu beachten, dass die in der Abbildung 4.4 dargestellte Ontologie eine Ontologie-Wolke ist, welche aus mehreren Ontologien besteht. Ganz ähnlich wie die LODD in Abbildung 4.2. Der Einfachheit halber wird diese aber als eine Ontologie dargestellt. Denn zwischen den Beziehungen der Ontologien werden die Bausteine nichts verändern. Die Quellen stellen ihre Daten wie schon zuvor in ihren Ontologien bereit. Den größten Unterschied zur gewöhnlichen Handhabung bilden aber die zahlreichen Bausteine aus Agenten, welche eine verbesserte Qualität erreichen und für ein größeres Vertrauen sorgen sollen.

Als Agenten wird hier autonom arbeitende Software bezeichnet. Diese verfolgt ein bestimmtes Ziel und versucht dies durch eigenständige Aktionen zu erreichen. „Ein technischer Agent ist eine abgrenzbare (Hardware- oder/und Software-) Einheit mit definierten Zielen. Ein technischer Agent ist bestrebt, diese Ziele durch selbstständiges Verhalten zu erreichen und interagiert dabei mit seiner Umgebung und anderen Agenten.“ [Fac10, Seite 1]. Mögliche Eingriffe von außerhalb des Agenten, welche das Ziel ändern oder die Autonomie einschränken können, sind dabei nicht ausgeschlossen. Es wurde bewusst darauf verzichtet schon vorhandene Bezeichnungen, wie sie unter anderem [Had09] getroffen hat, zu verwenden. Denn nicht alle Agenten haben die gleiche Funktionsweise. Der von [Had09] beschriebene *User Agent* implementiert so beispielsweise eine andere Funktionalität wie der im Folgenden beschriebene Moderations-Agent, obwohl beide vom Endnutzer verwendet werden.

Ein neuer Baustein, welcher mit den Agenten arbeitet sind Kontrollinstanzen, welche mittels ihrer Kontroll-Agenten systematisch die Ontologie-Wolke analysieren um syntaktische aber ebenso semantische Fehler in den Daten zu finden. Dies könnte durch einen aktiven Anstoß einer Quelle, aber auch automatisiert passieren. Die Kontrollinstanzen bewerten dadurch die unterschiedlichen Quellen. Dieses Wissen geben sie wiederum mittels eines Services an andere Agenten, vorzugsweise an Moderations-Agenten weiter.

Ein anderer Baustein sind Hersteller von Moderations-Agenten. Da Ärzte und Patienten nicht dafür geschult sind eigene Agenten zu entwerfen, wird es außerdem Hersteller geben, die solche für Ärzte und Patienten anbieten werden. Diese können je nach Wunsch des Kunden angeglichen werden. Generell ist es dabei empfehlenswert den Patienten die Informationen in einer anderen Form anzubieten wie Ärzten, da sie nicht so viel Fachwissen besitzen. Diese Moderations-Agenten sind es auch die den

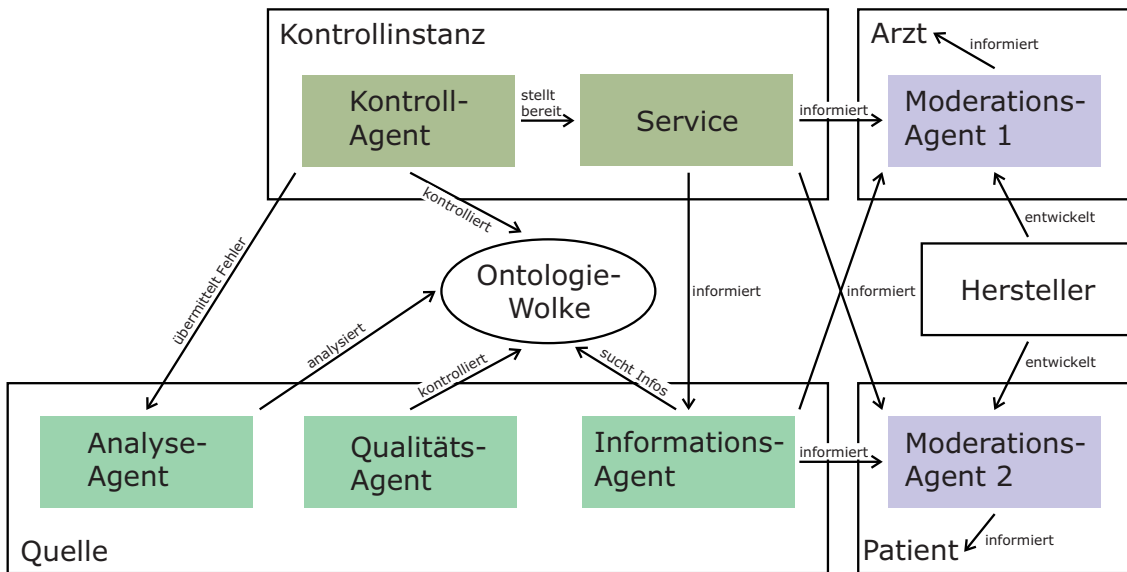


Abbildung 4.4: Architektur des technischen Systems

Ärzten und Patienten als Anwendung vorliegen, mit welchen sie direkt interagieren. Natürlich wäre hier aber ebenso eine weitere Unterteilung in Anwendung und Agent möglich.

Die Quellen haben das größte Potenzial Agenten zu verwenden. Zum einen Qualitäts-Agenten zur Qualitätssicherung, ganz ähnlich zu den Agenten der Kontrollinstanzen, nur dass sie lediglich auf der eigenen Ontologie arbeiten. Zum anderen können sie noch Analyse-Agenten implementieren, welche ihre Daten auf einer semantischen Ebene analysieren um mögliche weitere sinnvolle Forschungen zu ermitteln. Der für die anderen Akteure wichtigste Agent ist allerdings der Informations-Agent welcher die Informationen der Quelle für Moderations-Agenten anbietet. Der Vorteil daran ist, dass durch diese zertifizierten Agenten sicher gestellt werden kann, dass die Authentizität gewährleistet ist. So müssen Moderations-Agenten nicht direkt auf den Ontologien arbeiten, sondern können die eigentliche Informationssuche auf die Informations-Agenten der Quellen auslagern. Natürlich können auch andere Hersteller solche Informations-Agenten anbieten. Dies wäre möglich, falls bestimmte Quellen zu klein sind, als dass sie einen eigenständigen Informations-Agenten stellen könnten.

Des Weiteren gibt es Zertifizierungsstellen, welche Moderations-Agenten nach ihrer Qualität und ihrer Authentizität beurteilen. Diese Zertifikate können sie bei den Ärzten und Patienten angeben. Dann sollte es weitere Stellen geben, die wiederum die Kontroll-Agenten auf die selbe Weise zertifizieren. Als letztes sollte es noch Zertifizierungsstellen geben, die den Quellen ihre Authentizität bescheinigen, welche sie dann in der Ontologie mit angeben können, um zu versichern, dass die Informationen tatsächlich von ihnen stammen, dasselbe gilt für die Informations-Agenten.

Agenten können mit anderen Agenten kommunizieren. So können sich die Agenten ein eigenes dynamisches Vertrauensnetzwerk aufbauen, das aber zugleich durch den Menschen beeinflusst werden kann. Ein Endnutzer kann beispielsweise seine präferierten Quellen angeben, oder Daten als ungenügend

kennzeichnen, dann werden diese vom Moderations-Agenten nicht mehr berücksichtigt. Zudem gibt es Services von Kontrollinstanzen, bei welchen Moderations-Agenten nachfragen können. Zum anderen können Moderations-Agenten schon vertrauten Informations- oder Moderations-Agenten nach Informationen fragen, wenn sie selbst keinen Agenten kennen der diese Information kennt. So kann dieser vertraute Agent einen weiteren Agenten empfehlen. Die so gewonnene Diversität kann Beeinflussungen durch ein Mehr-Augen-System verhindern.

Um ein besseres Bild des Ablaufs zu erhalten ist hier exemplarisch eine Möglichkeit aufgeführt, wie eine medizinische *Semantic Web* Anwendung mit einer solchen Architektur funktionieren kann, diese ist in Abbildung 4.5 zu sehen. In der Abbildung 4.5 wird nur eine Ontologie aus der Ontologie-Wolke gezeigt, welche nur Krankheiten erkennen, Diagnosen und einen Behandlungsplan erstellen kann. Prinzipiell wäre aber auch ein größerer Funktionsumfang möglich.

In der Abbildung 4.5 untersucht der Arzt den Patienten und zieht dann seine Anwendung zu Rate. Er interagiert in diesem Fall direkt mit seinem Moderations-Agenten, welcher einen Informations-Agenten aus vertrauter Quelle um Rat fragt. Der Informations-Agent sucht auf der Ontologie dieser Quelle nach der Antwort und gibt dem Moderations-Agenten die entsprechende Auskunft. Diese gibt der Moderations-Agent wiederum an den Arzt weiter. In der Abbildung 4.5 befragt der Moderations-Agent der Einfachheit halber nur einen Informations-Agenten. Doch ist es nach dieser Architektur ebenso möglich mehrere Informations-Agenten aus verschiedenen Quellen zu befragen.

Die Kontrollinstanz arbeitet parallel auf der Ontologie und überprüft diese auf Inkonsistenzen. Dafür kann sie mehrere Agenten für unterschiedliche Aufgaben implementieren. Wenn die Kontrollinstanz Inkonsistenzen aufdeckt, meldet sie diese an die Quelle zurück. Ein Service, welcher Bewertungen der Agenten an Agenten herausgibt ist allerdings in Abbildung 4.5 nicht skizziert worden. Genauso wäre es hilfreich wenn es mehr als eine Kontrollinstanz geben würde, welche auf den Ontologien arbeitet und diese auf Inkonsistenzen hin überprüft. Auch den Quellen wäre eine selbständige Prüfung ihrer Daten möglich. Die Zertifizierungsstelle hat den Agenten ihre Echtheit und Qualität bestätigt, welche sie nun bei den anderen Agenten als eines der Vertrauensattribute vorzeigen können.

4.3.2 Agenten

Die Bausteine welche aus Agenten bestehen, nehmen in diesem Architekturvorschlag die größte Rolle ein. Sie sind in Informations-Agenten, Moderations-, Analyse-, Qualitäts- und Kontroll-Agenten aufgeteilt. Analyse-Agenten werden in dieser Arbeit allerdings nicht weiter beschrieben. Die Architektur von Qualitäts- und Kontroll-Agenten ist auf diesem Abstraktionslevel gleich. Diese Unterscheidung wurde von der Autorin nur getroffen, weil sie in unterschiedlichen Kontexten agieren. So werden Qualitäts-Agenten von einer bestimmten Quelle für ihre eigene Ontologie eingesetzt, während Kontroll-Agenten von unabhängigen Kontrollinstanzen verwendet werden, welche auf verschiedensten Daten arbeiten können. Im Folgenden werden mögliche Architekturen für die verschiedenen Agenten beschrieben.

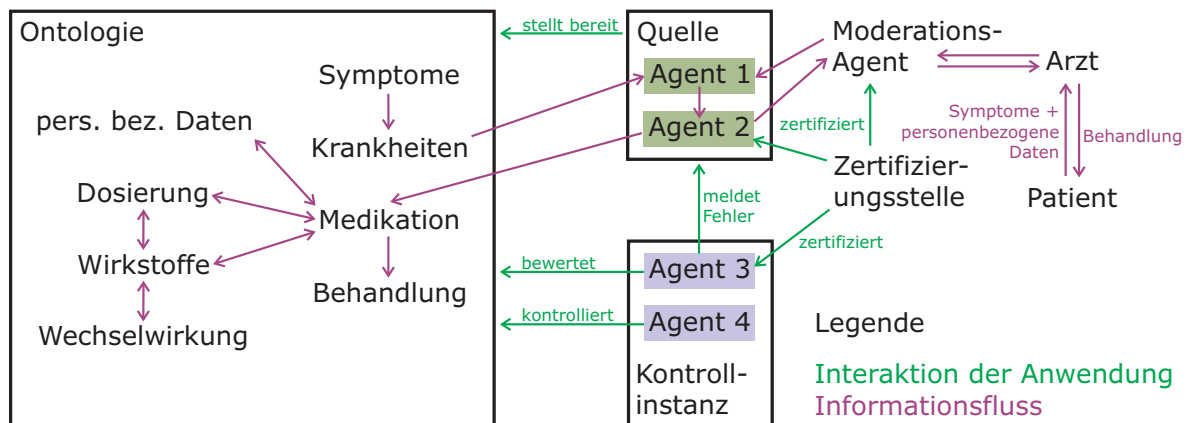


Abbildung 4.5: Beispielhafte Anwendung des technischen Systems

Vertrauensnetzwerk der Agenten

Agenten beschäftigen sich mit der möglichst selbständigen Ausführung von Aufgaben. Dafür können sie unter anderem miteinander agieren. Hierbei wäre es vorteilhaft, wenn sie Mechanismen hätten, welche die Vertrauenswürdigkeit anderer Agenten feststellen kann. Denn auch unter Agenten kann nicht davon ausgegangen werden, dass sich alle positiv gegenüber anderen Agenten verhalten. Dieses Verhalten kann gewollt sein, aber ebenso durch eine fehlerhafte Implementierung und Manipulation zustande kommen. Deshalb ist es ratsam, wenn sich Agenten eine Meinung über andere Agenten bilden könnten, bevor sie eine Kooperation miteinander eingehen.

Für diese Meinungsbildung holt sich der Agent wiederum andere Meinungen von Agenten und Services ein. Die Services halten dabei zentral eine Liste bereit, welchen Agenten ihrer Meinung nach vertraut werden kann. Jedoch hat auch jeder Agent selbst eine solche Liste und kann auch nach dieser befragt werden. So kann ein Agent einen Agenten, dem er schon vertraut, nach weiteren Agenten fragen. Dieser Prozess ist beispielhaft in der Abbildung 4.6 beschrieben. Der Unterschied zu einer menschlichen Meinungsbildung ist, dass der Agent dies nur mit rationalen vorher bestimmten Prozessen bewerkstelligen kann. Doch kann der Prozess geringfügig vom Menschen beeinflusst werden. Ein Arzt sollte beispielsweise die Möglichkeit haben bestimmte Informations-Agenten bewusst zu blockieren, wenn deren Informationen seiner Meinung nach nicht anwendbar sind.

Jeder Agent speichert zentral verschiedene Attribute, mit welchen er das Vertrauen zu anderen Agenten berechnet und somit beurteilt. Wenn ein Agent eine Kooperation mit einem anderen Agenten eingehen will, aber keine Informationen über selbigen besitzt, kann er schon vertrauten Agenten oder Services nach diesem Agenten befragen. Dies könnte beispielsweise passieren, wenn der Agent eine Information braucht, welche ihm aber keiner seiner vertrauten Informations-Agenten geben kann. Genauso hat jeder Agent die Möglichkeit eine Liste mit der Bewertung von Agenten und den Ontologien auf welchen sie arbeiten bei Services anzufragen. Diese Services werden von Kontrollinstanzen angeboten.

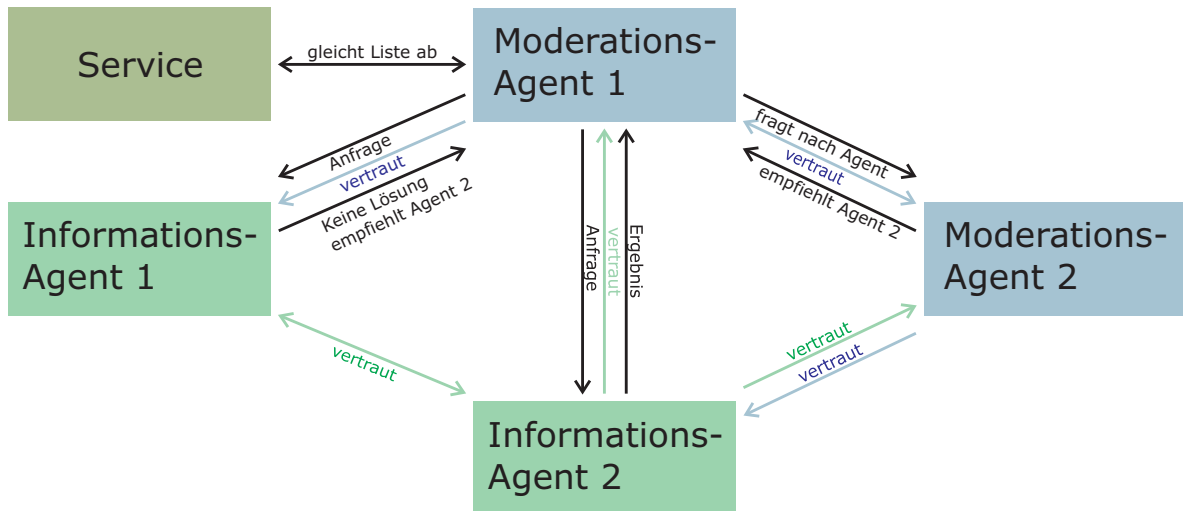


Abbildung 4.6: Beispielhafter Vertrauensaufbau unter Agenten

Diese überprüfen die Ontologie-Wolke auf Unregelmäßigkeiten und aktualisieren dementsprechend regelmäßig ihre Bewertungen, welche Daten vertrauenswürdig sind. Zudem befragen sie mehrere Agenten nach ihren Meinungen über andere Agenten.

Einige Autoren haben sich schon dem Thema eines Vertrauensnetzwerkes gewidmet. Dazu gehören unter anderem [Ste12, Kat09, Zha06, Zie04]. Diese und weitere Autoren wie [Art07, Tah03, Ceo10] haben sich auch mit der Messung des Vertrauens unter Agenten beschäftigt und Attribute für das Vertrauen festgelegt. Diese Attribute, welche das Vertrauen modellieren sollen, wurden in Abschnitt 2.2.2 beschrieben und sind in Abbildung 2.2 unter dem Punkt *Trust Attribute* aufgeführt. Dabei können nur die Attribute verwendet werden, die durch Maschinen auswertbar sind. Diese Attribute sind der folgenden Aufzählung zu entnehmen:

- Reputation
- Zuverlässigkeit
- Glaubwürdigkeit
- Handlungen
- Empfehlungen
- Kompetenz
- Herkunft

Informations-Agenten

Informations-Agenten arbeiten auf einer oder nur wenigen Ontologien. Die Funktionalität dieser Agenten ist dabei derzeit schon für das *Semantic Web* typisch. Ihre Aufgabe ist es Informationen in den Ontologien eigenständig zu suchen und diese bereit zu stellen. Dies könnte beispielsweise mit *Reasonern* realisiert werden. Eine mögliche Vorgehensweise wird unter anderem von [Had09, Bad10, Dil09] beschrieben. Der Unterschied zwischen für das *Semantic Web* typische Agenten und den Informations-Agenten ist jedoch, dass sie noch weitere Komponenten beinhalten, welche das Vertrauen im und in das System verbessern sollen. Diese sind im Abschnitt 4.3.2 zu finden. Dieses Netzwerk ist

für den Information-Agenten deshalb vorteilhaft da er Anfragen an vertraute Informations-Agenten weiter leiten kann, wenn er selber die Antwort nicht geben kann.

Es wäre von Vorteil, wenn jede Quelle ihren eigenen Informations-Agenten implementieren würde, welcher die Informationen selbiger anbietet. Da es allerdings kleinere Quellen geben kann, könnten sich diese zusammen schließen und einen gemeinsamen Agenten anbieten. Es ist aber genauso möglich dass andere Hersteller Informations-Agenten anbieten die mit den Quellen nichts gemein haben und so unabhängiger sind. Günstiger wäre es nach der Autorin aber, wenn die Quellen eigene Agenten anbieten, da diese am besten über die Struktur ihrer Ontologie und etwaige Änderung der selbigen informiert sind. Ein weiterer wünschenswerter Aspekt davon ist es, dass die Herkunft der Informationen sicherer bestimmt werden kann. Denn wenn der Agent sich für eine Quelle authentifizieren kann ist es unwahrscheinlicher, dass dieser die Daten der Quelle manipuliert. Zwar kann durch das vom *W3C* neu eingeführte *Provenance* eine Speicherung der Herkunft direkt in der Ontologie erfolgen, doch kann dies theoretisch noch von Agenten manipuliert werden.

Moderations-Agenten

Wie dem Namen dieses Agenten schon zu entnehmen ist, soll er zwischen verschiedenen Agenten und Services moderieren. Der Unterschied zu einem Moderator, oder auch Mediator ist aber, dass er damit ein eigenes Ziel verfolgt und sich genauso eine eigene Meinung erlaubt. Das Ziel dieses Moderations-Agenten ist es, an vertrauenswürdige Informationen zu gelangen. Dabei bildet er sich selbst eine Meinung welche Agenten und somit welche Informationen vertrauenswürdig sind. Für die Meinungsbildung verwendet er das in Abschnitt 4.3.2 vorgestellte Vertrauensnetzwerk. Für keinen anderen Agenten ist dieses von solcher Wichtigkeit, denn dieser Agent ist der einzige welcher vollständig auf vertrauenswürdige weitere Agenten angewiesen ist.

Moderations-Agenten werden von Herstellern angeboten und von Ärzten und Patienten verwendet. Diese Agenten interagieren direkt mit den Endnutzern, da sie die Anfragen der selbigen entgegennehmen und bearbeiten. Der Agent sollte dabei fester Bestandteil einer Anwendung sein, damit die Weitergabe der Anfragen an den Agenten reibungslos funktioniert. Natürlich wäre aber auch eine stärkere Trennung dieser Komponenten möglich. Bei diesen Agenten sollte beachtet werden, dass sie für Ärzte und Patienten verschiedene Antworten liefern sollten. Denn anhand der unterschiedlichen Wissensbasis ist ein anderes Abstraktionslevel an Information von Nöten. So ist es denkbar, dass es für die verschiedenen Anforderungen auch mehrerer Agenten bedarf. Den Unterschied solcher Anforderungen herauszuarbeiten ist jedoch nicht Teil dieser Arbeit. Denn diese Architektur beschäftigt sich vorrangig mit der Beschaffung vertrauenswürdiger Informationen.

Qualitäts- und Kontroll-Agenten

Qualitäts-Agenten und Kontroll-Agenten haben die Aufgabe mögliche Inkonsistenzen in den Daten aufzuspüren und zu melden. Doch machen sie dies aus leicht unterschiedlichen Gründen. Die Qualitäts-Agenten arbeiten nur mit der Ontologie der eigenen Quelle. Dies dient dem Zweck seinen eigenen Daten einen hohen qualitativen Standard zu verleihen. So werden Fehlerquellen möglichst schnell entdeckt und verbessert. Kontroll-Agenten arbeiten dagegen auf der ganzen Ontologie. Ihre Aufgabe ist es Daten nach ihrer Qualität zu beurteilen und somit eine Liste zu erstellen welchen Quellen mehr vertraut werden kann und welchen weniger. Diese Liste wird dann in Services für jeden Agenten zentral angeboten. Denn die Qualität und Zuverlässigkeit ist ein ganz entscheidender Teil des Vertrauens, wie es in Abschnitt 2.4 ausgearbeitet worden ist. Die Kontrollinstanzen haben daneben die Möglichkeit fehlerhafte Daten den entsprechenden Quellen zu melden, dass diese nicht zu sehr ins Hintertreffen gelangen.

Für ontologiebasierte Anwendungen sind in der Literatur schon einige Ansätze zur Qualitätssicherung zu finden, welche hier vorgestellt werden sollen. In [Ass12] werden die wichtigsten Punkte der Qualitätssicherung von Ontologien zusammengefasst und vorgestellt. Dabei gibt es fünf Basismerkmale welche für die Qualitätssicherung ontologiebasierter Anwendungen wichtig sind. Diese Merkmale sind das *Semantische Modell*, der *Datenursprung*, die *Rohdaten*, das *Veröffentlichen der Daten* und eine konstante *Evaluierung*. Die in der folgenden Aufzählung dargestellten Unterpunkte sind ebenso hauptsächlich aus [Ass12] entnommen, wurden aber durch die Arbeiten von [Fü11], [Vor07] und [Lei07] ergänzt:

- Semantisches Modell
 - Genauigkeit
 - Ordnungsmäßigkeit
 - Kontinuität
 - Erweiterbarkeit
- Datenursprung
 - Lizenz
 - Zugänglichkeit
 - Überprüfbarkeit
 - Glaubwürdigkeit
 - Ruf
- Rohdaten
 - Fehlerfreiheit
 - * Referenzen
 - * Reinheit
 - * Widerspruchsfreiheit
 - Nachverfolgbarkeit
 - Verständlichkeit
 - Vollständigkeit
 - Vielseitigkeit
 - Herkunft
 - Typisierung
- Veröffentlichen

- Verknüpfen
 - * Zusammenhang
 - * Isomorph
 - * Widerspruchsfrei
- Evaluation
 - Methoden
 - * Bewerten
 - * Verbessern
 - Standardisieren
 - Maschinenlesbar

Die Merkmale von [Ass12] sind dabei stark an die von Tim-Berners Lee definierten vier *Schlüsselprinzipien*¹ der Veröffentlichung angelehnt und wurden von [Ass12] ausführlich besprochen und erweitert.

[Nau11] beschäftigen sich mit dem Import von Daten in eine Ontologie. Denn wenn die Daten schon beim importieren Fehler aufweisen setzt sich dies weiter fort und führt zu falschen Ergebnissen. Dabei schlagen [Nau11] einen semi-automatischen Import vor, in welchem es drei Ebenen der Kontrolle gibt. Die erste Ebene beschäftigt sich mit Importproblemen welche durch die unterschiedliche Speicherung der Basisdaten bei den Datenquellen zustande kommen. Beispielsweise können Daten verschiedenartig formatiert sein, wie die verschiedenen Angaben des Datums. Es können aber auch unterschiedliche Schlüsselworte verwendet werden, die semantisch allerdings das gleiche bedeuten. Die zweite Ebene beschäftigt sich mit dem Gebrauch der Daten, welche je nach Anwendung abweichen kann. Um dies zu überprüfen wird wieder, den beim Punkt Rohdaten genannten Merkmalen nachgegangen.

In [Lei07] werden zwei Konzepte zur Evaluierung von semantischen Metadaten vorgestellt. Zum einen “SemRef”, welches durch einen Fundus von Prinzipien semantische Daten analysiert, um die Qualität der Metadaten zu überwachen und Probleme zu identifizieren. Das andere Konzept “SemEval” beinhaltet eine Auswahl an Instrumenten, um die Qualität der Daten zu bewerten und allgemeine Probleme zur Qualität der Daten festzustellen. Diese Funktionalität sollten letztendlich ebenso die hier vorgestellten Qualitäts- und Kontroll-Agenten implementieren.

4.3.3 Zertifizierungen

Durch Zertifizierungen kann die Einhaltung bestimmter Anforderungen nachgewiesen werden. In dem Fall dieses technischen Systems ist die Zertifizierung von Agenten notwendig. Diese können zum einen nach ihrer Qualität und zum anderen nach ihrer Authentizität zertifiziert werden. Die Authentizität ist wichtig, damit sicher gegangen werden kann, dass ein Agent auch wirklich der Agent ist für welchen er sich ausgibt und einem somit die Daten aus einer bestimmten Herkunft liefert. Die Zertifizierung der Qualität ist deshalb wesentlich, damit sich durch die Agenten keine weiteren Fehler

¹<http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>

in die Informationen einschleichen, die vorher noch gar nicht dagewesen sind. Dies kann beispielsweise durch eine fehlerhafte Umsetzung, oder durch mutwillige Manipulation geschehen.

Zertifizierungsstellen können Agenten nach verschiedenen Gesichtspunkten beurteilen und somit auf die Qualität dieser Agenten schließen. Eine Möglichkeit der qualitativen Beurteilung ist es, die Antwort mit der erwarteten Antwort einer bestimmten Frage zu vergleichen. Zur Bewertung kann auf die in Abschnitt 4.3.2 definierten Merkmale zurückgegriffen werden. Schließlich wird immer noch die Ontologie betrachtet, auch wenn sie durch einen Agenten aufbereitet wird. Wobei die Attribute, welche unter dem Basismerkmal *Semantisches Modell* aufgeführt sind, bei Agenten nicht zum Tragen kommen. Denn am semantischen Modell können Agenten nichts ändern. Die weiteren Merkmale können allerdings leicht für die Zertifizierung von Agenten adaptiert werden.

Wenn der Agent dann beispielsweise nur vertrauenswürdige Informationen anbietet, erhöht dies die Qualität des Agenten stark. Ist der Agent qualitativ hochwertig kann dieser ein Zertifikat erhalten. Diese Vorgehensweise kann für Moderations- und Informations-Agenten angewendet werden, denn beide sind darauf ausgelegt Informationen zurück zu geben. Es ist unwahrscheinlich dass Quellen ihre Qualitäts-Agenten zertifizieren lassen wollen, da diese nur auf ihren eigenen Daten arbeiten. Doch wäre eine Zertifizierung für Kontroll-Agenten möglich. Hier kann die Arbeitsweise und die dahinter liegende Logik betrachtet werden, um auf die Qualität der Agenten zu schließen. Diese Vorgehensweise ist ebenso für alle anderen Agenten möglich.

5 Fazit

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es Ansätze für Normen und Architekturen zur Schaffung von Vertrauen zu finden. Hierzu ist erst das Vertrauen aus unterschiedlichen Blickwinkeln in Kapitel 2 betrachtet worden. Aus dieser Betrachtung wurden die ersten Erkenntnisse in Abschnitt 2.4 gezogen, welche in Abschnitt 4.1 zu konkreten Normen umgewandelt wurden. Diese beschreiben wichtige Merkmale des Vertrauens, welche in eine Architektur mit einfließen sollten.

Danach wurde der sozio-technische Kontext medizinischer *Semantic Web* Anwendungen in Kapitel 3.2 analysiert. Zuerst wurde das soziale System, konkret das deutsche Gesundheitswesen, beleuchtet. Dazu sind einzelne Akteure dieser Gruppe, nämlich Patienten, Ärzte und Quellen hinsichtlich ihres Nutzungskontextes und ihrer Interessen untersucht worden. Daraus wurde das nächste Set an Normen in Abschnitt 3.1.5 formuliert. Diese Normen sind Gruppennormen, welche das gemeinsame Interesse abstecken und definieren welches Verhalten nach diesem Interesse gruppenkonform ist. Zudem sind hierzu entsprechende Sanktionen definiert worden, sowie Anreize und Druckmechanismen, um das Abweichen von diesen Normen zu minimieren. Anschließend wurde untersucht wie eine medizinische *Semantic Web* Anwendung das deutsche Gesundheitswesen beeinflussen könnte. Gleichzeitig wurden mögliche Beeinflussungen bewertet, um negativen Einflüssen in der Architektur später entgegen wirken zu können.

Kapitel 4 widmet sich der Modellierung einer Architektur, die Vertrauen in medizinische *Semantic Web* Anwendungen schaffen soll. Zuerst wurden dazu mithilfe der Erkenntnisse aus Kapitel 2 und 3.2 Normen für Architekturen abgeleitet. Diese bauen auf den schon definierten Normen und Maßnahmen gegen Abweichungen aus Abschnitt 3.1.5 auf. Sie beinhalten aber genauso die in Abschnitt 2.4 gezogenen Erkenntnisse aus den Vertrauensmodellen und wie ein technisches System auszusehen hat, dass es die Gruppendynamik nicht im Negativen beeinflusst. Aus diesen Normen leiten sich wiederum Vorschläge für Architekturen ab. Davor wurden jedoch medizinische Ontologien betrachtet, die bereits implementiert sind. Dieses Grundgerüst der schon vorhandenen Ontologien dient als Basis.

Die auf dieser Basis und den Normen aufbauende Architektur wurde in unterschiedlichen Bausteinen beschrieben. Diese Bausteine wurden in einem Überblick zusammengefasst und danach teilweise noch genauer behandelt. Der Vorteil dieser Architektur ist es, dass die einzelnen Bausteine voneinander unabhängig behandelt werden können. Jeder dieser Bausteine ist also an sich nochmals ein autarker Architekturvorschlag. Es ist somit nicht nötig alle Bausteine für eine konkrete Implementierung zu verwenden. Die meisten dieser Bausteine sind Agenten mit den verschiedensten Aufgaben. Qualitäts- und Kontroll-Agenten sollen einerseits die Qualität der Ontologien verbessern und überwachen. Denn Qualität und die damit verbundene Zuverlässigkeit wurde als ein sehr wichtiger Aspekt des Vertrauens

in Kapitel 2 erarbeitet. Andererseits dienen Moderations-Agenten wiederum der Kommunikation untereinander oder die Informations-Agenten der üblichen Akquisition von Informationen.

Diese Agenten bauen des Weiteren ein Vertrauensnetzwerk untereinander auf. Das Vertrauen wird dabei mit unterschiedlichen Attributen dargestellt, aus welchen das konkrete Vertrauen berechnet werden kann. Diese Attribute wurden in Abschnitt 2.2.2 erarbeitet. Sie liegen dezentral bei jedem Agenten oder können ebenfalls von zentralen Services erfragt werden. Ein Austausch der Informationen unter den Agenten ist ebenso möglich. Obwohl das Modell des Homo Oeconomicus für den Menschen veraltet ist, wurde dieses nun für die Agenten angedacht. Schließlich funktionieren Maschinen im Gegensatz zum Menschen rein rational. Für Maschinen können so Attribute festgelegt werden, welche das Vertrauen beeinflussen. Dass dies nicht für den Menschen gelten kann und es unmöglich ist solche Vertrauenseigenschaften voneinander abzugrenzen, zeigt Kapitel 2. Diese starre Festlegung der Vertrauensattribute für Agenten könnte dagegen aber wieder Angriffe erleichtern, da diese dann gezielt verändert werden können.

Alle diese Bausteine können durch ihre Autonomie als eigene Architekturen angesehen werden, die jeweils dazu beitragen das Vertrauen zu verbessern. Allerdings konnte eine Evaluation dieser Architekturen nicht erfolgen, um zu prüfen ob diese tatsächlich Wirkung zeigen werden. Doch sollte aus der vorhergegangenen Analyse des Vertrauens und des sozialen Kontextes zumindest der Ansatz dieser Architekturen vielversprechend sein. In diesem Sinne wurde das Ziel der Arbeit erreicht.

Was diese Architektur allerdings nicht verhindern kann ist das Aufkommen von Daten minderer Qualität. Doch diese sollten durch die in dieser Arbeit vorgestellten Bausteine kaum problematisch sein, da solche Daten dann nicht berücksichtigt werden. Denn im Prinzip kann sich jeder mit seiner eigenen Ontologie der Ontologie -Wolke anschließen. Dies entspricht auch der *Open World Assumption* die allgemein im *Semantic Web* praktiziert wird [Hit08]. Der Vorteil der hier vorgestellten Architektur ist es, dass sie mit einer offenen Welt zurechtkommt.

6 Ausblick

Dieser neue Zweig der Medizin wirft nach [Sch13] einige normative Fragen auf. Rechtlich und ethisch kann in Richtung der informellen Selbstbestimmung argumentiert werden, weil für personalisierte Medizin meistens das gesamte Genom eines Menschen analysiert wird. Deshalb stellt sich unter anderem die Frage nach dem Schutz von gesundheitsrelevanten Informationen gegenüber Dritten. Hinzu kommt eine weitere Möglichkeit zur Diskriminierung einzelner Patienten, durch die immer kleiner werdenden Patientengruppen.

Diese Arbeit betrachtet also ebenfalls keine ethischen Auswirkungen, die allerdings zusätzlich analysiert werden sollten. Unter diesem Gesichtspunkt gibt es zum einen das Problem des gläsernen Patienten. Die Frage ob die medizinische Versorgung immer verbessert werden sollte, nur weil es möglich ist, wurde noch nicht gestellt. Selbst eine Verbesserung kann ethisch nicht sinnvoll sein, wenn dies zu Lasten der Patienten und deren informellen Selbstbestimmung geht. Diese beiden Punkte sollten gegeneinander abgewogen werden, um den richtigen Weg für die Entwicklung medizinischer Anwendungen zu finden.

Ethische Fragen, die des Weiteren durch personalisierte Medizin zustande kommen, konnten in der Arbeit nicht behandelt werden. So könnte durch die kleiner werdenden Patientengruppen die Möglichkeit zur Diskriminierung mancher dieser Gruppen entstehen [Sch13], wie es heutzutage schon von der Pharmaindustrie durch die Wahl der Forschungsgebiete für lukrative Medikamente praktiziert wird [Lie11]. Außerdem wurden die Auswirkungen von finanziellen Vergütungen nur am Rande behandelt, welche die Dynamik eines Systems noch stark verändern kann. Zwar wurde bei den Ärzten die Möglichkeit von Zuwendungen in Betracht gezogen, doch wurde der finanzielle Aspekt des technischen System in der Architektur nicht beachtet.

Für eine ganzheitliche Analyse muss auch die Umwelt außerhalb der Gruppe hinzugezogen werden. Außenstehende müssen noch betrachtet werden, und aus welchen Gründen sie das System angreifen würden. Hierbei ist es wichtig, nicht nur blind die Taktiken und Angriffe zu blockieren, da diese durch den technischen Fortschritt viel schneller wachsen, als sie verhindert werden können [Sch12]. Denn diese werden immer ausgefeilter und nutzen immer neue, und oftmals noch unentdeckte Schwachstellen aus. Hier muss ebenfalls auf die Interessen der außenstehenden Akteure eingegangen werden, aus welchem Grund sie in dieses System eindringen wollen, und dergleichen durch Druckmechanismen oder Anreize, sowie Sanktionen verhindert werden könnte.

Das technische System wird in dieser Arbeit mitten in der Ausführung betrachtet, als wäre es schon implementiert. Eine Frage, die deshalb nicht betrachtet wurde ist, wie dieses System angestoßen werden kann. So muss beispielsweise noch geklärt werden, wer als Kontrollinstanz in Frage kommen

würde und welche Hersteller Management-Agenten implementieren könnten. Ein weiterer Punkt dieser Frage ist noch, wie ein solches System den Akteuren vorgestellt werden kann. Denn es gehört zu den vertrauensbildenden Maßnahmen das System durch Experten vorzustellen um Rückfragen zu ermöglichen. Sogar wer diese Experten sein könnten ist nicht geklärt. Eine mögliche Wahl könnten hier die Hersteller der Management-Agenten sein. Eine weitere Frage, die sich daran nahtlos anschließt ist zudem, in welcher Form die Akteure informiert werden müssen. Des Weiteren sollte die Frage erörtert werden, wie solche Gespräche aussehen könnten, um den Nutzen dieses Systems zu verdeutlichen und zu zeigen wie die Akteure überprüfen können, ob das System vertrauenswürdig ist.

Dabei ist noch unklar auf welchem Level das technische System die verschiedenen Akteure informieren soll. So wäre ein abstrakterer Informationsgrad für Patienten bestimmt sinnvoll, sodass sie die Informationen leicht verstehen können, ohne sich überfordert zu fühlen. Wie dieser Abstraktionslevel aussehen und implementiert werden könnte ist ein sehr wichtiger Aspekt, der noch behandelt werden muss. Dabei muss beachtet werden, dass der Patient nicht von Informationen ausgeschlossen wird, sondern diese für ihn lediglich verständlich angeboten werden sollen.

Ebenso wurden in dieser Arbeit nur Patienten, Ärzte und Quellen betrachtet. Und dies nur auf einer recht abstrakten und zusammenfassenden Ebene. So müsste jede dieser Gruppen noch weiter unterteilt werden. Allgemeinmediziner haben beispielsweise ein ganz anderes Interesse an der Anwendung als Fachärzte, die in der Krebsforschung aktiv sind. Genauso gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Quellen. Ein Pharmahersteller hat sicherlich andere Interessen an einer solchen medizinischen Anwendung als das Deutsche Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI). Bei den Patienten gibt es sogar die größten Unterschiede, da sie aus allen Bevölkerungsgruppen stammen. So könnte auch diskutiert werden, ob es nicht sogar verschiedener Moderations-Agenten, nicht nur innerhalb der Ärzteschaft, sondern in gleicher Weise für die Patienten bedarf. Andere Akteure wurden außerdem noch gar nicht in Betracht gezogen.

Zudem ist ebenso keine Lösung dafür gefunden, wie die Agenten am Anfang des technischen Systems Vertrauen ineinander fassen sollen. So wäre es gut möglich, dass diese erst einmal fehlerhaft funktionieren, bis sich ein Vertrauensnetz gebildet hat. Dieser Anfangszustand wäre aber alles andere als ideal, da in dieser Anfangszeit viele Nutzer das System durch diese Fehler ablehnen könnten. Ferner ist es generell nicht ratsam ein System in der Medizin zu etablieren, das erst fehlerhaft arbeitet. Es wäre aber denkbar ein kleines Netz von Management- und Informations-Agenten anzubieten, welches sich erst langsam ausweitet. Die Informations-Agenten würden dann erst einmal von größeren Unternehmen gestellt, die allerdings nur auf ihren Daten arbeiten. Zwar würde das einen zusätzlichen starken Aufwand für diese Unternehmen bedeuten. Sie hätten jedoch den Vorteil am Anfang bevorzugt behandelt zu werden. Die Gefahr besteht hier natürlich wieder, dass durch geschicktes Marketing, Ärzte dazu bewogen werden nur bestimmten Quellen zu vertrauen. Diese Aspekte müssen alle noch detaillierter diskutiert und analysiert werden.

Nach [Sch12] kann ein System nicht restlos gegen Vertrauensbrüche gesichert werden. Irgendwann übersteigt der Aufwand ein System zu sichern, den Verlust welcher durch Abweichungen entstehen kann.

Es gibt immer Abweichler, diese tragen aber letztendlich auch zur Weiterentwicklung der Gesellschaft bei. Denn nicht jede Abweichung muss tatsächlich schlecht sein. Solche Abweichungen werden irgendwann nicht mehr als Abweichung gewertet und gesellschaftlich anerkannt. Ein Beispiel hierfür ist die Abweichung von Rosa Parks welche verhaftet wurde, weil sie im Bus nicht aufstehen wollte als sich ein Weißer in den hinteren Teil des Busses setzte. Dies war der erste Stein, welcher die schwarze Bürgerrechtsbewegung auslöste und ins Rollen brachte [Par99].

Vertrauen ist ein Prozess und kein Produkt, da sich Einstellungen immer ändern, müssen ebenfalls die Anforderungen an das Vertrauen ständig geändert werden. „Manchmal sind Abweichungen eine Art gesellschaftlicher Schmierstoff: kleine gesellschaftliche Unaufrichtigkeiten, die uns alle das Leben ein wenig erleichtern“ [Sch12, Seite 311]. So sind Ausflüchte im Alltag sicher eine sinnvolle Investition. Das Problem an der Sache ist, dass Systeme und Druckmechanismen nicht zwischen guten und schlechten Abweichungen unterscheiden können. So müssen sie immer wieder aktualisiert werden, um einerseits die Gesellschaft weiter vor Ungerechtigkeit zu schützen, aber ebenso um positive gesellschaftliche Veränderungen zulassen zu können. Die Autorin ist aber der Meinung, dass ein gut konzipiertes und kontinuierlich gewartetes System solche Veränderungen abfangen und implementieren kann.

Zum Schluss soll hier noch einmal auf das grundlegende Vertrauenskonzept von [Mö07] hingewiesen werden. In welchem es, wie in Abbildung 2.4 zu sehen, zwei grundlegende unterschiedliche Komponenten des Vertrauens gibt. Zum einen die Attribute, welche einem das Vertrauen vereinfachen können. Nach [Mö07] sind dies Vernunft, Erfahrung und Routine, in welchen er alle beeinflussbaren Faktoren zusammenfasst. Wichtig ist aber die zweite Komponente, welche er Glaube nennt. Diese kann nicht beeinflusst werden und ist die restliche Lücke, welche bleibt, und die es zu überwinden gilt, damit vertraut werden kann. Gäbe es diese Lücke nicht, müsste gar nicht vertraut werden. Diese Erkenntnis kann ebenso für ontologiebasierte medizinische Anwendungen berücksichtigt werden. Wie die Attribute genannt und zusammengefasst werden, ist hierbei nicht von essenzieller Bedeutung. Aber es sind diese Faktoren, welche verbessert werden können. Der letztendliche Glaube kann den Benutzern nicht abgenommen werden, doch gilt es diesen möglichst wenig zu strapazieren, indem die Lücke klein gehalten wird.

Abbildungen

1.1	Die <i>Semantic Web Pyramide</i> aus [Hor05]	2
2.1	Interdisziplinäres Modell des Vertrauens aus [McK01]	14
2.2	Allgemeines Schema des Vertrauens im <i>Semantic Web</i>	15
2.3	Der Vertrauensaufbau im <i>Semantic Web</i>	16
2.4	Grundlegendes Vertrauensmodell nach Möllering	20
2.5	Das Vorgehen nach [Sch12] bei der Analyse der Gruppe	21
3.1	Interaktion im Gesundheitswesen nach [Ger14]	32
3.2	Interaktion zwischen Arzt und Patient	33
3.3	Das sozio-technische System nach [Syd85]	43
3.4	Interaktion der Akteure mit dem System	47
4.1	Schematische Repräsentation der Hauptklassen der <i>Anatomy taxonomy</i> aus [Ros03]	54
4.2	Die LODD Ontologien umgeben von Teilen der <i>Linked Data Cloud</i> aus [Jen08]	55
4.3	Übersicht ausgewählter Typen, sowie Subtypen und Restriktionen der TMO aus [Luc11]	57
4.4	Architektur des technischen Systems	59
4.5	Beispielhafte Anwendung des technischen Systems	61
4.6	Beispielhafter Vertrauensaufbau unter Agenten	62

Tabellen

3.1	Mögliche Interessen und Abweichungen der Akteure	39
3.2	Interaktion mit dem technischen System	46

Literaturverzeichnis

- [Alb92] Alber, Jens. *Das Gesundheitswesen der Bundesrepublik Deutschland : Entwicklung, Struktur und Funktionsweise*. Campus Verlag GmbH, 1992.
- [Ans11] Anselm, Reiner. „Auch die Tatsache, dass man nicht alles weiß, ist eine Bedingung für das je eigene Leben“ (Bernard Williams). Evangelisch-theologische Überlegungen über Schicksal, Zukunftsoffenheit und prädiktive Medizin am Anfang des Lebens. In Maio, Giovanni, editor, *Abschaffung des Schicksals? Menschsein zwischen Gegebenheit des Lebens und medizintechnischer Gestaltbarkeit*, page 350–367. Herder, 2011.
- [Art07] Artz, Donovan und Gil, Yolanda. A survey of trust in computer science and the Semantic Web. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, 5, 2007. Software Engineering and the Semantic Web.
- [Ass12] Assaf, A. und Senart, A. Data Quality Principles in the Semantic Web. In *Semantic Computing (ICSC), 2012 IEEE Sixth International Conference on*, pages 226–229, Sept 2012.
- [Bad10] Badr, Youakim und Chbeir, Richard und Abraham, Ajith und Hassanien, Aboul-Ella, editor. *Emergent Web Intelligence: Advanced Semantic Technologies*. Advanced Information and Knowledge Processing. Springer London, 2010.
- [Boh98] Bohm, Steffen und Häussler, Bertram und Schmidt, Detlef. *Betreuungsdienste für chronisch Kranke: BcK*. IGES, 1998.
- [Bri99] Brin, David. *The Transparent Society: Will Technology Force Us to Choose Between Privacy and Freedom?* Basic Books, 1999.
- [Bun13] Bundesministerium für Bildung und Forschung, Referat Gesundheitsforschung. *Aktionsplan individualisierte Medizin, Ein neuer Weg in Forschung und Gesundheitsversorgung*. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Februar 2013.
- [But13] Butz, Ulrike. „Vertrauen Sie mir, ich bin Arzt!“ Der Zusammenhang von Vertrauen und Macht in der Arzt-Patienten-Beziehung. In Anselm, Reiner und Inthorn, Julia und Kaelin, Lukas und Körtner, Ulrich H. J., editor, *Autonomie und Macht. Interdisziplinäre Perspektiven auf medizinethische Entscheidungen*, Edition Ethik, pages 51–66. Edition Ruprecht, 2013.

- [Cap08] Capurro, Rafael. Zwischen Vertrauen und Angst. Über Stimmungen der Informationsgesellschaft. In Klumpp, Dieter und Kubicek, Herbert und Roßnagel, Alexander und Schulz, Wolfgang, editor, *Informationelles Vertrauen für die Informationsgesellschaft*, pages 53–62. Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- [Ceo10] Ceolin, Davide und van Hage, Willem R. und Fokkink, Wan. A Trust Model to Estimate the Quality of Annotations using the Web. In *Extending the Frontiers of Society On-Line*. WebSci10, April 2010.
- [Cor03] Corritore, Cynthia L. und Kracher, Beverly und Wiedenbeck, Susan. On-line Trust: Concepts, Evolving Themes, a Model. *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, 58(6):737–758, June 2003.
- [Det01] Dettmeyer, Reinhard. Behandlungsfehler. In *Medizin Recht für Ärzte*, pages 329–355. Springer Berlin Heidelberg, 2001.
- [Dil09] Dillon, Tharam S. und Chang, Elizabeth und Meersman, Robert und Sycara, Katia. *Advances in Web Semantics I*. Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- [Eil11] Eilmann, Sonja und Behrend, Frank D. und Hübner, Raimo und Weitlaner, Erwin. Interessengruppen/Interessierte Parteien. In Michael Gessler, editor, *Kompetenzbasiertes Projektmanagement*, volume 1, pages 67–97. Gesellschaft für Projektmanagement, 2011.
- [Eri99] Erikson, E.H. *Kindheit und Gesellschaft*. Klett-Cotta, 1999.
- [Fü11] Fürber, Christian und Hepp, Martin. Towards a Vocabulary for Data Quality Management in Semantic Web Architectures. In *Proceedings of the 1st International Workshop on Linked Web Data Management*, LWDM '11, pages 1–8, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [Fac10] Fachbereich Industrielle Informationstechnik. *Agentensysteme in der Automatisierungstechnik - Grundlagen*. VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik, 2010.
- [Fri10] Frings, Cornelia. *Soziales Vertrauen: Eine Integration der soziologischen und der ökonomischen Vertrauensstheorie*. VS Verlag für Sozialwissenschaften | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2010.
- [Gao10] Gao, Qi und Houben, Geert-Jan. Rethinking Trust on the Web of Linked Data. In *Extending the Frontiers of Society On-Line*. WebSci11, April 2010.
- [Ger14] Gerlinger, Thomas und Burkhardt, Wolfram. Die wichtigsten Akteure im deutschen Gesundheitswesen. Teil 2: Verbände und Körperschaften der gemeinsamen Selbstverwaltung. *Gesundheitspolitik*, 2014. Abgerufen am 26.11.2014.
- [Hö05] Höhler, Gertrud. *Warum Vertrauen siegt*. Ullstein Taschenbuch, 2005.

- [Had09] Hadzic, Maja und Wongthongtham, Pornpit und Dillon, Tharam und Chang, Elizabeth. *Ontology-Based Multi-Agent Systems*. Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- [Har01] Hartmann, Martin. *Vertrauen: Die Grundlage des sozialen Zusammenhalts (Theorie und Gesellschaft)*. Campus Verlag, 2001.
- [Hei12] Heinecke, Andreas M. *Mensch-Computer-Interaktion: Basiswissen für Entwickler und Gestalter*. Springer, 2012.
- [Hit08] Hitzler, Pascal und Krötzsch, Markus und Rudolph, Sebastian und Sure, York. *Semantic Web - Grundlagen*. Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- [Hor05] Horrocks, Ian und Parsia, Bijan und Patel-Schneider, Peter und Hendler, James. Semantic Web Architecture: Stack or Two Towers? In Fages, François and Soliman, Sylvain, editor, *Principles and Practice of Semantic Web Reasoning*, volume 3703 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 37–41. Springer Berlin Heidelberg, 2005.
- [Imh11] Imhof, R. und Päuser, S. Personalisierte Medizin. *Der MKG-Chirurg*, 4(1), 2011.
- [Jen08] Jentzsch, Anja und Zhao, Jun und Hassanzadeh, Otkie. Linking Open Drug Data, 2008.
- [Kat09] Katebi, Mojtaba und Katebi, S. D. Trust Models Analysis for the Semantic Web. *2010 Developments in E-systems Engineering*, 2009.
- [Klu08] Klumpp, Dieter und Kubicek, Herbert und Roßnagel, Alexander und Schulz, Wolfgang. Informationelles Vertrauen für die Informationsgesellschaft. In Klumpp, Dieter und Kubicek, Herbert und Roßnagel, Alexander und Schulz, Wolfgang, editor, *Informationelles Vertrauen für die Informationsgesellschaft*, pages 1–9. Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- [Kub08] Kubicek, Herbert. Vertrauen durch Sicherheit — Vertrauen in Sicherheit. Annäherung an ein schwieriges Verhältnis. In Klumpp, Dieter und Kubicek, Herbert und Roßnagel, Alexander und Schulz, Wolfgang, editor, *Informationelles Vertrauen für die Informationsgesellschaft*, pages 17–35. Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- [Kuh08] Kuhlen, Rainer. Vertrauen in elektronischen Räumen. In Klumpp, Dieter und Kubicek, Herbert und Roßnagel, Alexander und Schulz, Wolfgang, editor, *Informationelles Vertrauen für die Informationsgesellschaft*, pages 37–51. Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- [Lan08] Langer, Vivien. John Bowlby: Frühe Bindung und kindliche Entwicklung. In Pritz, Alfred, editor, *Einhundert Meisterwerke der Psychotherapie*. Springer Vienna, 2008.
- [Lei07] Lei, Yuanguai und Uren, Victoria und Motta, Enrico. A Framework for Evaluating Semantic Metadata. In *Proceedings of the 4th International Conference on Knowledge Capture, K-CAP '07*, pages 135–142, New York, NY, USA, 2007. ACM.

- [Les98] Lessig, Lawrence. The New Chicago School. *The Journal of Legal Studies*, 27(2):661–91, 1998.
- [Ley08] Leyman, Frank. Wie Belgien das Vertrauen der Bürger in E-Government aufbaute. In Klumpp, Dieter und Kubicek, Herbert und Roßnagel, Alexander und Schulz, Wolfgang, editor, *Informationelles Vertrauen für die Informationsgesellschaft*, pages 357–362. Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- [Lie11] Lieb, Klaus and Klemperer, David and Koch, Klaus and Baethge, Christopher and Ollenschläger, Günter and Ludwig, Wolf-Dieter. Interessenkonflikte in der Medizin: Mit Transparenz Vertrauen stärken. *Dtsch Arztebl International*, 108(6):A–256–A–260, 2011.
- [Loc12] Locher, H. Translationale Forschung und manuelle Medizin. *Manuelle Medizin*, 50(1), 2012.
- [Luc11] Luciano, Joannes und Andersson, Bosse und Batchelor, Colin. The Translational Medicine Ontology and knowledge Base: driving personalized medicine by bridging the gap between bench and bedside. *Journal of Biomedical Semantics*, 2, 2011.
- [Luh00] Luhmann, Niklas. *Vertrauen: Ein Mechanismus der Reduktion sozialer Komplexität*, volume 4. UTB, Stuttgart, 2000.
- [Mö07] Möllering, Guido. Grundlagen des Vertrauens: Wissenschaftliche Fundierung eines Alltagsproblems. *Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung, Jahrbuch 2007- 2008*, 2007.
- [McK01] McKnight, D. Harrison and Chervany, Norman L. What Trust Means in E-Commerce Customer Relationships: An Interdisciplinary Conceptual Typology. *Int. J. Electron. Commerce*, 6(2):35–59, December 2001.
- [Mih14] Mihm, Andreas. Hohe Kosten und kein Nutzen. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 06 2014.
- [Nau11] Naubourg, Pierre und Savonnet, Marinette und Leclercq, Éric und Yétongnon, Kokou. A Approach to Clinical Proteomics Data Quality Control and Import. In Böhm, Christian und Khuri, Sami und Lhotská, Lenka und Pisanti, Nadia, editor, *Information Technology in Bio- and Medical Informatics*, volume 6865 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 168–182. Springer Berlin Heidelberg, 2011.
- [Ost99] Ostrom, Elinor. *Die Verfassung der Allmende: jenseits von Staat und Markt*. Die Einheit der Gesellschaftswissenschaften. Mohr Siebeck, 1999.
- [Par99] Parks, Rosa. *Rosa Parks: My Story*. Puffin, 1999.
- [Pup14] Puppe, Frank. Medizinische Entscheidungsunterstützungssysteme. *Informatik-Spektrum*, 37(3):246–249, 2014.

- [Ram78] Ramm, Thilo. Juristische Person und Verfassung. In Klug, Ulrich und Ramm, Thilo and Rittner, Fritz und Schmiedel, Burkhard, editor, *Gesetzgebungstheorie, Juristische Logik, Zivil- und Prozeßrecht*, pages 229–239. Springer Berlin Heidelberg, 1978.
- [Ren08] Renn, Ortwin und Kastenholz, Hans. Vertrauensverlust in Institutionen: Herausforderung für die Risikokommunikation. In Klumpp, Dieter und Kubicek, Herbert und Roßnagel, Alexander und Schulz, Wolfgang, editor, *Informationelles Vertrauen für die Informationsgesellschaft*, pages 103–120. Springer Berlin Heidelberg, 2008.
- [Rin11] Ringrose, Leonie. Update: Personalisierte Medizin Von der DNA über Biomarker zu individualisierter Medizin. *Amgen.Press.Academy*, November 2011.
- [Rop09] Ropohl, Günter. *Allgemeine Technologie : eine Systemtheorie der Technik* . Universitätsverlag Karlsruhe, 3 edition, 2009.
- [Ros03] Rosse, Cornelius und José, L. V. und Mejino, Jr. A reference ontology for biomedical informatics: the Foundational Model of Anatomy. *Journal of Biomedical Informatics*, 36(6), 2003.
- [Ros06] Rosenbrock, Rolf und Gerlinger, Thomas. *Gesundheitspolitik: Eine systematische Einführung*. Verlag Hans Huber, 2 edition, 2006.
- [Ros08] Rosse, Cornelius und José, L. V. und Mejino, Jr. The Foundational Model of Anatomy Ontology. In Burger, Albert und Davidson, Duncan und Baldock, Richard, editor, *Anatomy Ontologies for Bioinformatics*, volume 6 of *Computational Biology*, pages 59–117. Springer London, 2008.
- [Rum07] Rumler. *Marketing für mittelständische Unternehmen*. SPC TEIA, 2007.
- [Sch12] Schneier, Bruce. *Die Kunst des Vertrauens*, volume 1. mitp, Heidelberg, 2012.
- [Sch13] Schildmann, Jan und Marckmann, Georg und Vollmann, Jochen. Personalisierte Medizin. Medizinische, ethische, rechtliche und ökonomische Analysen. *Ethik in der Medizin*, 25(3), 2013.
- [Ste12] Steghöfer, Jan-Philipp und Reif, Wolfgang. Die Guten, die Bösen und die Vertrauenswürdigen – Vertrauen im Organic Computing. *Informatik-Spektrum*, 35(2):119–131, 2012.
- [Syd85] Sydow, Jörg. *Der soziotechnische Ansatz der Arbeits- und Organisationsgestaltung. Darstellung, Kritik, Weiterentwicklung*. Campus Verlag GmbH, 1985.
- [Tah03] Tahajod, Maryam und Iranmehr, Azadeh und Khozooyi, Nasim. Trust Management for the Semantic Web. In Tahajod, Maryam und Iranmehr, Azadeh und Khozooyi, Nasim, editor, *The Semantic Web - ISWC 2003*, volume 2870 of *Lecture Notes in Computer Science*.

Springer Berlin Heidelberg, 2003.

- [Vor07] Vorochek, O. und Biletskiy, Y. Toward Assessing Data Quality of Ontology Matching on the Web. In *Communication Networks and Services Research, 2007. CNSR '07. Fifth Annual Conference on*, pages 317–322, May 2007.
- [Was99] Wasem, Jürgen. *Das Gesundheitswesen in Deutschland: Einstellungen und Erwartungen der Bevölkerung. Wissenschaftliche Analyse und Bewertung einer repräsentativen Bevölkerungsstudie*. Neuss: Janssen-Cilag GmbH, 1999.
- [Wes08] Wessing, Helga. *Behandlungsfehlervorwürfe in der Anästhesiologie: Ausblick auf Fehlerkorrektur und Fehlermanagement in der Medizin*. Lehmanns, 2008.
- [Wor14] Woratschka, Rainer. Elektronische Gesundheitskarte - Krankenkassen machen Druck. *Der Tagesspiegel*, 06 2014.
- [Zha06] Zhang, Yu und Chen, Huajun und Wu, Zhaohui und Zheng, Xiaoqing. Develop a Computational Trust Prototype for the Semantic Web. In *Data Engineering Workshops, 2006. Proceedings. 22nd International Conference on*, 2006.
- [Zie04] Ziegler, Cai-Nicolas und Lausen, G. Spreading activation models for trust propagation. In *e-Technology, e-Commerce and e-Service, 2004. EEE '04. 2004 IEEE International Conference on*, March 2004.
- [Zie07] Ziegler, Andrea. Behandlungsfehler. In Hick, Christian, editor, *Klinische Ethik*, Springer-Lehrbuch, pages 185–195. Springer Berlin Heidelberg, 2007.