

Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie der Technischen Universität München

Abteilung Medizinische Informatik
Klinikum rechts der Isar
(Direktor des Instituts: Univ.-Prof. Dr. K. Kuhn)

Modellierung der Suchregeln zur Informationserschließung in einem Combined Clinical Decision Support System (C-CDSS) für die gastroenterologische Endoskopie

Aniko-Gabriela Wenk

Vollständiger Abdruck von der Fakultät für Medizin der Technischen
Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Medizin
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation: 1. apl. Prof. Dr. A. Horsch
2. Univ.-Prof. Dr. K. Kuhn

Die Dissertation wurde am 07.07.2009 bei der Technischen Universität
München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 27.01.2010
angenommen.

*Für meine Kinder
Alexandra und Sebastian,
meinem Mann Christian
und meinen Eltern.*

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Material und Methoden	7
2.1	Wissen, Wissenserwerb, Wissensverarbeitung	7
2.2	Expertensysteme. Decision Support Systems (DSS). Unterschiede	11
2.3	Medizinische DSS	23
2.4	Informationsbeschaffung in der Medizin	36
2.5	Das Projekt ENDOTEL	39
2.6	Das Entscheidungsunterstützungssystem im Projekt ENDOTEL	46
2.6.1	Spezifikation und Gesamtkonzept des Entscheidungsunterstützungssystems	47
2.6.2	Der Datenbankentwurf, Datenschema und die Regeleinträge	48
2.6.3	Methoden der Wissensverarbeitung und Regelverarbeitung	50
3	Ergebnisse	56
3.1	Die Suchachsen	56
3.1.1	Die Achse Lokalisationen.....	56
3.1.2	Die Achse Befunde.....	61
3.1.3	Die Achse Diagnosen	62
3.1.4	Die Achse Interventionen	62
3.2	Die Regeln	66
3.3	Aufbau der Falldatenbank	76
3.4	Workflow einer Anfrage	78
3.5	Evaluation	79
4	Diskussion	99
4.1	Diskussion der erzielten Ergebnisse in der Testevaluation	99
5	Zusammenfassung	102
6	Literaturverzeichnis	103
7	Anhang	103
7.1	Übersicht medizinische Entscheidungsunterstützungssysteme	113
7.2	Evaluationsfragebogen	114
	Danksagung	118

1 Einleitung

In den letzten Jahren wird vermehrt über die Begriffe Qualität in der medizinischen Versorgung, patientenzentrierte Medizin und Kosteneffizienz diskutiert.

Zur Definition von Qualität und zur Bemessung der Qualität der medizinischen Versorgung gibt es noch keine verbindlichen Kriterien. Zwar wurde vom Institute of Medicine der National Academy of Sciences in 1990 folgende Definition entwickelt:

„Qualität der Behandlung ist das Maß, in dem die gesundheitliche Versorgung von Individuen oder Gruppen die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass vom Patienten erwünschte auf die Gesundheit bezogene Ergebnisse erzielt werden und zwar in Übereinstimmung mit dem aktuellen Wissen des Berufstandes“ [vgl. Lohr KN, N. Engl J Med 1990, 322: S 707-712] ,

jedoch widerspiegelt diese Definition eher die Sicht des Patienten.

Ein großes Problem in der Sicherung einer qualitativ hochwertigen medizinischen Versorgung besteht sicherlich darin, dass eine wahre Flut der Information vorhanden ist, (nur auf dem Gebiet der Inneren Medizin gibt es jährlich ca. 2 Millionen Artikel in 25000 medizinischen Fachzeitschriften, ca. 250.000 bis 1.000.000 kontrollierte Studien und ca. 9000 randomisierte klinische Studien pro Jahr [vgl. Olkin, *Stat Med* 1995, 14 S457–472.]) deren Bewältigung nur dann möglich ist wenn eine effiziente Informationssuche betrieben wird. Das bedeutet konkret für den Arzt, dass er sich Techniken aneignen muss zur Beurteilung der Qualität medizinischer Literatur, zur richtigen Selektion der für ihn wesentlichen Literatur, zur Verfügbarmachung der Information, zur richtigen Anwendung in der Lösung alltäglicher klinischer Probleme und zur Nutzung von PC und Datenbanken [vgl. Klemperer Dr. med. Mabuse 1996, S22-27].

Ein anderes Problem in der Qualitätssicherung ist auch die Tatsache, dass das medizinische Wissen sehr schnell veraltet.

Ein allgemeines Ziel, auf Grund der genannten Probleme, ist die Erarbeitung von medizinisch-wissenschaftlichen Grundlagen welche beim Arzt zu einer Verbesserung der Entscheidungsfindung und der Vorgehensweise führen soll. In diesem Sinne wurden in den letzten Jahren Richtlinien für die evidenzbasierte Medizin erarbeitet [Evidence-Based Medicine Working Group, JAMA 1992, 268: S2420-2425].

In den letzten Jahren wurden auch in der Ärzteschaft vermehrt Ansätze verfolgt um eine bessere Qualität der medizinischen Versorgung zu erzielen. Hierbei seien auf jeden Fall die Richtlinien der Evidenzbasierten Medizin genannt.

Was ist denn evidenzbasierte Medizin? Laut Sackett et al. wird sie folgendermaßen definiert:

“Evidence-based medicine is the conscientious, explicit and judicious use of current best evidence in making decisions about the care of individual patients.” [vgl. Sackett et al. British Medical Journal 1996 312: S71-72]

Eine evidenzbasierte Medizin integriert die eigenen Erfahrungen und Lernprozesse mit den neuesten und besten externen Hinweisen die man aus einer systematischen Recherche erarbeitet [vgl. Sackett et al. British Medical Journal 1996 312: S71-72].

Mit der rapiden Zunahme der Leistungsfähigkeit von Rechenanlagen und der für ihre Programmierung verfügbaren Methoden entstand bereits vor langer Zeit die Idee, die Entscheidungsfindung von Experten verschiedener Fachgebiete mit Computersystemen nachzubilden. In der Medizin wurden innerhalb der letzten vier Jahrzehnte von Ärzten und Informatikern verschiedene Modelle entwickelt, um die Abläufe in Diagnostik und Therapie besser zu verstehen, nachvollziehbar zu machen und schließlich auch mit Systemen gezielt zu unterstützen. Entsprechende Computerprogramme sind unter dem Namen Clinical Decision Support Systems (CDSS) bekannt. [Miller RA, Jamia 1 1994, S8-27]

Nach aktuellem Verständnis geht die klinische Diagnosefindung von einer Fülle von Daten aus, entstanden aus Anamnese, klinischer Untersuchung, verschiedenen Laboruntersuchungen und bildgebenden Verfahren. Sie ist der Prozess, in welchem Schritt für Schritt von einem Anfangspunkt (einer Fragestellung und einer Fülle von Daten) bis hin zu einem Endpunkt (den Diagnosen und Differentialdiagnosen) eine vorliegende Erkrankung ermittelt wird. [Miller RA, Jamia 3 1996, S429-431]

Weil dieser Prozess der Diagnosefindung systematisch und schrittweise stattfindet, und immer neue Daten anfallen, entstand schon früh die Idee, dem Arzt anhand eines computerbasierten Algorithmus die Entscheidung zu erleichtern. Dadurch kam es zur Entwicklung von sogenannten Decision Support Systemen beziehungsweise von Expertensystemen.

Expertensysteme sind sogenannte „intelligente“ Computersysteme, in welchen das Sach- und Erfahrungswissen von Experten gespeichert wurde. Die anfängliche Euphorie über die Ex-

pertensysteme und deren Rolle und Einsetzbarkeit in der klinischen Praxis wich jedoch langsam der Erkenntnis, dass solche Systeme nicht überall und nicht universell einsetzbar sind [vgl. Gamper J., APIS- Zeitschrift für Politik, Ethik, Wissenschaft und Kultur im Gesundheitswesen. 1996: S.1-12].

Hingegen sind Clinical Decision Support Systems computer-basierte Algorithmen welche einem Arzt in einem oder mehreren Schritten der Diagnosefindung assistieren [vgl. Berner Eta S., Clinical Decision Support Systems, Theory and Practice. New York, 1999, S.6]. Somit stellen Clinical Decision Support Systeme Informationen bereit die beachtet werden können, aber es wird keine Antwort generiert die den Arzt ersetzen kann [vgl. Berner Eta S., Clinical Decision Support Systems, Theory and Practice. New York, 1999, S.6].

Eine andere Methode der Entscheidungsunterstützung, durch ein Computersystem, ist die Suche des Arztes nach Informationen über seltene Diagnosen, Befunde und neuere Behandlungsmethoden. Einen solchen Ansatz der Entscheidungsunterstützung verfolgen medizinische Informationssysteme wie z.B. Medivista [<http://www.medivista.de/>], MMRL [<http://www.pslgroup.com/dg/27ea.htm>], oder andere. Diese Systeme stellen geeignete Informationen, die zur Entscheidungsfindung beitragen können, bereit. Nur durch die Bereitstellung von Informationen wird der Arzt jedoch nicht der selbstverantwortlichen Diagnosestellung entbunden. Somit können Bilder, Videos, Textdokumente über eine grafische Benutzerschnittstelle dem Anwender zugänglich gemacht werden. In dieser Form präsentieren sich diese Systeme wie Online-Nachschlagewerke anhand dessen man ohne großen Zeitaufwand die gewünschten Informationen erfragen kann. Informationen dieser Systeme können fallbezogen (über Patienten) [Atlas of Gastrointestinal Endoscopy, <http://www.endoskopischer-atlas.de/>], oder systematisiert (ICD-10 [<http://www.dimdi.de>]) sein.

Das größte Problem bei der Entwicklung von Entscheidungsunterstützungssysteme liegt darin, dass die systematisierten Inhalte in statischer Form aufgebaut sind. Das bedeutet, dass es zu Schwierigkeiten kommt wenn man die Systeme verwalten oder aktualisieren muss [vgl. Barth et. al, Fusing a Systematic and a Case-based Repository for Medical Decision Support. Submitted to MIE2003, Saint Malo, May 2003].

Bis zum jetzigen Zeitpunkt war der Arzt gezwungen bei seiner Recherche-Arbeit immer auf die zwei verschiedenen, vorher beschriebenen Systeme zuzugreifen. Das führte zu Zeitverlusten und förderte nicht gerade die Akzeptanz solcher Informationssysteme. Deswegen war im Rahmen des Forschungsprojektes ENDOTEL der Ansatz fallbezogene und systematisierte

Systeme miteinander zu verbinden um ein informatives und dynamisches System zu generieren [vgl. Barth et. al, Fusing a Systematic and a Case-based Repository for Medical Decision Support. Submitted to MIE2003, Saint Malo, May 2003].

Im Forschungsprojekt ENDOTEL (Endoscopy Teleservices) [<http://www.imse.med.tu-muenchen.de/mi/endotel>] wird im Institut für Medizinische Informatik an der TU München ein umfangreicher Entscheidungsunterstützungsdienst für die gastroenterologische Endoskopie entwickelt. Im Zuge dieser Arbeiten wird außerdem ein neuartiges sog. Combined Clinical Decision Support System (C-CDSS) [vgl. Barth et. al, Fusing a Systematic and a Case-based Repository for Medical Decision Support. Submitted to MIE2003, Saint Malo, May 2003] entwickelt und implementiert. Anhand einer Wissensbasis bestehend aus zwei unterschiedlichen Informationsquellen (EST Publikations-Datenbank und Endoskopie Informations-System EIS) sollen internistischen Fachärzten praxisrelevante Informationen und problemorientierte Lösungen über eine graphische Oberfläche zur Verfügung gestellt werden.

Im ersten Teil wurde ein Konzept erstellt, das eine Schnittstelle zwischen einem Informationssystem mit allgemeiner für Gastroenterologen relevanter Informationen, sowie einer Telekonsultationsdatenbank, die fallbezogene Informationen enthält. Dieses System hat eine zusätzliche Funktion (erweiterte Suche), welche eine regelbasierte Arbeit zulässt. Das heißt, die Informationen werden mittels Regeln, die durch die sogenannte Inference-Engine ausgewertet werden, um zusätzlich relevante Informationen erweitert [vgl. Barth Diplomarbeit 2003 S14]. Dieser Prototyp enthielt nur eine kleine Anzahl an Beispielregeln um die Funktionalität der Inference-Engine zu testen.

Gegenstand dieser Doktorarbeit im Rahmen der C-CDSS Entwicklung ist es, über ein Produktionsregelsystem (ein anderer gebräuchlicher Begriff für Entscheidungsunterstützungssysteme die aus Regeln aufgebaut sind) die Darstellung von Kausalzusammenhängen zwischen bestimmten medizinischen Sachverhalten in Form von "Wenn-Dann-Regeln" zu erarbeiten. Das Ziel ist die Bereitstellung eines Systems welches eine erweiterte „intelligente“ Suche zulässt. Unter „intelligente Suche“ wird in diesem Fall eine erweiterte Suche im Sinne der Einbeziehung ähnlicher eventuell nicht 100% relevanter Ergebnisse. Zum Beispiel sollen bei einer Suche nach den Suchachsen Lokalisation „Magen“ und Befund „Stenose“ auf Ergebnisse einbezogen werden die nicht nur dem Bereich „Magen“ zugeordnet werden. In diesem Fall soll die Suche auch Ergebnisse wie „Gastroösophageale Refluxkrankheit“ oder „Polyp des Magens und des Duodenums“ oder „Mallory-Weiss-Syndrom“ liefern. Es sollen möglichst viele Regeln erarbeitet werden um einen großen Teil der gastroenterologischen

Endoskopie abzudecken. Diese Regeln sollen als Beispiel für eventuelle Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der Inneren Medizin dienen.

Diese Arbeit ist wie folgt aufgebaut: Zunächst werden Clinical Decision Support Systeme (CDSS) und Expertensysteme im engeren Sinne definiert und kurz ihre Entwicklung beschrieben. Danach erfolgt ein Überblick über bestehende CDSS Systeme. Anschließend werden die wichtigsten Systeme zur Informationsbeschaffung in der Medizin beschrieben. Es folgt eine Beschreibung des telemedizinischen Projekts ENDOTEL, in dessen Rahmen diese Arbeit entsteht, mit dem Aufbau des Entscheidungsunterstützungssystems und die Erstellung der vier Suchachsen. Anhand dieser Suchachsen werden auch die Regeln erläutert. Die Ergebnisse einer technischen Testevaluation werden dargestellt und anschließend die Ergebnisse der Evaluation der gesamten Arbeit diskutiert. Den Abschluss bilden eine Schlussfolgerung und ein Ausblick zu den Ergebnissen dieser Arbeit.

2 Material und Methoden

2.1 Wissen, Wissenserwerb, Wissensverarbeitung

In einer modernen Informationsgesellschaft stellt das Wissen und dessen Erwerb eines der wichtigsten Grundlagen dar. Informationen, deren Qualität und schnelle Verfügbarkeit stellen heutzutage einen wichtigen Produktivitätsfaktor der Wirtschaft dar [Scholz Wissensmanagement - Grundlagen / Einführung, 20.12.2001, <http://www.knowledge-managen.de/e-learning-wissensmanagement-beitraege-archiv8-folge.html>]. Und so wie in der Wirtschaft ist der richtige Umgang mit Wissen und Informationen ein nicht zu vernachlässigender Faktor in der täglichen ärztlichen Routine.

Laut Webster's Encyclopedic Dictionary ist **Information** gleichzusetzen mit:

„Neuigkeiten, Hinweise, oder Wissen welches man von anderen erfahren hat oder selbst erarbeitet hat durch eigene Untersuchungen oder persönliches Studium.“

Nur durch sorgfältige Erhebung und Verarbeitung von Informationen ist eine angemessene medizinische Versorgung zu gewährleisten [vgl. Lehmann, 2002 S 476]. Die Informationen, welche in einem Krankenhaus anfallen, werden dementsprechend in zwei Kategorien gruppiert:

- Informationen welche nur einen einzelnen Patienten betreffen, wie z.B. persönliche Angaben, Anamnese, Einweisungsdiagnose oder aber auch abrechnungsrelevante Informationen wie z.B. Mitgliedschaft in welcher Krankenkasse.
- Patientenunabhängiges Wissen, welches das erforderliche Wissen über Krankheiten und aktuelle Therapien beinhaltet.

Laut Computing Dictionary [<http://www.hyperdictionary.com/search.aspx?Dict=&define=knowledge>] ist **Wissen**:

„Eine Ansammlung von Objekten, Konzepten und Beziehungen zwischen diesen welche in einer gemeinsamen Interessenzone existieren.“

Es gilt an dieser Stelle zu konstatieren, dass der Begriff des Wissens im wissenschaftstheoretisch-philosophischen Kontext mitnichten so unproblematisch ist, wie er sich in der alltäglichen Rede und auch in der wissenschaftlichen Praxis darstellt. Tatsächlich ist die Suche nach einer brauchbaren, das heißt einer logisch sauberen, sich aber gleichzeitig mit unserer tat-

sächlichen Verwendungsweise des Wortes deckenden Definition die große Herausforderung der modernen Erkenntnistheorie.

Mit dem Aufkommen der Analytischen Philosophie wurden einige Versuche unternommen, den logischen Status von Propositionen der Art „S weiß, dass P“ zu formalisieren. Dabei stützte man sich nahezu ausnahmslos auf Platons Auffassung von Wissen als gerechtfertigte, wahre Meinung. Ein Subjekt soll also Wissen der Proposition P haben, wenn (i) P wahr ist, (ii) S glaubt, dass P, und (iii) S darin gerechtfertigt ist zu glauben, dass P.

Nun konnte jedoch Edmund L. Gettier in seinem berühmten Aufsatz „Is Justified True Belief Knowledge?“ [vgl. Gettier, 1963 S121-123] zwei diese Definition widerlegende Gegenbeispiele liefern und damit eine bis heute andauernde Debatte auslösen. Diese sog. „Gettier-Beispiel“ hier darzustellen würde den Rahmen der Ausführung sprengen – sicher ist aber, dass sich derartige Exempel, in denen P wahr ist und von S mit einiger Rechtfertigung geglaubt wird, aber man trotzdem nicht davon sprechen würde, dass S *weiß*, dass P, relativ einfach konstruieren lassen, die oben skizzierte platonische Definition also einer Nachbesserung bedarf.

In Folge dessen wurde meist argumentiert, Bedingung (iii) sei nicht hinreichend. So forderte etwa Alvin I. Goldman [vgl. Goldman, 1967], eine zusätzlich Kausalitätsklausel in die Definition zu integrieren, sprich: für das Vorliegen von Wissen müsse zusätzlich eine kausale Verbindung zwischen der Tatsache, dass P, und S' Glauben, dass P vorliegen. Fred I. Dretske [vgl. Dretske, 1971] argumentierte über „zwingende Gründe“. Und auch einige externalistische Modelle, nach denen die rechtfertigenden Gründe dem glaubenden Subjekt nicht einmal kognitiv zugänglich sein müssten, dafür der Aspekt der Verlässlichkeit in den Vordergrund gestellt wurde, erfreuten sich einiger Beliebtheit. Jedoch wiesen all diese Lösungsansätze des Gettier-Problems zum Teil fundamentale philosophische Mängel auf, gerade die externalistischen Analysen konnten kaum den vortheoretische (natürlich- und wissenschaftssprachlichen) Intuitionen gerecht werden.

So ist derzeit die von Quine [vgl. Quine, 1969] angestoßene Überführung der klassischen Erkenntnistheorie in die Kognitionsphilosophie („Naturalisierte Erkenntnistheorie“) die populärste, weil augenscheinlich viel versprechendste Lösung: Eine Definition von Wissen kann nur über die Integration neuronaler Prozesse und anderer nomologischer Zusammenhänge der empirischen Wissenschaft erfolgen. Probat scheint auch ein Ansatz nach dem späten Wittgenstein, wonach die Notwendigkeit einer solchen Wissensdefinition überhaupt nicht

gegeben sei: Wir alle wüssten bereits sehr gut, was „Wissen“ bedeute, schließlich gebrauchten wir den Begriff ständig kompetent und ohne nennenswerte Missverständnisse – warum also noch philosophische Verklärung betreiben und versuchen, dem Offensichtlichen auf den wie auch immer gearteten Grund zu gehen?

Sicher ist: In der wissenschaftlichen, in der medizinischen Praxis verhalten wir uns tatsächlich, als wüssten wir, was „Wissen“ bedeutet. Und dieses Verhalten stellt uns vor keine weiteren Probleme. Es scheint daher sinnvoller, die Eigenschaften des Begriffs „Wissen“ sowie dessen Unterschiede zu ähnlich gearteten Konzepten zu untersuchen, als sich weiter an einer Definition zu mühen.

So besteht etwa der Unterschied zwischen Information, Daten und Wissen darin, dass neues Wissen aus bereits bestehenden Wissen durch logische Inferenzen neu erzeugt werden kann. Wenn Informationen Daten plus Bedeutung sind, dann ist Wissen Information plus Verarbeitung [<http://www.hyperdictionary.com/search.aspx?Dict=&define=knowledge>].

Da „gutes“ Wissen sehr verstreut vorhanden ist, stellt sich immer die Frage wie kann man dieses Wissen erschließen und darauf zugreifen. Diese Aufgabe sollte im Rahmen des Wissensmanagements übernommen werden.

Deswegen ist es sehr wichtig die Notwendigkeit eines Wissensmanagements zu erkennen und auch ein effektives Wissensmanagement aufzubauen.

Ziel des Wissensmanagements ist es Wissen zu strukturieren, zu dokumentieren, an einem Ort zur Verfügung zu stellen und somit einen Austausch zu ermöglichen [Scholz Wissensmanagement - Grundlagen / Einführung, 20.12.2001, <http://www.knowledge-managen.de/e-learning-wissensmanagement-artikel-seite25-folge2.html>].

Wie auch in anderen Bereichen der Wirtschaft ist auch im Gesundheitswesen (Krankenhäuser, Praxen und andere Dienstleister) ein effektives Wissensmanagement nötig, um Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen, Innovationskraft zu fördern und speziell Kosten zu senken.

Eine effiziente computergestützte Informations- bzw. Wissensbeschaffung und Wissensverarbeitung trägt in einem nicht unerheblichen Maße zur medizinischen Entscheidungsunterstützung bei. Jedoch müssen die methodischen Ansätze an den speziellen Anforderungen der Medizin und an den Besonderheiten des medizinischen Wissens angepasst werden damit man eine optimale Nutzung der Systeme erzielen kann [vgl. Lehmann et al. 2002, S. 106].

- **Wissensformen in der Medizin**

Grundlegend kann man medizinisches Wissen in drei Kategorien einteilen:

- Ø **Erfahrungswissen**, welches größtenteils aus klinischen Beobachtungen und Erfahrungen entstammt [vgl. Lehmann et al. 2002 S. 106]. Dazu gehören Beobachtungen über Erkrankungen und deren Verläufe. Sehr wichtig für die Qualität des Erfahrungswissens ist ob es aus einer umfassenden Dokumentation klinischer Sachverhalte erworben wurde [vgl. Lehmann et al. 2002, S. 106].
- Ø **Unsicheres Wissen**, geprägt von der Komplexität und Variabilität biologischer Systeme und Prozesse. Ebenso bedeutend sind die Tatsachen, dass medizinisches Wissen zu einem Sachverhalt nicht immer vollständig zur Verfügung steht und auch medizinisches Wissen einer permanenten Aktualisierungsdynamik ausgesetzt ist. Dadurch kann es selbstverständlich zur Anwendungsinkonsistenz kommen [vgl. Lehmann et al. 2002, S. 107].
- Ø **Modellwissen** mit Modellcharakter aus biophysikalischen und biochemischen Grundlagen. Dieses Wissen lässt sich meistens besser formalisieren und mit dem Computer verarbeiten, jedoch ist es nicht so einfach dieses Wissen in einer für die medizinische Entscheidungsunterstützung geeigneten Form zu erschließen [vgl. Lehmann et al. 2002, S. 107].

- **Tools die beim Wissensmanagement zum Einsatz kommen**

Es gibt verschiedene Tools die bei den verschiedenen Komponenten des Wissensmanagements zum Einsatz kommen.

Bei operativen datenbankgestützten Anwendungen kommen Data-Warehouse (Mechanik=Data-Mining) und spezielle CRM (Customer Relation Management)-Anwendungen zum Einsatz.

Bei einem datenbankgestütztem Intranet distribuieren Mechanismen zur personalisierten Informationsbereitstellung und der Einsatz von intelligenten Suchmaschinen das Wissen besser und gezielter.

Bei dokumentierten strukturierten und unstrukturierten nicht operativen Wissensquellen aus elektronischen Dokumenten kommen das Dokumentenmanagement, die Indexierungs-/Archivierungs- und Retrieval-Mechanismen, sowie im Fall von statischen Intranet-Seiten, -die Content-Management-Systeme zum Einsatz.

Wenn Wissen aus, in elektronischer Form vorhandenen Wissensquellen, verfügbar gemacht werden soll, werden Imaging- bzw. Dokumentenmanagementsysteme und Indexierungs-/Archivierungs- und Retrieval-Mechanismen verwendet.

Unstrukturierte nicht dokumentierte Wissensquellen werden über Integration von wissensdokumentierenden Mechanismen (Foren, Beiträge, Chats, Communities etc.), oder Fälle von operativem "Projekt"-Wissen, über Team- und Projektrooms verfügbar gemacht [Scholz Wissensmanagement - Grundlagen / Einführung, 20.12.2001, <http://www.knowledge-managen.de/e-learning-wissensmanagement-artikel-seite25-folge5.html>].

Bei den hier aufgeführten Wissensformen zeigt sich, dass es durchaus Hindernisse gibt beim Versuch ein effizientes Wissensmanagement aufzubauen. Der wichtigste Aspekt hierfür ist die Tatsache, dass das Wissensmanagement fast immer den Einsatz von IT (Informationstechnologie) bedingt. Dadurch wird eine genaue Anforderungsanalyse erfordert um die richtigen Systeme zu konzipieren.

Eine wichtige Rolle beim Aufbau von Wissensbasen und dem Wissensmanagement, spielte die Forschung in dem Bereich der künstlichen Intelligenz und der Expertensysteme, im angloamerikanischen Raum, die wissensbasierten Systeme (Knowledge Systems) genannt.

2.2 Expertensysteme. Decision Support Systems (DSS). Unterschiede

Expertensysteme

Die Erforschung von Expertensystemen stellt eine erfolgreiche Teildisziplin der künstlichen Intelligenz dar [vgl. Reif G. Diplomarbeit, 2000, Kapitel 6]. Zusammengefasst wird dies in der Definition nach [vgl. Puppe F. 1988, S2]:

„Expertensysteme sind Programme, mit denen das Spezialwissen und die Schlußfolgerungsfähigkeit qualifizierter Fachleute auf eng begrenzten Aufgabengebieten nachgebildet werden soll.“ [vgl. Puppe F. 1988, S2]

Expertensysteme sind also sogenannte „intelligente“ Computersysteme, in welchen das Sach- und Erfahrungswissen von Experten gespeichert wurde. Expertensysteme können aus dem bereits vorhandenen Wissen mit Hilfe von Regeln selbständig Schlüsse ziehen und Lösungen zu den vorhandenen Problemen anbieten [vgl. Gamper J., APIS 1996, 1-12][vgl. Petcu C,

JurPC 21/98 1-27]. Anfangs versuchte man ein Expertensystem aufzubauen, nachdem man einen sogenannten Experten interviewte und dessen Wissen versuchte zu erfassen. Auf diese Art sollten menschliche Experten bei Routineaufgaben unterstützt und entlastet werden. Ein weiteres Ziel war es, das Wissen, das menschliche Experten durch lernen und jahrelange Erfahrung gesammelt haben, automatisiert verarbeitbar gespeichert wird und somit jederzeit reproduziert werden kann. Das Wissen zu interpretieren, bzw. die Schlussfolgerung zu ziehen, ist die Aufgabe der Inferenzmaschine, die unabhängig vom zu bearbeitenden Wissen arbeitet. Dies bedeutet, dass das in Regeln verpackte Expertenwissen nur die Vorgehensweise in einer bestimmten Situation festlegt. Die Reihenfolge in welcher die Regeln zur Problemlösung herangezogen werden ist eine Entscheidung der Inferenzmaschine [vgl. Gottlob 1990 S. 117-151].

Decision Support Systems (DSS)

Was sind Decision Support Systeme? Decision Support Systeme (DSS) sind interaktive, computerbasierte Systeme welche eine unterstützende Aufgabe in der Entscheidungsfindung übernehmen. Ein DSS hilft einem Entscheidungsträger entscheidungsrelevante Daten zu sammeln, zusammenzufassen und zu analysieren [D.J.Power, DSSResources.COM, 2003]. DSS decken eine Vielzahl von Systemen, Tools und Technologien ab.

Wenn man von Clinical Decision Support Systems (C-DSS), spricht dann kann man folgende Definition anwenden:

„Clinical Decision Support Systeme (C-DSS) sind computerbasierte Algorithmen welche einen Arzt bei jedem Schritt der Diagnose mit einer oder mehreren Komponenten assistieren.“ [vgl. Eta S. Berner, 1999, S.6]

Früher hat man angenommen, dass ein CDSS alle Untersuchungsdaten auswertet und „die richtige Antwort“ liefert. Heutzutage erfordern die modernen CDSS eine Interaktion mit dem Benutzer in einer iterativen Weise, so dass es durch selektive Eingabe der Patientendaten zu einer Unterstützung der Diagnosefindung kommt [vgl. Miller RA, 1990, 15:581-591].

Unterschiede zwischen Expertensysteme und Decision Support Systems (DSS)

Der wichtigste Unterschied zwischen Expertensystemen und DSS liegt wohl darin, dass ein Expertensystem Entscheidungen vorgibt, während diese im DSS gänzlich beim Entscheidungsträger verbleiben. Dieser besorgt sich nur mit Hilfe des Systems die benötigten Informationen als Entscheidungsgrundlage und nutzt die zur Verfügung gestellten Analysemethoden.

Da diese Arbeit ein Teil eines DSS ist, wird in den nächsten Abschnitten näher auf die Entwicklungsgeschichte dieser eingegangen.

Entwicklungsgeschichte der Decision Support Systems (DSS)

Vor 1965 war es sehr schwer ein großes Informationssystem aufzubauen. In dieser Zeit kam es durch die Entwicklung des IBM System 360 und den Einsatz von anderen Mainframe-Systemen zur Entwicklung kostengünstiger und praktischer Management Informationssystemen in großen Firmen [vgl. D.J.Power, DSSResources.COM, 2003]. Diese Systeme erzeugten den Managern strukturierte und periodische Reports, hauptsächlich über Transaktionen. Später kam es zur Entwicklung eines sogenannten modellorientierten DSS oder Management Decision System [vgl. D.J.Power, DSSResources.COM, 2003]. Diese Systeme kamen hauptsächlich in der Produktionsplanung zur Anwendung. In den späten 1970-er Jahren wurden vermehrt von Entwicklern verschiedenster Firmen interaktive Informationssysteme konzipiert, welche Daten und Modelle verwendeten mit Hilfe deren Manager Probleme semistrukturiert analysierten. Die Systeme wurden Decision Support Systems genannt. Schon zu diesem Zeitpunkt wurde erkannt, dass DSS entwickelt werden konnten zum Unterstützen von Entscheidungsträger in jedem Bereich einer Firma oder Organisation. DSS könnten das finanzielle Management, strategische Operationen und Entscheidungen unterstützen [vgl. D.J.Power, DSSResources.COM, 2003]. In DSS wurden eine Vielzahl von Modellen verwendet. Es wurde erkannt, dass statistische Werkzeuge essentiell waren in der Entwicklung von DSS. Die Forscher der künstlichen Intelligenz begannen die Arbeit an den Expertensystemen für Management und Business. Finanzplanungssysteme wurden in dieser Zeit populäre Instrumente zur Entscheidungsunterstützung [vgl. D.J.Power, DSSResources.COM, 2003].

In den Jahren 1980 bis 1990 kam es zur Entwicklung einer Software, welche eine Gruppenentscheidung unterstützte [vgl.Gray, P. 1981, S122-129][vgl. Huber, G.P., 1982, S96-103] [vgl. Turoff et al., 1982, S82-90].

Executive Information Systems (EIS) entwickelten sich von Einzeluser Systemen zu modellgesteuerten DSS und führten zur Verbesserung der relationellen Datenbanken. Das erste EIS wurde von Analysten zur Unterstützung von Firmenchefs benutzt. Laut Nigel Pendse [vgl. D.J.Power, DSSResources.COM, 2003] war das erste EIS-Produkt Pilot Software Command Center. Er behauptete, dass sowohl die multidimensionale Analyse als auch OLAP die Wurzeln in der APL-Programmiersprache und in Systemen wie Comshare's System W hätten. Business Intelligence (BI) ist ein Überbegriff eingeführt von Howard Dresner von Gartner

Group im Jahre 1989. Es beschreibt einen Set von Konzepten und Methoden welche die Geschäftsentscheidungen verbessern sollte anhand der Anwendung von Fakten-basierten Support Systemen. Business Intelligence Systeme sind datengesteuerte DSS.

In den Jahren nach 1990 avancierten DSS, aufgebaut auf relationellen Datenbanken wie DB2 und Oracle im Focus der Entwickler. Modell-orientierte DSS wurden zu einer Domäne des Operation Research und waren nicht länger Teil von Informationssystemen [vgl. Inmon W., 1990, QED Press] [vgl. Kimball R., 1998, The Data Warehouse Lifecycle Toolkit]. Inmon definierte Decision Support Systems als „ein System verwendet zur Unterstützung von Managerentscheidungen. Normalerweise beziehen DSS die Analyse von einer Fülle von Daten in eine heuristische Art ein. Als Regel gilt, DSS-Prozesse schließen nicht die Aktualisierung von Daten ein.“.

In diesen Jahren vollzog sich auch ein Wandel hin vom mainframe basierten DSS, zu Client/Server basierten DSS. Mit der rapiden Entwicklung des World Wide Web gewann DSS auch in den Reihen vieler Akademiker an Interesse. Web-basierte DSS wurden um 1995 kompatibel [vgl. D.J.Power, DSSResources.COM, 2003]. Durch dieses Umfeld des Web und Internet kam es entsprechend zu einer rapiden Entwicklung im Bereich der DSS.

Aufbau eines Entscheidungsunterstützungssystems

1. Differenzierung zwischen konventionellen Systemen und Entscheidungsunterstützungssystemen

Durch die gerade oben aufgeführten Anforderungen an ein Entscheidungsunterstützungssystem ist das Konzept eines wissensbasierten Systems das Treffendste. Die Differenzierung zwischen einem konventionellen System und einem wissensbasierten System wird in folgenden Abbildungen veranschaulicht.

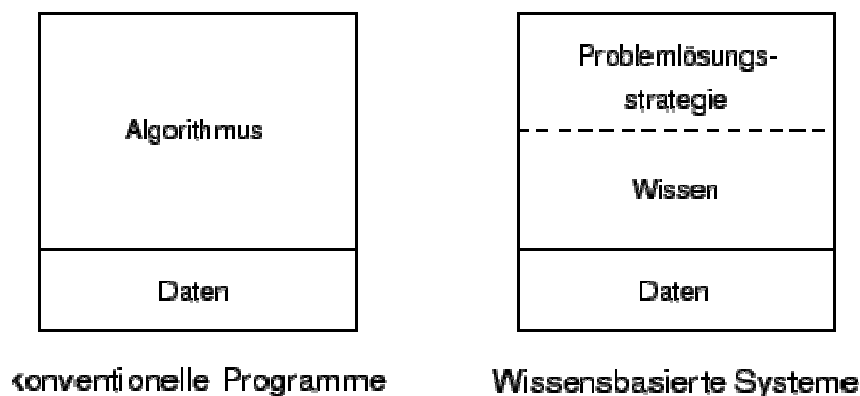


Abbildung 2.1: Grundsätzlicher Aufbau von konventionellen Programmen und wissensbasierten Systemen. (nach Puppe 1988)

Ein konventionelles Anwendungssystem verfügt über gut strukturierte Probleme, große Mengen ähnlicher Daten, einheitliche Verarbeitung und Massenverarbeitung. Durch implizites Speichern von Wissen wird es schwer eine nachträgliche Änderung zu erreichen. Dieses ist nur durch den Eingriff in den Algorithmus möglich.

Was sind aber wissensbasierte Systeme? Laut Schnupp [vgl. Schnupp Peter, 1988, S134] sind wissensbasierte Systeme:

„Computer-Systeme, die Wissen Beinhalten und zwar neben Faktenwissen auch mit Unsicherheiten behaftetes, heuristisches und subjektives Wissen.“

Die wissensbasierten Systeme besitzen eine klare Schnittstelle zwischen dem anwendungsspezifischen, gespeicherten Wissen und der allgemeinen Problemlösungskomponente. Die sogenannte Inferenzmaschine ist die eigentliche Komponente der allgemeinen Problemlösungsstrategie [vgl. Gottlob 1990 S.117-121]. Der Vorteil dieses Konzepts ist, dass man eine Problemlösungsstrategie für mehrere Anwendungsgebiete verwenden kann. Es bedarf nur eines Austausches der entsprechenden Wissensbasis.

Somit ist es Softwareherstellern möglich, „leere“ wissensbasierte Systeme anzubieten, die durch eine anwendungsspezifische Wissensbasis an die eigenen Anforderungen angepasst werden können. Ein Beispiel für ein solches System ist die Expertensystemshell D3, welche aus einer grafischen Benutzeroberfläche und einer Problemlösungskomponente besteht. Durch Verwendung von unterschiedlichen Wissensbasen kann das System einfach an verschiedene Anwendungsgebiete angepasst werden. Mit D3 wurden z.B. ein Expertensystem zur Pflanzenbestimmung, aber auch ein Service -System für Druckmaschinen entwickelt [vgl. Ernst R., Diplomarbeit, 1996].

2. Aufbau und Komponenten eines wissensbasierten Systems

Wissensbasierte Systeme verfügen wie oben beschrieben, über eine Schnittstelle zwischen dem Wissen und der Problemlösungskomponente. Ein wissensbasiertes System muss jedoch nicht zwingend nach diesem Konzept aufgebaut sein. Man könnte die Regeln durchaus wie bei konventionellen Programmen als fixe Programmzeilen codieren. Das führt jedoch dazu, dass eine klare Reihenfolge zur Abarbeitung der Regeln vorgegeben wird. Hiermit kommt es zum Verlust der Modularität und dessen Vorteile [vgl. Reif G. Diplomarbeit, 2000, Kapitel 2].

Der Wissensbasis und der Inferenzengine (Inferenzmaschine) kommen eine zentrale Rolle im Aufbau zu (Abbildung 2.2). Das System sollte auf jeden Fall eine Benutzerschnittstelle besitzen mit welcher die Kommunikation mit dem Anwender gewährleistet ist und die Ergebnisse präsentiert werden. Das System soll fähig sein den Lösungsweg zu analysieren und die Entscheidungen zu erklären und auch zu begründen. Entscheidungsunterstützungssysteme sollten auf jeden Fall die Möglichkeit haben eine bestehende Wissensbasis zu erweitern.

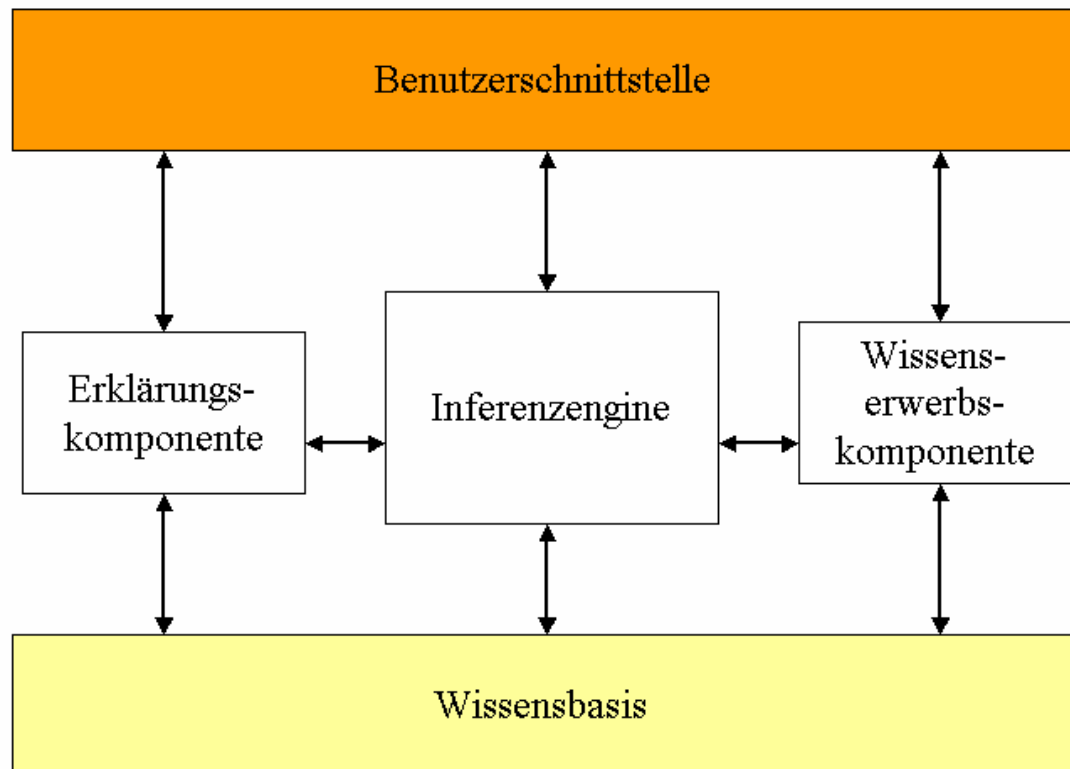


Abbildung 2.2: Aufbau eines Entscheidungsunterstützungssystems. Die Wissensbasis und die Inferenzmaschine nehmen eine zentrale Rolle ein. (nach Gottlob 1990 S. 17)

Nachfolgend werden die Aufgaben jeweiliger Komponenten eines Entscheidungsunterstützungssystems erklärt.

▼ Wissensbasis. Wissensrepräsentation

Die Wissensbasis, in welcher das problembezogene Wissen gespeichert ist, stellt die Grundlage jedwelchen Entscheidungsunterstützungssystems dar. Problembezogenes Wissen sollte nicht in anderen Komponenten des Entscheidungsunterstützungssystems gespeichert werden, da sonst die Vorteile der expliziten Wissensspeicherung nicht ausgenutzt werden können. Nach Heissel [vgl. Heissel, 1994, S683-697] kann man den Inhalt der Wissensbasis in generisches (bereichsbezogenes) Wissen und fallspezifisches Wissen unterscheiden. Bereichsbe-

zogenes Wissen beinhaltet Wissen welches unabhängig ist von aktuellen Anwendungsfällen und fallspezifisches Wissen enthält Wissen, welches nötig ist zur Lösung aktueller Anwendungsfälle. Lernfähige Systeme sollten durchaus in der Lage sein, fallspezifisches Wissen nach Anwendung, in den generischen Teil der Wissensbasis aufzunehmen.

Eine technische Herausforderung in diesem Bereich der Wissensbasis ist die Frage wie wird dem Wissen eine Struktur auferlegt. Um die Herausforderungen zu bewältigen, müssen CDSS Zugang zu Domänenwissen besitzen. Das Ziel der Wissensrepräsentation besteht darin ein intelligentes System mit Domänenwissen in einer Form bereitzustellen, welches eine effiziente Abarbeitung ermöglicht [vgl. Berner Eta, 1999, S171].

Klassische Wissensrepräsentationsformen sind logisch, verfahrensorientiert, vernetzt und strukturiert. Wenn man aber nicht eine klassische Architektur für die Wissensbasis wählt, dann sind sicherlich Datenbank-Managementsysteme die geeignete Speicherungsform für Fakten der Wissensbasen [vgl. Berner Eta, 1999, S172].

- Logische Wissensrepräsentation in Form von Aussagenlogik war die erste Repräsentationsform die, in der Forschung um die Künstliche Intelligenz benutzt wurde.
- Verfahrenorientierte Wissensrepräsentationen liefern explizit Informationen wie man über die Wissensbasis eine Antwort auf einer Frage liefert. Es ist nicht eine einfache Faktenbetrachtung, sondern prozedurale Systeme bieten einen Sortierungsprozess bei der Diagnosefindung an. Diese Prozessanweisungen werden in Form von Regeln abgelegt und regelbasierte Systeme sind seit der Entwicklung von MYCIN [vgl. Berner Eta, 1999, S173][vgl., Shortlife EH., 1976] das dominante Format für entscheidungsunterstützende Systeme.
- Vernetzte Systeme sind spezielle Strukturen bestehend aus Knoten vertreten durch Fakten, Objekte, Prozesse und Ereignisse, und Bögen welche die Knoten miteinander verbinden. Neuere Beispiele für vernetzte Systeme sind decision trees [vgl. Berner Eta, 1999, S174] und künstliche neuronale Netze [vgl. Berner Eta, 1999, S174].

▼ Inferenzengine

Der *Schlussfolgerungs-Mechanismus* (die Inferenzmaschine, Inferenzengine) dient der Wissensauswertung und stellt die zentrale Problemlösungskomponente dar. Mit Hilfe der Inferenceengine werden Fakten und Regeln nach einer vorgegebenen Strategie gesucht und ver-

knüpft, und man produziert damit Folgerungen und Ergebnisse. Die neu gewonnenen Fakten werden von der Benutzerschnittstelle aufbereitet und als Lösung dem Anwender präsentiert.

Es werden hauptsächlich zwei Auswertungsstrategien in Entscheidungsunterstützungssysteme eingesetzt: [vgl. Gamper J., 1996, S1-12][vgl. Petcu C., 1998, Abs. 1-27]

- Ø Rückwärtsverkettung (Backward-Chaining)
- Ø Vorwärtsverkettung (Forward-Chaining)

▼ Erklärungskomponente

Die Erklärungskomponente begründet dem Anwender, durch welche Regeln und Fakten ein Ergebnis zustande kam, und gibt dem Experten die Möglichkeit zu überprüfen, ob die Schlussfolgerungen vom System korrekt nachgebildet wurden. Dabei werden folgende typische Fragestellungen erörtert:

- wie wird die Lösung eines Problems gefunden,
- warum werden bestimmte Informationen vom System nachgefragt und
- warum kam diese Lösung und nicht eine andere.

Das Scheitern der Übertragung der Techniken die beim Design von limitierten Domänensystemen verwendet wurden auf generalisierte Systeme führte dazu, dass das Hauptaugenmerk auf der Weiterentwicklung im Bereich der künstlichen Intelligenz und damit der CDSS liegt [vgl. Berner Eta, 1999 S.178]. Die Fähigkeit eine Erklärung von den ersten Grundzügen bis zu den komplizierten zeitlichen Auswirkungen einer Erkrankung zu liefern sind essentiell in der Entwicklung robuster Systeme die mehr und mehr menschlichen Denkabläufen ähneln [vgl. Berner Eta, 1999 S.178].

Um die Argumentationslogik zu verstehen, muss man die Entwicklung der Schlussfolgerungsmechanismen in einem CDSS verfolgen können.

Laut E. Berner [vgl. Berner Eta, 1999 S.179] gibt es mehrere Systeme die eine Schlussfolgerung erklären können:

- regelbasierte und frühe Bayesche Systeme. Diese Systeme speichern Wissen in Form von Fakten und der Schlussfolgerungsmechanismus basiert auf der Aussagenlogik. Laut Russel und Norvig [vgl. Berner Eta, 1999, S.195], gibt es 3 wichtige Gründe warum Systeme welche auf Aussagenlogik basieren, nicht für die Entwicklung der CDSS geeignet sind:

- ∅ Trägheit,
- ∅ Theoretische Beschränktheit und
- ∅ Praktische Beschränktheit

Alle diese drei Gründe sind mit an der Präsenz der Unsicherheit gebunden [vgl. Berner Eta, 1999, S.195]. Auch durch den Einbau von Certainty Factor ist es nicht ausgeschlossen, dass regelbasierte Systeme, die auf Aussagenlogik basieren, fehlerfrei arbeiten. Beispiel hierfür ist MYCIN.

Bei den Bayeschen Systemen war es das Fehlen der bedingten Unabhängigkeit die dazu geführt haben, dass solche Systeme nicht in den Fokus der Entwickler von CDSS geraten sind.

Auch wenn die regelbasierten und Bayeschen Systeme durchaus in der Lage waren akzeptable Ergebnisse für deren Problemdomänen zu liefern wurden sie als unzureichend für größeren Domänen bewertet [vgl. Berner Eta, 1999, S.181].

- Kausale Argumentation ist einfach definiert als das Verwenden von profundem Domänenwissen im Prozess der Diagnosefindung [vgl. Berner Eta, 1999S.181]. Als Beispiel sei hier CASNET [vgl. Weiss SM, 1978, S145-172] [vgl. Berner Eta, 1999, S. 195] genannt. In diesem Fall ist die Wissensbasis hierarchisch aufgebaut mit Patienteninformationen, Symptome und Tests.
- Probabilistische Argumentation basiert auf Überzeugungsnetzwerken.
- Systeme welche auf die Entscheidungstheorie im Prozess der Argumentation setzen. Der entscheidende Nachteil an diesen Systemen liegt darin, dass man nicht bestimmen kann nach welchen Standards die nützlichen Sachen aus dem System ausgewertet werden sollen.
- Fuzzy-Logik [vgl. Maiers, 1985, S325-329] [vgl. Berner Eta, 1999, S185].
- Fallbasierte Systeme. Fallbasierte Wissensbasen besitzen 2 Teile, und zwar: Den eigentliche Fall und einen Index anhand dessen eine effiziente Kontextsuche ermöglicht wird. Fallbasierte Systeme sammeln auf diese Weise Wissen durch Lösen von anderen Problemen. Die Fälle sind gespeichertes Wissen welches Erfahrungen aus dem Lösen der Probleme aus der Vergangenheit erfassen. Jeder Fall besitzt 3 Komponenten: die Beschreibung des Problems, die Lösung und die Schlussfolgerung. Der Schlüssel in der Problemlösung bei den Fallbasierten Systemen liegt in der Übereinstimmung des aktuellen Problems mit einem Lösungsansatz aus der Vergangenheit. Fallbasierte Argumentation ist jedoch nicht unproblematisch. In einer umfangreichen Wissensbasis ist die Informationssuche und deren Geschwindigkeit von entscheidenden

der Bedeutung in der Performance eines Systems. Deswegen spielt die Indexierung und die Erstellung von Suchalgorithmen eine Schlüsselrolle im Aufbau solcher case-based Systeme. Nichtsdestotrotz ist das case-based reasoning erfolgreich in der Entwicklung von CDDSS eingesetzt worden und bietet eine gute Alternative zum Aufbau von flexiblen wissensbasierten Systemen [vgl. Berner Eta, 1999, S186].

▼ Wissenserwerbskomponente

Damit wird es dem System ermöglicht zu "lernen", das heißt neues Wissen wird in die Wissensbasis eingefügt oder altes Wissen wird verändert, ohne dass dies explizit programmiert werden muss. Wenn das Expertenwissen nicht exakt ist, sondern auf statistischen Wahrscheinlichkeiten oder auf vagen Aussagen - z.B. ärztlichen Diagnosen – beruht, muss das System probabilistische Aussagen ableiten können und nicht ein nur mögliches oder wahrscheinliches Ergebnis als "sicher" behaupten. Solche Probleme werden durch mehrere Ansätze behandelt: Analogie-Schlüsse, wenn bei unbekanntem Sachverhalt Schlüsse von ähnlichen Fällen gezogen werden, approximatives Schließen und Fuzzy-Logik, wenn unsicheres und vages Wissen gegeben ist [vgl. Petcu C., 1998, Abs. 1-27]

Der Prozess des Wissenserwerbs wird als Knowledge Engineering bezeichnet und hat als Endergebnis die Wissensbasis [vgl. Berner Eta, 1999, S187].

Wie schon bereits im oberen Abschnitt erwähnt, müssen ein oder mehrere Personen (Experten) Wissen zum Aufbau des Wissensbasis zur Verfügung stellen. Da aber die Experten nicht Ihr Wissen formalisiert und in maschinengerechter Form darstellen können, wird diese Aufgabe vom Knowledge-Engineer übernommen. Somit stellt dieser die wichtigste Brücke zwischen dem menschlichen Experten und dem Computer dar.

Eine grafische Darstellung der Position des Knowledge-Engineer (Wissensingineurs) stellt Abbildung 2.3 dar

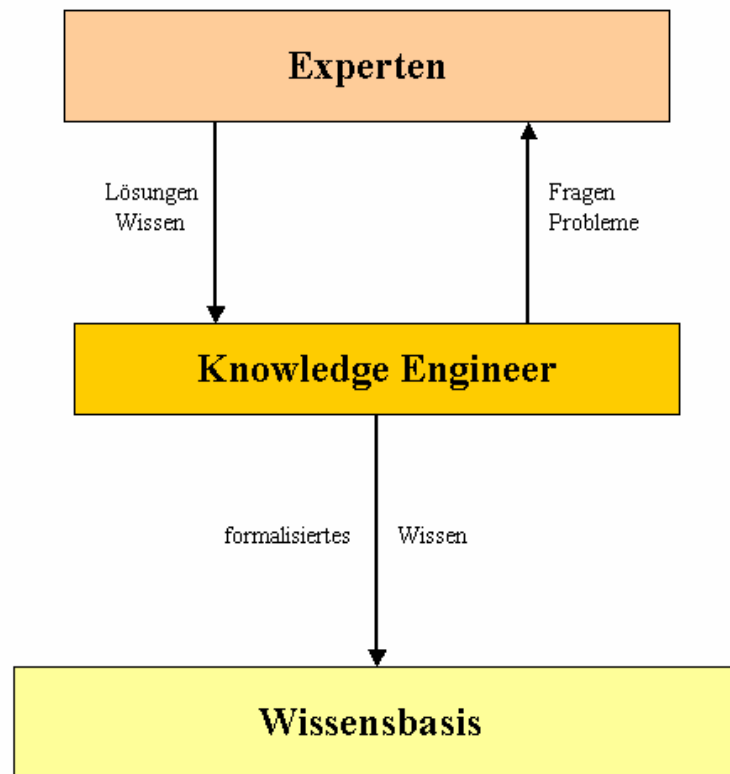


Abbildung 2.3: Rolle des Knowledge-Engineers bei der Erstellung der Wissensbasis.

Der Nachteil dabei ist, dass es nicht immer gelingt das gesamte Wissen eines Experten zu entlocken. Um diesen Nachteil auszugleichen, wurden bestimmte Interviewtechniken entwickelt mit welchen der Knowledge-Engineer den Experten befragt. Mit Hilfe dieser Interviewtechniken wird Wissen vom Experten zum Knowledge-Engineer transferiert. Dieser interpretiert und formalisiert das Wissen und stellt es in maschinengerechter Form dar [vgl. Puppe 1988, S. 113-127].

Das größte Problem beim Erwerb des Wissens stellt die Unvollständigkeit der Daten, welche die Experten liefern, dar. Gründe hierfür könnten sein [vgl. Puppe 1988, S. 110-127][vgl. Berner Eta, 1999, S187]:

- Domänen-Experten nennen meist viele Faktoren nicht, da Sie diese für selbstverständlich halten.
- Das verbale Darstellen von bildhaftem Wissen ist kaum zu bewältigen.
- Wissen kann auch unbewusst sein.
- Es wird vom Experten schon Wissen als solches vorausgesetzt. Somit muss der Knowledge Engineer das Wissen aus dieser Domäne ergänzen.

- Es könnte auch sein, dass ein Experte nicht bereit ist sein Wissen preiszugeben.
- Die Vorgehensweise zur Lösung eines Problems kann nicht immer treffend von dem Experten beschrieben werden.

Somit werden in der Wissensakquise die Phasen der Identifikation, der Aufnahme und der Interpretation unterschieden. Die Methoden die zur Anwendung kommen, können direkt, indirekt oder automatisch sein. Als Beispiel für direkte Methoden ist das Lesen von Fachliteratur zu erwähnen.

So wird es ersichtlich dass sehr hohe Anforderungen an dem Wissensingenieur (Knowledge-Engineer) gestellt werden.

In der folgenden Graphik ist das Standardphasenmodell für den Wissenserwerb dargestellt:

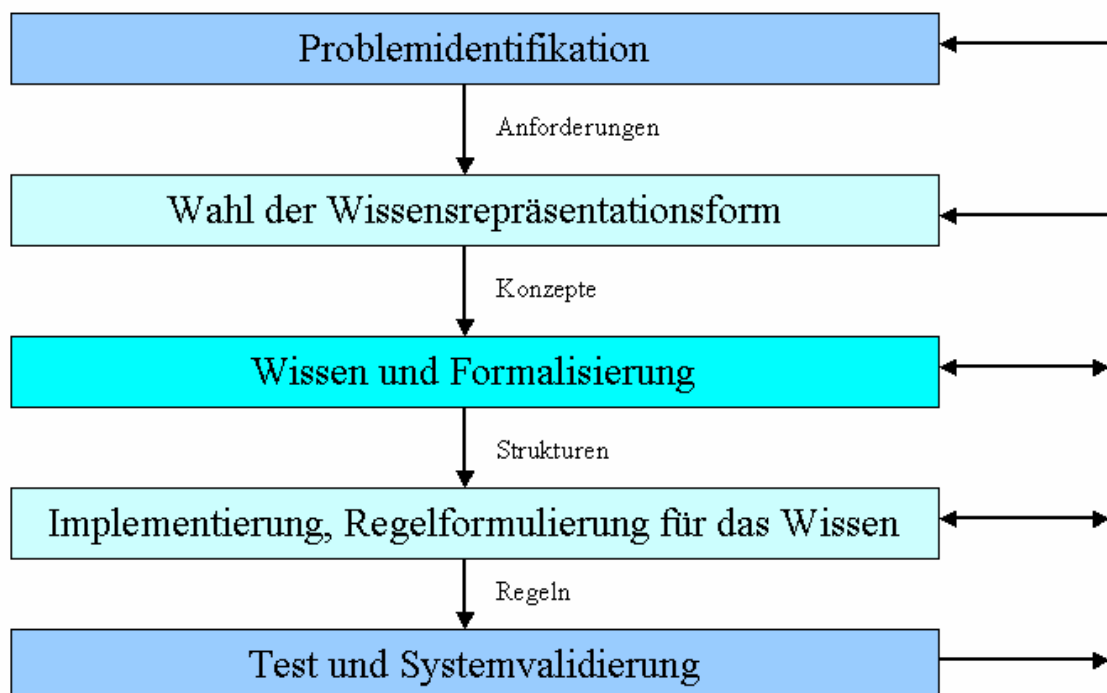


Abbildung 2.4: Standardphasenmodell des Wissenserwerbs. Nach Prototyperstellung erfolgt die anschließende Verfeinerung und Erweiterung [nach Buchanan 1983 S. 139 und Puppe 1988 S. 111].

v Benutzerschnittstelle und Systemintegration

Die Benutzerschnittstelle sichert sowohl die Kommunikation mit dem Anwender, der Problemlösungen sucht, als auch mit dem Knowledge-Engineer, der maßgeblich zum Aufbau und Wartung der Wissensbasis beiträgt.

Als Basisanforderung sollten für die Benutzerschnittstelle gelten [vgl. Puppe 1988, S.134]:

- Hohe Interaktionsgeschwindigkeit
- Geringe Einarbeitungszeit
- Hohe Fehlertoleranz

Bei der Gestaltung der Benutzerschnittstelle kann man die Eingabe über Auswahlmasken oder Kommandozeile steuern. Sicherlich ist eine Eingabe über Auswahldialoge einfacher und minimiert die Fehlermöglichkeiten, jedoch ist eine Erfassung komplexer Sachverhalte sehr schwierig wenn nicht unmöglich. Deswegen ist eine sorgfältige Planung der Benutzerschnittstelle unerlässlich bei dem Design von Decision Support Systems [vgl. Puppe 1988, S. 138].

Die Integration der CDDSS in bestehenden Kliniksystemen stellt eine permanente Herausforderung für die Entwickler dar. Um existierende Systeme zu integrieren und miteinander „kommunizieren“ zu lassen, müssen verbindliche Standards geschaffen werden. Ohne diesen Standards werden immer wieder Probleme in dem Bereich der Systemintegration zu Performance Verlusten führen [vgl. Berner Eta, 1999, S194].

2.3 Medizinische DSS

Ø Definitionen und Einführung

Entscheidungsunterstützungssysteme wurden schon in den frühen 80-er Jahren für medizinische Anwendungsgebiete entwickelt.

Erste medizinische Entscheidungsunterstützungssysteme wurden in den USA entwickelt. Hier werden aber auch andere Begriffe wie „medical decision support system“ oder „knowledge-based system“ verwendet. Unter all diesen Begriffen versteht man eigentlich DV-Systeme, die zur Unterstützung des Arztes in seinen klinischen Aufgaben, meist jedoch im Umfeld der Diagnostik dienen sollen [vgl. Gamper J., APIS- Zeitschrift für Politik, Ethik, Wissenschaft und Kultur im Gesundheitswesen. 1996: S.1-12][vgl. Pfeffer S., 2002, Abs.1–23].

Dieser Abschnitt soll einen Überblick über die Entwicklung und den Einsatz verschiedener medizinischen Entscheidungsunterstützungssystemen bieten.

Was sind denn die Ziele medizinischer Entscheidungsunterstützungssysteme? Am besten lässt sich diese Frage anhand der Definitionen von Shortliffe und Reggia beantworten.

"A medical decision support system is any computer program designed to help health professionals make clinical decisions." [vgl. Shortliffe E. H. Journal of the American Medical Association 1987, S61-67,.]

"Such systems are generally intended to support (not replace) the physician, complementing his or her natural abilities to make judgements with the computer's memory, reliability and processing capabilities." [vgl. Reggia J.A., 1982, S198-213]

Diese Definitionen sollte man sich immer vor Augen halten, wenn man den Befürchtungen der Ärzte, -man wolle Sie ersetzen-, entgegenzutreten will. Ein medizinisches Entscheidungsunterstützungssystem kann und soll auch nie einen Arzt ersetzen. Es soll vielmehr ein Hilfsmittel zur Entscheidungsfindung darstellen. Es soll eine unterstützende Rolle in der Tätigkeit eines Arztes im Bereich der Krankenversorgung darstellen.

Systeme zur Unterstützung der medizinischen Entscheidungsfindung werden aufgrund ihrer Zielsetzung in drei Kategorien von Systemen zur Entscheidungsunterstützung unterschieden, die jedoch zum Teil ineinander übergreifen [vgl. Gamper J., APIS- Zeitschrift für Politik, Ethik, Wissenschaft und Kultur im Gesundheitswesen. 1996: S.1-12][vgl. Pfeffer S., 2002, Abs.1–23]:

- Systeme, die der Verwaltung von Information dienen,
- Systeme zur Fokussierung der Aufmerksamkeit und
- Systeme zur patientenspezifischen Konsultation.

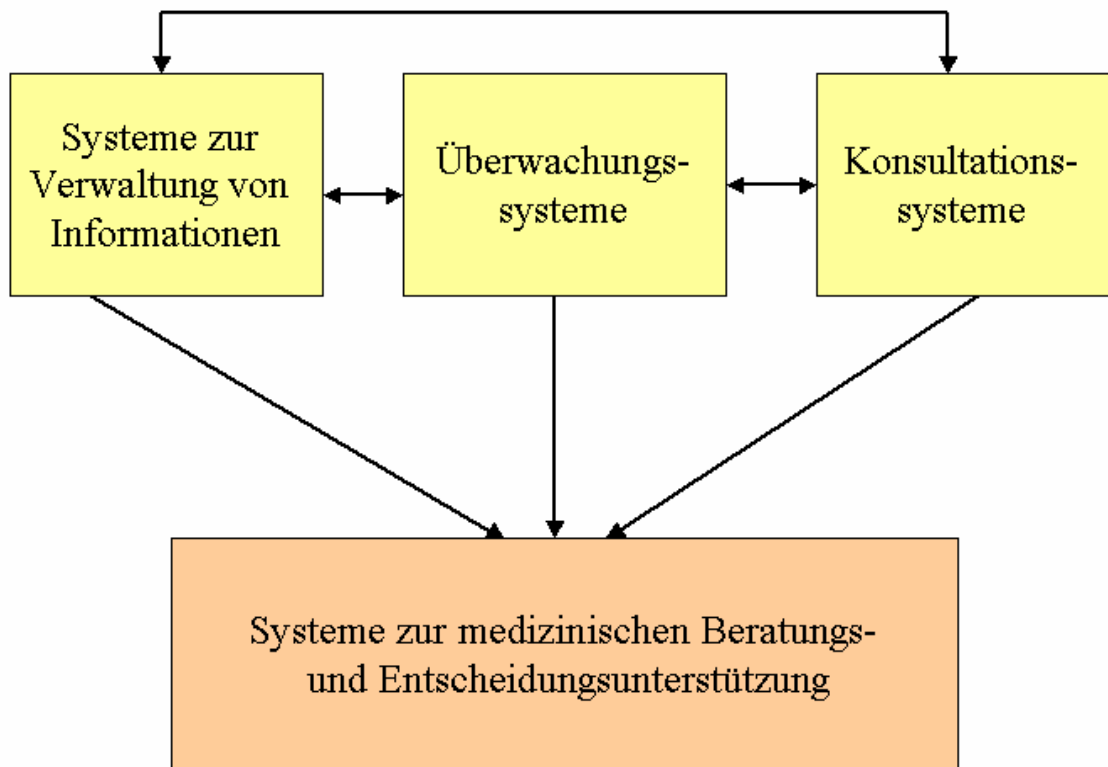


Abbildung 2.5: Schematische Darstellung von Systemen zur medizinischen Beratungs- und Entscheidungsunterstützung

Ø Systeme die zur Verwaltung von Informationen dienen

Grundsätzlich haben solche Systeme den Zweck Informationen in solcher Art aufzubereiten, dass der Anwender schnell und ohne großen Aufwand darauf Zugriff hat. Dabei handelt es sich im Bereich der Medizin vornehmlich um Verwaltung und Speicherung von Patientendaten, sowie bibliographische Informations- und Nachweissysteme [<http://www.nlm.nih.gov/>], [vgl. Pfeffer S., 2002, Abs.1–23]. Somit wendet der Anwender, die von ihm gefundenen Informationen bei dem aktuellen Problem an. Die Arbeit des Systems ist nur insofern problembezogen als es vom Anwender darauf fokussiert wird.

1. Überwachungssysteme

Diese Programme fokussieren die Aufmerksamkeit der Anwender auf sich. Im medizinischen Alltag gehören Laborsysteme und Überwachungssysteme von Intensivstationen dazu.

2. Systeme die bei der Patientenkonsultation zum Einsatz kommen

Das Augenmerk liegt bei diesen Systemen vornehmlich auf dem Bereich der Diagnosenunterstützung und -findung. Deswegen werden diese Systeme, die auf Patientendaten zurückgreifen auch Diagnosesysteme genannt. Die medizinische Basis dieser Systeme besteht aus medizinischen Symptomen, Syndromen und Behandlungsvorschlägen. Abhängig vom System werden die eingegebenen Daten verarbeitet und gegebenenfalls wird eine Diagnose vorgeschlagen. Zusätzlich können weitere Untersuchungen oder Therapiealternativen vorgeschlagen werden.

Ø Prototypische Arbeitsweise von medizinischen Entscheidungsunterstützungssystemen

Durch die permanente Entwicklung der Technik, haben sich die Zielsetzungen und Erscheinungsformen medizinischer Entscheidungsunterstützungssysteme im Laufe der Zeit erheblich gewandelt. In den folgenden Abschnitten wird ein kurzer Überblick über aktuelle, prototypische Arbeitsweisen solcher Systeme vorgestellt.

• Medizinische Konsultationssysteme

Medizinische Konsultationssysteme verfügen über einer Faktenbasis in Form eines umfangreichen medizinischen Fachwissens. Aufgrund dieses Wissens und natürlich der patientenbezogener Daten können diese Systeme eine allgemeine Diagnose erarbeiten. Daher stammt auch der Name der Diagnosesysteme.

Problematisch für den Einsatz im Alltag sind diese System jedoch dadurch, dass einerseits das medizinische Fachwissen sehr komplex und in permanentem Wandel ist, dadurch für die Informatik eine schwer zu bewältigende Aufgabe darstellt dieses Wissen in ein Diagnosesystem umzuwandeln, andererseits besteht zur Zeit nicht die Möglichkeit alle diagnoserelevanten Daten einem System zuzuführen. Deswegen gibt es im Moment nur einfachere Systeme zur Diagnosefindung für kleine spezialisierte Bereiche der Medizin [vgl. Pfeffer S., 2002, Abs.1–23].

• Integrierte Entscheidungsunterstützungssysteme

Die sogenannten integrierten Expertensysteme, welche meistens autark arbeiten, gewinnen in der modernen Patientenversorgung immer mehr an Bedeutung. Diese Systeme werden oft zur Unterstützung der Ärzte in der täglichen Routine eingesetzt. Als Beispiel hierzu seien Programme für die Interpretation von Blutgasanalysen, Lungenfunktionen oder EKG genannt [vgl. Pfeffer S., 2002, Abs.1–23].

- **Therapiesysteme**

Bei der Therapieauswahl des Arztes für die Patienten stellt die Unterstützung durch Computerprogramme einen der wichtigsten Bereiche dar. Eine Herausforderung ist diese Tatsache für den Informatiker dadurch, dass es bei der Wahl der richtigen Therapie mehrere Faktoren wie: Nutzen der Behandlung, deren Risiken für den Patienten und natürlich die Kosten der gewählten Therapie, zu beachten gilt. Vor allem im Bereich der Kostenüberwachung und Kostenkontrolle erscheint der Einsatz von Computerprogrammen als wegweisend für die zukünftige Fokussierung der Entwicklung [vgl. Sim I. et. al., J Am Med Inform Assoc., 2001, S:527-534], [vgl. Green CJ et. al., Int J Med Inform. 2006, 12, S:818-828].

- **DSS und deren Einsatz in der medizinischen Ausbildung**

Der Einsatz von DSS in der Ausbildung zukünftiger Mediziner erscheint im Moment noch problematisch. Die Wissensbasis eines DSS beinhaltet spezielles Fachwissen in komprimierter Form, während für die Ausbildung ein breites allgemeines Wissen erforderlich ist. Sicherlich stellen Diagnose- und Therapiesystem als solche eine sinnvolle, wenn auch spezialisierte Erweiterung dar. Der Nutzen jedoch sollte für diesen gegebenen Fall nicht überbewertet werden. Von größerer Bedeutung sind für die Lehre sogenannte Web based Trainings, welche in übersichtlicher und kompakter Form Wissen vermitteln und eventuell auch abfragen können.

Ø Integration der Systeme in die medizinische Routine

Eine sehr große Bedeutung für den Erfolg eines Systems, seien es Diagnose- oder Entscheidungsunterstützungssysteme hat die Integration in bestehende Routinen. Grundsätzlich gibt es aktive und passive Systeme.

1. Aktive Systeme

Aktive Systeme werden oft in bestehende Krankenhausinformationssystemen eingebunden. In diese Systeme werden routinemäßig sämtliche Patientendaten erfasst und stellen somit patientenspezifische Informationen bereit [<http://www.promedtheus.de/>]. Somit wird ein Gesamtüberblick über die Krankenakte eines Patienten gewährleistet. Vorteilhaft für diese Systeme ist die einfache Bedienbarkeit und die Zeitersparnis. Grundvoraussetzung jedoch ist ein gut funktionierendes und koordiniertes Basissystem.

2. Passive Systeme

Diese Systeme müssen erst vom Anwender gestartet werden um so in das gesamte Basissystem integriert zu werden. Als passive Systeme seien folgende genannt: Systeme zur Konsultation, welche mit den Eingaben des Anwenders Diagnose- oder Therapievorschlüsse erarbei-

ten, und Systeme zur Kontrolle, welche aufgrund der gelieferten Daten eine Bewertung der Behandlung liefern und alternative Behandlungsvorschläge unterbreiten [vgl. Pfeffer S., 2002, Abs.1–23], [vgl. de Clercq et. al. Artif Intell Med. 31, 2004, S:1-27].

Ø Entwicklungsansätze für medizinische DSS

Bei der Entwicklung entscheidungsunterstützender Systeme in der Medizin kam es zu unterschiedlichen Ansätzen:

- konventionelle Programmierung, über
- statistische Verfahren zur Klassifikation und Mustererkennung,
- Produktionsregelsysteme,
- Kognitive Modelle und Deduktionsmechanismen, bis hin zu
- neuronalen Netzen.

Oft ist eine Abgrenzung dieser Systeme nicht strikt möglich, so wie auch eine eindeutige Zuordnung dieser Systeme zu den „Expertensystemen“ nicht immer gegeben ist.

Aus Zeitgründen ist es in der Medizin nicht möglich, dass ein Experte sein Wissen direkt in die Wissensbasis einbringen kann. Dafür ist ein Wissensingenieur erforderlich, der das medizinische Fachwissen mit Hilfe einer Wissenserwerbskomponente in die Wissensbasis des Expertensystems einbringt. Der Anwender interagiert mit dem Expertensystem über eine Benutzerschnittstelle, die wiederum auf eine Inference-Engine zugreift. Diese wertet das medizinische Wissen aus der Wissensbasis aus, und kommt aufgrund der ihm vorliegenden Informationen zu Schlussfolgerungen, die dem Anwender über die Benutzerschnittstelle mitgeteilt werden [vgl. Pfeffer S., 2002, Abs.1–23]. (siehe Beschreibung und Aufbau von DSS im vorigen Kapitel)

Sollte der Anwender eine Erklärung dieser Schlussfolgerungen erbeten, greift er über die Benutzerschnittstelle auf eine Erklärungskomponente zu, die wiederum für die jeweiligen Erklärungen ebenfalls auf die Wissensbasis zurückgreift.

Somit zeigt sich, dass die Wissensbasis die Grundlage eines jeden medizinischen DSS darstellt.

Beispiele von medizinischen DSS.

Aus der Fülle der bestehenden medizinischen DSS, oder besser gesagt der Clinical Decision Support Systems werden in der folgenden Abschnitten die prominentesten Beispiele genannt.

1. MYCIN

Mycin ist ein medizinisches Expertensystem, konzipiert Mitte der siebziger Jahre an der Universität von Stanford in den USA, zur Unterstützung von Diagnostik und Therapie bakterieller Infektionskrankheiten [vgl. Shortlife EH., Elsevier Computer Science Library, Artificial Intelligence Series, 1976.]. Mycin hat als Hauptaufgabe die Identifikation des Krankheitserregers und die Antibiotische Therapieempfehlung. Der Entwicklungsansatz von Mycin basiert auf Produktionsregeln, von denen 450 in der Wissensbasis des System enthalten sind.

Grundstruktur von Produktionsregeln sind Aussagen folgender Form:

§ **Aus A folgt B**, oder in Form von Regeln **Wenn A dann B**

§ **C führt zur Ablehnung von D** oder als Regel **Wenn C dann nicht D**

Die Aussagen **A** und **C** werden als Prämisse (Vorbedingung) und die Aussagen **B** und **D** als Schlussfolgerung (Aktion) bezeichnet. Es ist sicher so, dass Schlussfolgerungen nicht immer mit 100%-iger Sicherheit gezogen werden können. Dafür hat man die Möglichkeit diese mit Unsicherheitsfaktoren zu verknüpfen. Beispiel hierfür sei eine der Regeln aus Mycin:

IF Eine primäre Bakteriämie vorliegt und
die Entnahmestelle der aktuellen Probe
als steril gilt und
der vermutete Eintrittsweg des Erregers
der Gastrointestinaltrakt ist
THEN suggeriert dies (0.7)
dass es sich um eine Bacteroide-Infektion handelt.

Wie man an dieser Regel erkennt, kann eine Aussage auch durch Und- bzw. Oder-Verknüpfungen entstehen. Obige Regel beschreibt den Zusammenhang zwischen der Tatsache, dass falls "sowohl eine primäre Bakteriämie vorliegt als auch die Entnahmestelle der Probe als steril gilt und der vermutete Eintrittsweg der Gastrointestinaltrakt ist" mit großer Sicherheit (Faktor 1.0 würde 100%ige Sicherheit bedeuten) gefolgert werden kann, "dass es sich um eine Bacteroide-Infektion handelt". In Mycin wurde zur direkten Umsetzung solcher Produktionsregeln die listenorientierte Programmiersprache LISP verwendet.

In LISP hat die vorhergehende Regel die Form:

PREMISE: (\$AND (SAME CNTX INFECT PRIMARY-
BACTEREMIA)

(MEMBF CNTXT SITE STERILESITES)

(SAME CNTXT PORTAL GI)

ACTION: (CONCLUDE CNTXT IDENT BACTEROIDES
TALLY .7)

Auf eine weitere Vertiefung der Thematik zur Programmiersprache LISP wird hier verzichtet, da dies nicht Gegenstand dieser Doktorarbeit ist.

2. PUFF

Puff ist ein medizinisches Expertensystem, welches zur Auswertung der Messungen bei Lungenfunktionstests eingesetzt wird. Puff wurde so konzipiert, dass Lungenfunktionsdaten von Patienten ausgewertet werden, anhand derer ein Bericht erstellt wird, der mehrere Interpretationen und eine Diagnose umfasst [vgl. Aikins, J. S. et al., *Computers and Biomedical Research*, 16, 1983, S199-208]. Eine Auswertung erfolgt nur auf Grund von Messwerten, eine aktive Mitarbeit in Form von Fragen an den Arzt erfolgt nicht.

Basis von Puff ist EMYCIN (Essential Mycin), die Wissensbankschema von MYCIN. Bei der Entwicklung von Puff wurde die leere MYCIN-Wissensbasis mit Regeln zum Wissen über Lungenfunktionstests aufgefüllt. Anschließend entwickelte man eine Schnittstelle die direkt Messwerte aus den Analysegeräten übernimmt. Zudem erfolgte eine Umstellung der LISP-Darstellung auf BASIC, um somit die Performance zu steigern.

3. INTERNIST / CADUCEUS

Internist

Internist, ein medizinisches Diagnosesystem zur Unterstützung der Diagnostik in der Inneren Medizin, wurde zu Beginn der siebziger Jahre von People und Myers entwickelt und deckt ein sehr großes Gebiet der Inneren Medizin ab [vgl. Miller RA, et al., *N Engl J Med*. 1982 S468-76]. Das System umfasst mehr als 600 Krankheitsprofile in Form von Frames und mehrere Tausend Befunde und Symptome die mit diesen Krankheitsprofilen verknüpft wurde. Um die Sicherheit oder Unsicherheit, mit der eine Krankheit aus einem Befund (Symptom) abgeleitet werden kann zu definieren, wurde die sogenannte Auslösestärke entwickelt. Diese besagt, dass die Liste aller Krankheiten die einer Manifestation mit einer Auslösestärke größer als 0 zugeordnet sind, bildet die Differentialdiagnose einer Manifestation.

- Manifestation = 0 , d.h. Krankheit ist nicht spezifisch
- Manifestation = 1, Krankheit ist nur selten Ursache dieser Manifestation und bis

-
- Manifestation = 5, Krankheit ist immer die Ursache der Manifestation

Die Häufigkeit mit der ein Befund (Manifestation) bei einem Patienten mit einer bestimmten Krankheit beobachtet wird, stellt das Merkmal „Häufigkeit“ dar.

- Krankheit = 0, Manifestation ist bei dieser Krankheit nie vorhanden
- Krankheit = 1, Manifestation kann ab und zu bei dieser Krankheit auftreten und
-
- Krankheit = 5, diese Manifestation wurde bei allen Fällen der gegebenen Krankheit beobachtet.

Die Liste aller Manifestationen die einer gewissen Krankheit mit der Häufigkeit >0 zugeordnet sind bilden das Krankheitsprofil dieser Erkrankung.

Das Problem, das der Erstellung der Internist Wissensbasis zugrunde liegt, ist die Feststellung, dass Auslösestärke und Häufigkeit rein subjektive Prozesse sind und deswegen auch fehleranfällig. Die Unsicherheiten bezüglich des Zusammenhangs zwischen Symptome, Befunde und Krankheiten ist in der Regel eine sehr aufwändige Prozess und stellt eine Herausforderung bezüglich Validierung der Wissensbasis dar. Dies offenbart auch, dass sich eine Aktualisierung und Pflege der Datenbank schwierig gestaltet. Zudem ist das System sehr zeitaufwändig für den Anwender, da es sehr viele Rückfragen stellt bevor eine Antwort geliefert wird [vgl. Heß L., http://members.tripod.com/lena_hess/data/skripte/Expertensysteme.pdf].

Caduceus

Caduceus als Weiterentwicklung von Internist, benutzt die gleiche Datenbank wie Internist, versucht jedoch die Schwierigkeiten von Internist zu beseitigen. Durch den Beginn einer Analyse des möglichen Auftretens unterschiedlicher Krankheiten auf einer Metaebene, wird das System auf einer schnelleren, performanteren Basis gesetzt [vgl. Heß L., http://members.tripod.com/lena_hess/data/skripte/Expertensysteme.pdf].

4. HEPAXPERT

HEPAXPERT ist ein Computersystem, eingesetzt zur automatischen Interpretation der Hepatitis A und B Serologie. Die Ergebnisse der durch Enzymimmunoassays bestimmten Hepatitis A und B Antigene und Antikörper bilden den Ausgangspunkt für die automatische Befundung. Die Wissensbasis von HEPAXPERT beinhaltet 13 **WENN-DANN** Regeln für die He-

patitis A und 106 **WENN-DANN** Regeln für die Hepatitis B. Die Wissensbasis wurde durch eine Aufteilung aller möglichen Befundmuster in Äquivalenzklassen aufgebaut. Damit ergaben sich 64 Befundmuster für die Hepatitis A und 4096 für die Hepatitis B Serologie. Eine **WENN-DANN** Regel wurde durch eine Äquivalenzklasse mit beigefügten Interpretationstext repräsentiert [vgl. Adlassnig KP, et al., Medinfo 1995, S1683].

5. CASNET

CASNET wurde als Modell zum Test von Erkrankungen entwickelt. Damit können diagnostische und therapeutische Schlussfolgerungen gezogen werden, welche auf physiologische und funktionelle Zusammenhänge von Krankheiten basieren. Im medizinischen Alltag wird CASNET zur Erkennung von Glaukomerkrankungen eingesetzt [vgl. Kulikowski, C. A. et al., Artificial Intelligence in Medicine. Westview Press, Boulder, Colorado. 1982.].

6. ONCOCIN

Oncocin seit 1981 an der Universität Stanford im Einsatz, wurde entwickelt um Ärzte bei der chemotherapeutischen Behandlung von Tumorerkrankungen zu unterstützen. Dieses System arbeitet auch regelbasiert. Oncocin war eines der ersten Decision Support Systeme welches anhand von Entscheidungsmodellen und sequenzialisierten Aktionen versuchte Ratschläge zur Chemotherapie bösartiger Tumoren zu geben [vgl. Shortliffe E. H., New York: Praeger Publishers, 1988].

7. ILIAD

ILIAD ist ein weiteres medizinisches Diagnosesystem [vgl. Warner H.R., et al., 1988, S371-376], entwickelt an der University of Utah auf Basis der langjährigen Erfahrungen mit der Wissensbasis des Krankenhausinformationssystems HELP. Es wird auch zur Diagnoseunterstützung in der Inneren Medizin verwendet und umfasst ca. 1700 Diagnosen und fast 8000 Befunde und Symptome.

Iliad verwendet das Bayes-Theorem um die Wahrscheinlichkeiten verschiedener Diagnosen unter Berücksichtigung der Prävalenz dieser Diagnosen, sowie der vorliegenden Untersuchungsergebnisse zu berechnen. Das heißt, ausgehend von der Prävalenz einer Erkrankung wird die a posteriori Wahrscheinlichkeit durch die sequentielle Anwendung des Bayes Theorems bestimmt.

Die Interaktion mit ILIAD kann erfolgen über:

- Ø Konsultationsmodus

- Ø Kritikmodus
- Ø Simulationsmodus und
- Ø Lehrbuchmodus

Hauptverwendung findet das System ILIAD heutzutage in der Ausbildung der Medizinstudenten. Besondere Fälle können mit dem Programm simuliert werden, so dass die Studenten mit zur Hilfenahme des Programms alle relevanten Informationen erfragen müssen um die richtige Diagnose zu stellen.

Die Unsicherheit bei der Darstellung von Zusammenhängen zwischen Diagnosen und Symptomen werden bei ILIAD auf Basis einer weniger subjektiven Methodik abzubilden versucht. Der Wissensbasis von ILIAD liegen statistische Merkmale von Prävalenz, Sensitivität und Spezifität zugrunde.

Anhand eines konkreten Beispiels, akuter Herzinfarkt und retrosternaler Schmerz, soll die Funktionsweise von ILIAD illustriert werden.

- Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines akuten Herzinfarktes in einer bestimmten Population ist die Prävalenz. (**P(HI)**) Somit bezieht sich die Prävalenz in diesem Kontext auf eine Krankheit, beziehungsweise Symptomatik.
- Die Sensitivität des Befundes „retrosternaler Schmerz“ ist in diesem Falle die Antwort auf die Frage „Bei wie vielen Patienten mit akutem Herzinfarkt kommt die Manifestation retrosternaler Schmerz zu Tage?“ (**P(retrosternaler Schmerz / HI)**). Also wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit eines Patienten mit einem akuten Herzinfarkt, dass er auch retrosternale Schmerzen hat?
- Die Spezifität ist die Antwort auf der Frage „Wie viele Patienten ohne akuten Herzinfarkt haben keine retrosternale Schmerzen?“ (**P(keine retrosternale Schmerzen / kein HI)**). Also wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass gesunde Menschen ohne akuten Herzinfarkt auch keine retrosternale Schmerzen haben?

Die gesamte Beschreibung eines Krankheitsprofils besteht aus einem Frame, in welchem für die jeweilige Krankheit die zugehörige Prävalenz beschrieben ist und anschließend alle Symptome, Befunde, Untersuchungen und deren Ergebnisse die in irgendeiner Form mit der gegebenen Krankheit in Zusammenhang stehen können. Zudem kommen noch die Sensitivität und die Spezifität.

Bei ILIAD besteht auch die Möglichkeit Befunde die mit einer Krankheit in eindeutigen Zusammenhang stehen, in Booleschen Aussagen zu beschreiben.

8. HELP

HELP ist ein Krankenhausinformationssystem, komplett basierend auf einer Wissensbasis. Es unterstützt nicht nur die Routineanwendungen eines Krankenhausinformationssystems wie Eingang und Ausgang der Patienten, Apothekerfunktionen, Radiologie, Pflegedokumentation, Monitoring auf Intensivstationen, sondern besitzt auch eine Funktion zur Entscheidungsunterstützung. Diese Entscheidungsunterstützung wird zur Dateninterpretation, zur Patientendiagnose, als Erinnerungsalarm und zum Herstellen von klinischen Protokollen verwendet. Die Aktivierung der Entscheidungsunterstützung erfolgt mit der Anwendung des Systems und asynchron durch Datenerfassung und zeitgesteuerten Mechanismen [vgl. Kuperman GJ et al., Springer-Verlag, New York, 1991]. Die Aktivierung des Systems durch die Datenerfassung wird in dem Moment initiiert, wenn klinische Daten in die elektronische Patientenakte gespeichert werden. Die zeitgesteuerten Mechanismen zur Aktivierung des Systems erfolgen nach genau festgelegten Zeitplänen. Durch eine integrierte Datenbankstruktur werden die Funktionen der Entscheidungsunterstützung erleichtert. Durch dieser Datenbankstruktur ist auch eine Reportfunktion für den jeweiligen Patienten integriert.

10. Das SAGE – Guidline Modell

Das SAGE (Standards-Based Active Guideline Environment) – Projekt entstand um sowohl eine Methode als auch eine Infrastruktur zu schaffen in welcher die Entscheidungsunterstützungssysteme die Leitlinien-basierte Behandlung in kommerziellen klinischen Arbeitssystemen integrieren sollen [vgl. Tu SW et. al. J Am Med Inform Assoc. 2007 S:589–598].

11. Andere medizinische DSS

Im Bereich der medizinischen DSS wurden, vor allem in den letzten Jahren, sehr viele Systeme entwickelt. Eine Auflistung aller kommerziellen Systeme oder aber auch der Systeme welche noch experimentell in Betrieb sind wäre an dieser Stelle zu umfangreich. Deswegen wurde in den vorhergehenden Abschnitten ausführlich nur auf die wichtigsten und ältesten Systemen eingegangen.

Sicherlich wären zumindest noch einige Systeme zu erwähnen wie zum Beispiel:

- **MDDB**, ein System zur Diagnose von Dysmorphiesyndromen [vgl. Gierl L. et al., Artificial Intelligence in Medicine, 1994, S29-49],

- **ACORN**, System zum Management von Brustschmerzen in der Notaufnahme [vgl. Wyatt J., 1987, S15- 24.],
- **POEMS**, ein Expertensystem zur Postoperativen Behandlung [vgl. Sawar M. J. et al., Proceedings of MEDINFO-92, 1992],
- **VIE-PNN**, ein System zur Berechnung der parenteralen Ernährung von intensivbehandelten Früh- und Neugeborenen [vgl. Horn, W. et al., Artificial Intelligence in Medicine, 2002, S207-218],
- **NeoGanesh**, ein wissensbasiertes System zur Planung der Beatmung in den Intensivstationen [vgl. Dojat M, et al., Artificial Intelligence in Medicine, 1997, S97-117.],
- **VentEx**, auch ein Decision Support System welches in den Intensivstationen zur Beatmungsplanung eingesetzt wird [vgl. Shahsavari N, et al., International Journal of Clinical Monitoring and Computing, 1989, S223-231],
- **SETH**, ein Expertensystem eingesetzt in der klinischen Toxikologie [vgl. Darmoni SJ. et al., Comput. Methods Programs Biomed. 1993, S171-176],
- **Liporap**, ein System zur automatischen Phenotypisierung von Dyslipoproteinämien
- **PEIRS**, ein System zur Interpretation von Pathologiereports [vgl. Edwards G. et al., Pathology, 1993, S27-34],
- **Perfex**, ein Expertensystem zur automatischen Interpretation der arteriellen Koronarerkrankungen [vgl. Ezquerro N. F. et al., Pergamon Press, 1992],
- **Phoenix**, ein Expertensystem zur Validierung von Radiologiebildern [vgl. Kahn CE Jr., Methods of Information in Medicine 1991, S268-274],
- **DXPlain**, ein diagnostisches Expertensystem in der Allgemeinmedizin [vgl. Barnett GO et al., JAMA, 1987, 258(1), S67-74],
- **Jeremiah**, und **Orthoplaner** zwei Systeme zur Entscheidungsunterstützung der Therapieplanung in der Kieferorthopädie [vgl. Stephens CD et al., British Journal of Orthodontics, 1996, 23, S1-9]

Eine Übersicht über die wichtigsten medizinischen DSS wird in der Tabelle im Anhang gezeigt [<http://www.openclinical.org>].

2.4 Informationsbeschaffung in der Medizin

Nach dem Ausblick über die Wissensbasierten Systeme in der Medizin widme ich die nächsten Abschnitte der Informationsbeschaffung in der Medizin. Wie schon in der Einleitung gesagt, ist die Beschaffung von Informationen und der Informationstransfer von entscheidender Bedeutung in der Medizin. Nur durch eine kontinuierliche und systematische Informationsverarbeitung ist eine qualitativ hochwertige Medizin möglich. Leider ist es immer noch so, dass die Diffusion neuer Erkenntnisse in die medizinische Praxis häufig unsystematisch und mit Verzögerungen vonstatten geht [vgl. Klemperer, Dr. med. Mabuse 1996, S22-27]. Das größte Problem hierbei dürfte, wie schon erwähnt, die Informationsflut sein. Diese Informationsflut ist nicht vom einzelnen Arzt zu bewältigen. Vielmehr sollten Fachzeitschriften und medizinische Verlage auf neue Formen der Zusammenfassung des vorhandenen Wissens zurückgreifen. Neue Formen der Präsentation sollten ebenso berücksichtigt werden [vgl. Klemperer, Dr. med. Mabuse 1996, S22-27].

In dieser Richtung wurden in den letzten Jahren besonders im angloamerikanischen Raum wesentliche Anstrengungen unternommen um die Informationsflut zu bewältigen. Dies erfolgt über Metaanalysen der Literatur und der individuellen Patientendaten [vgl. Stewart, Lancet 1993, 341: S.418-422], Kurzzusammenfassungen von Studienergebnissen (Abstracts) die in Fachzeitschriften veröffentlicht werden, Review Artikel mit klaren definierten Anforderungen an die Qualität [vgl. Milne, Journal of Epidemiology and Community Health 1993, 47: S.169-170] und eine regelmäßige Studienzusammenfassung zu den verschiedenen Bereichen der Medizin (Übersichten im Journal of the American Medical Association).

Nachfolgend werden einige der wichtigsten Informationsbeschaffungsquellen in der Medizin beschrieben.

Cochrane

Einen sehr wichtigen Beitrag in der Bearbeitung der Informationsmenge in der Medizin leistet auch die Cochrane Collaboration [<http://www.cochrane.org/>]. Dies ist ein weltweites Netz von Ärzten und Wissenschaftlern deren Ziel es ist systematische Übersichtsarbeiten zur Bewertung von Therapien zu erstellen, aktuell zu halten und zu verbreiten. Basis hierfür sind alle zur Verfügung stehende Daten zu einer Fragestellung, so dass die Therapie ein möglichst objektives Bild erhält. Nach Möglichkeit sollten alle Daten aus randomisierten Studien verwendet werden. Die Reviews werden von Review-Gruppen verfasst, die Interventions-basiert (z.B. Ernährung), problemorientiert (z.B. Mamma-Karzinom), oder an Bereichen der medizi-

nischen Versorgung (z.B. Primärversorgung) orientiert sein können. Die Mitarbeit in einer Review-Gruppe ist unabhängig von lokalen Verhältnissen, eine internationale Zusammensetzung sollte soweit wie möglich gegeben sein. Jede Gruppe wird von einem redaktionellen Team betreut, das für die Begutachtung und Veröffentlichung der erarbeiteten Übersichten als Teil der periodisch aktualisierten Cochrane-Datenbank systematischer Reviews verantwortlich ist.

Die Cochrane-Zentren sind verantwortlich für Koordination, Organisation und Öffentlichkeitsarbeit, unterstützen und fördern die Bildung neuer Review-Gruppen und stellen sicher, dass nur korrekt durchgeführte, qualitativ hochwertige Übersichtsarbeiten Eingang in die Cochrane-Datenbank finden. Cochrane-Zentren sind heutzutage auf allen Kontinenten vorhanden.

Die Cochrane-Collaboration ist eine Non-Profit-Organisation, in welcher die Mitarbeit freiwillig ist. Die Cochrane-Zentren werden unterstützt von Gesundheitsbehörden, Universitäten oder von wissenschaftlichen Fonds. Die Rechte der erstellten Reviews bleiben bei den Autoren wobei die Datenbanken kollektives Eigentum der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen sind.

MEDLINE

MEDLINE [<http://www.nlm.nih.gov/>] ist in der National Library of Medicine (NLM) die erste Datenbank welche die Felder der Medizin, Zahnmedizin, Pflege, Tiermedizin, des Gesundheitswesens und der Vorklinischen Wissenschaften abdeckt. MEDLINE enthält bibliographische Zitate und Abstracts aus über 4600 medizinischen und verwandten Journals die auch medizinische Themen streifen. Ausgewertet werden Zeitschriften, die in den Vereinigten Staaten von Amerika und in weiteren 70 Ländern erscheinen. Die Datenbank enthält über 12 Millionen Zitate die bis in die späten 60'er Jahren zurückliegen. Die Datenbank hat eine weltweite Deckung, die Einträge sind jedoch meistens aus dem englischsprachigen Raum oder sie besitzen ein englisches Abstract. Heutzutage wird MEDLINE als Schlagwort benutzt, jedoch existieren eine Reihe von Datenbanken die miteinander unter dem Dach der NLM unter dem Namen PubMed Services eingebettet sind. Hierbei zu erwähnen:

- Journals Database, ein Suchprogramm für Journals,
- MeSH Database. MeSH ist ein von der NLM's kontrolliertes Wörterbuch entworfen für die Indexierung der Artikel in PubMed. Die MeSH Terminologie besitzt eine konsistente Art um Informationen abzurufen die unter Umständen eine andere Bezeichnung für den gleichen Begriff besitzen.

- Single Citation Matcher, für den Abruf der Artikel in welchen ein einziger Artikel, (mit Angabe von Autoren, Publikation und Titel) zitiert wird.
- Batch Citation Matcher
- Clinical Queries, hier werden anhand von einer Filterfunktion entweder Klinische Studien und Ergebnisse geliefert, oder aber Systematische Reviews zu einem gewissen Thema.
- LinkOut ist ein Zusatzfeature von Entrez (Medline) entwickelt um Benutzern von PubMed oder anderen Entrez Datenbanken Links zu einer breiten Auswahl von relevanten online verfügbaren Ressourcen einschließlich Volltext-Publikationen, biologischer Datenbanken, Verbraucherinformationen, Forschungsergebnisse anzubieten. Der Sinn hierfür liegt darin dem Benutzer relevante Informationen aus anderen Quellen zur Verfügung zu stellen, um das Wissen zu erweitern, zu verdeutlichen oder um Zusatzinformationen zugänglich zu machen.
- Cubby speichert persönliche Suchstrategien und e-mail Adressen.

Medivista

Medivista [<http://www.medivista.de/>] ist eine Medizin-Suchmaschine die vom Deutschen Medizinforum 1997 zugänglich gemacht wurde. Es handelt sich um einen sogenannten Roboter, der automatisiert Internetseiten besucht, um daraus einen umfassenden Index für die Stichwortsuche zu erstellen. Der Roboter "Medivista" erweitert ständig sein Wissen, indem er deutschsprachige und internationale Internet-Rechner mit unzähligen medizinischen Dokumenten und Artikeln besucht.

Medivista verwendet Suchmaschinen von folgenden Anbietern:

- Deutsches Ärzteblatt
- Die Ärztezeitung
- AWMF online
- Cancer-Net
- FDA-Suchmaschine
- Karolinska Institute (Schweden)
- Medizinindex
- medknowledge.de (Suchkatalog für Medizin)
- Medline
- NIH
- Das WHO-Archiv

- OMNI

Dieser Roboter stellt mit seiner spezifischen Aufgabenstellung eine ideale Ergänzung zu den verfügbaren umfassenden Literatur-Datenbanken wie MEDLINE dar.

Medizinindex Deutschland

Der Medizinindex Deutschland [<http://www.medizinindex.de/>], für den medizinisch tätigen Personenkreis konzipiert, durch seinen gegliederten Aufbau wie ein "medizinisches Inhaltsverzeichnis" des Internet, ist eine ideale Einstiegsseite zur Suche im Internet und wird inzwischen schon ca. 3000 mal/Tag genutzt. Ca. 60 medizinische Fachbereiche dienen als Kategoriebegriffe. Die Eintragungen sind mit Fachwissen vorbildlich gegliedert und alphabetisch sortiert. Dadurch gewinnt man mühelos einen schnellen Überblick über die medizinischen Datenquellen im Internet. Die integrierte, nach Fachgebieten gegliederte Fortbildungs- und Kongressdatenbank umfasst über tausend Ankündigungen. Weitere Kategorien sind:

- Ø Apotheken
- Ø Ärztehomepages
- Ø Institutionen und Verbände
- Ø Kliniken
- Ø Krankheiten
- Ø MEDLINE
- Ø Patienteninformationen und Selbsthilfegruppen
- Ø Studium,
- Ø Mailinglisten
- Ø Newsgroups und Diskussionsforen
- Ø Zeitschriften.

2.5 Das Projekt ENDOTEL

ENDOTEL, ein mehrstufiger telemedizinischer Dienst für die gastroenterologische Endoskopie und Endosonographie wurde vom Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie der technischen Universität München und der II. Medizinischen Klinik und Poliklinik des Klinikums Rechts der Isar, in Zusammenarbeit mit der Universität Regensburg und dem Telehaus Stamsried aus Cham entwickelt. Im Rahmen dieser Entwicklung wird ein umfangreiches Entscheidungsunterstützungssystem für die gastroenterologische Endoskopie bereitgestellt [<http://www.endotel.de>]. Dieses Projekt wird im Rahmen der High-Tech-Offensive Bayern (HTO) durchgeführt [<http://www.endotel.de>].

Das Konzept von ENDOTEL ist dreistufig aufgebaut (Abbildung 2.6).

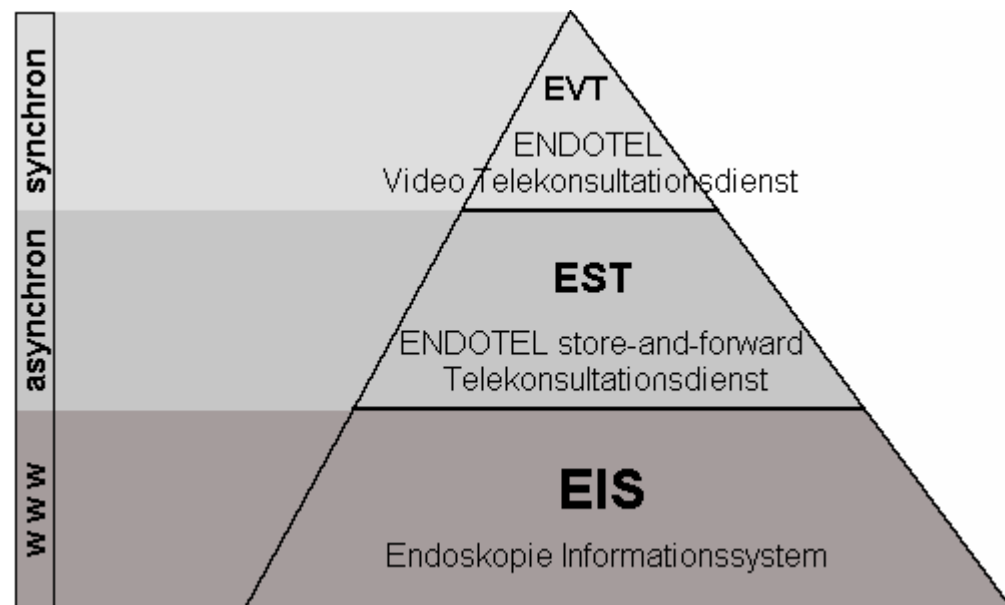


Abbildung 2.6: Schematische Darstellung des Konzeptes von ENDOTEL (nach Sußmann 2002)

Endoskopie-Informationssystem (EIS)

Das Endoskopie-Informationssystem (EIS) steht als Basis der Pyramide zur Verfügung. Dabei handelt es sich um eine kostenlose und permanent verfügbare Informationsquelle im Internet. Dadurch sollten schon im vorab eine große Anzahl der Fragen abgedeckt werden. Im EIS können diagnosebezogene Bilder, Beispielvideos und Textdokumente zu den verschiedenen Organen und Lokalisationen des Gastrointestinaltraktes eingesehen werden. Diese Inhalte werden in einer MS-Access Datenbank verwaltet, deren Schnittstelle der ColdFusion Server mit der Scriptsprache ColdFusion Markup Language ist. Zur Ansicht bestimmter Inhalte fordert der Anwender diese mit dem normalen Browser an und der Webserver leitet diese Anfrage an den ColdFusion Server weiter. Der Inhalt wird hier gewertet und die Datenbankabfrage erfolgt. Die gefundenen Inhalte werden anschließend als HTML-Seite an den Webserver zurückgeschickt [vgl. Sußmann et al., Telemedizinführer Deutschland - Ausgabe 2002, S80/81] [www.eis.telemedizin.org].

Der Inhalt des EIS ist über eine Systematik, die auf der Endoskopischen Terminologie-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten basiert, zugänglich [<http://www.omed.org>] (Abbildung 2.7).

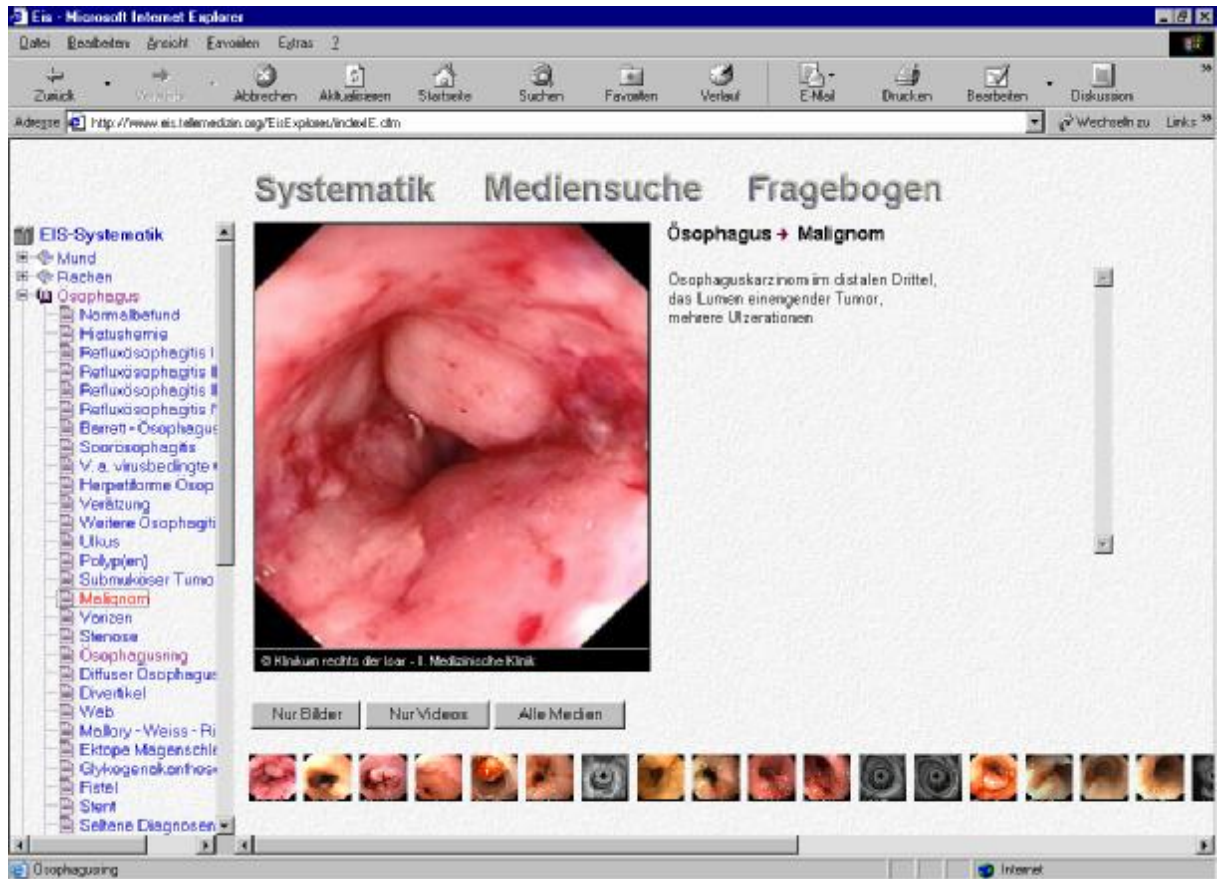


Abbildung 2.7 Screenshot der Benutzeroberfläche des EIS

Durch die Auswahl eines Begriffes werden dem Anwender Beispielbilder oder –videos mit einführenden Texten und Kommentaren über den Browser zur Ansicht präsentiert.

Demzufolge existieren im EIS 3 verschiedene Dokumenttypen:

- § Medizinische Lehrtexte
- § Medien in JPEG- bzw. MPEG-Format mit dazugehörigen Kommentaren
- § Expert Guided Tours für Organlokalisationen, in Form von statischen HTML-Seiten.

Für Autoren steht eine separate Oberfläche zur Verfügung mit welcher die Ärzte nach dem Einloggen mit Usernamen und Passwort, auch selbständig Material in das Informationssystem einfügen und zur Verfügung stellen können. Kommentare und Texte können, durch einen in der Applikation integrierten Editor, leicht bearbeitet werden. Die Änderungen werden durch die Serververbindung sofort übernommen [vgl. Sußmann et al., Telemedizinführer Deutschland - Ausgabe 2002, S80/81].

ENDOTEL Store-and-Forward Telekonsultationsdienst (EST)

Als zweite Ebene der ENDOTEL-Pyramide stellt EST einen Dienst dar, der zur Einholung einer Zweitmeinung per Internet für den anwendenden Arzt gedacht ist. Durch diese asynchrone multimediale Anfragemöglichkeit können die beteiligten Ärzte einem Kollegen oder Spezialisten die eigenen Untersuchungsergebnisse in Form von Bildern, Videos und Texten zur Verfügung stellen. Dadurch werden die Kommunikationsflüsse zwischen den Anwendern optimiert. Sollte der Arzt eine unklare Befundlage vor sich haben, kann er mittels der Software des EST eine Anfrage in Form einer multimedialen e-mail erstellen, um eine Zweitmeinung von einem Experten zu erhalten (Abbildung 2.9). Sämtliche Untersuchungsergebnisse können in digitalisierter Form der Anfrage beigelegt werden. Abbildung 2.8 zeigt den schematischen Ablauf einer EST-Anfrage.

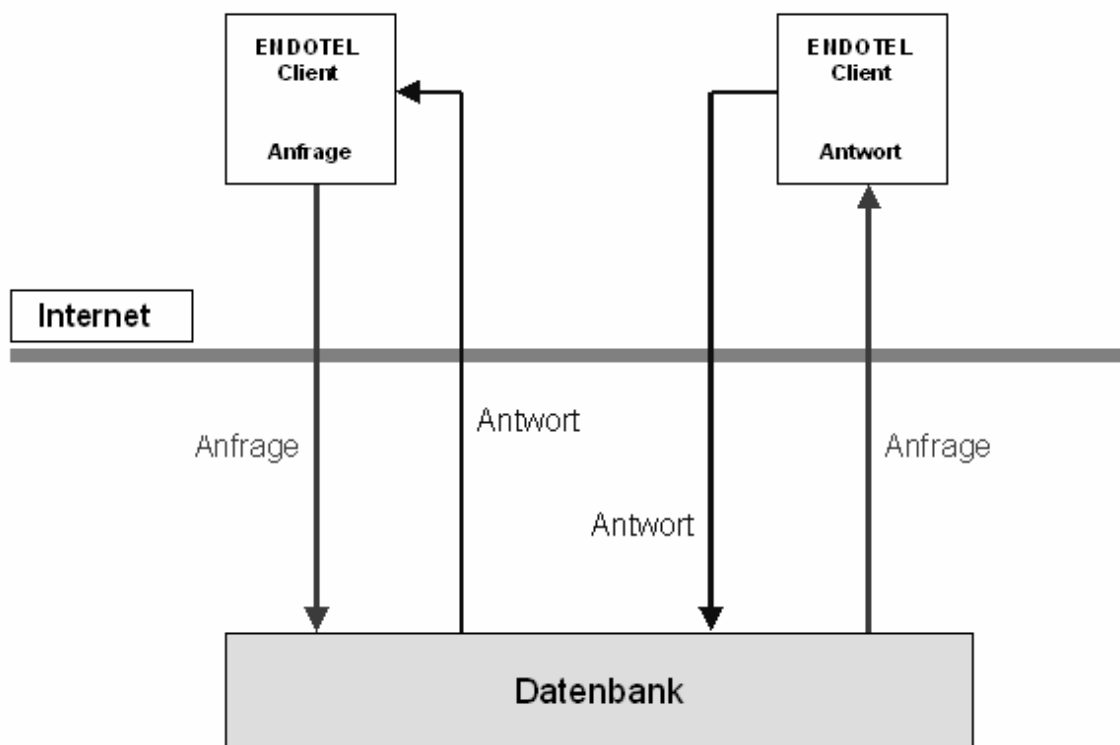


Abbildung 2.8 Schematische Darstellung einer EST-Anfrage (nach Sußmann 2002).

Der Vorteil dieses Systems liegt darin, dass der konsultierte Arzt seine Arbeit nicht im Moment der Anfrage abbrechen muss, sondern die Anfrage zu einem späteren Zeitpunkt bearbeiten kann. Zusätzlich wird die Abarbeitung der Anfrage durch die mitgelieferten Untersuchungsbefunde wesentlich erleichtert. Durch diese Vorgehensweise wird es ermöglicht eine fundierte Abklärung schwieriger Fälle noch vor Einweisung oder Verlegung des Patienten zu

veranlassen. Somit könnten in Zukunft dadurch wesentliche Kosten durch Vermeiden von Doppel- und Mehrfachuntersuchungen eingespart werden [vgl. Sußmann et al., Telemedizin-führer Deutschland - Ausgabe 2002, S80/81].

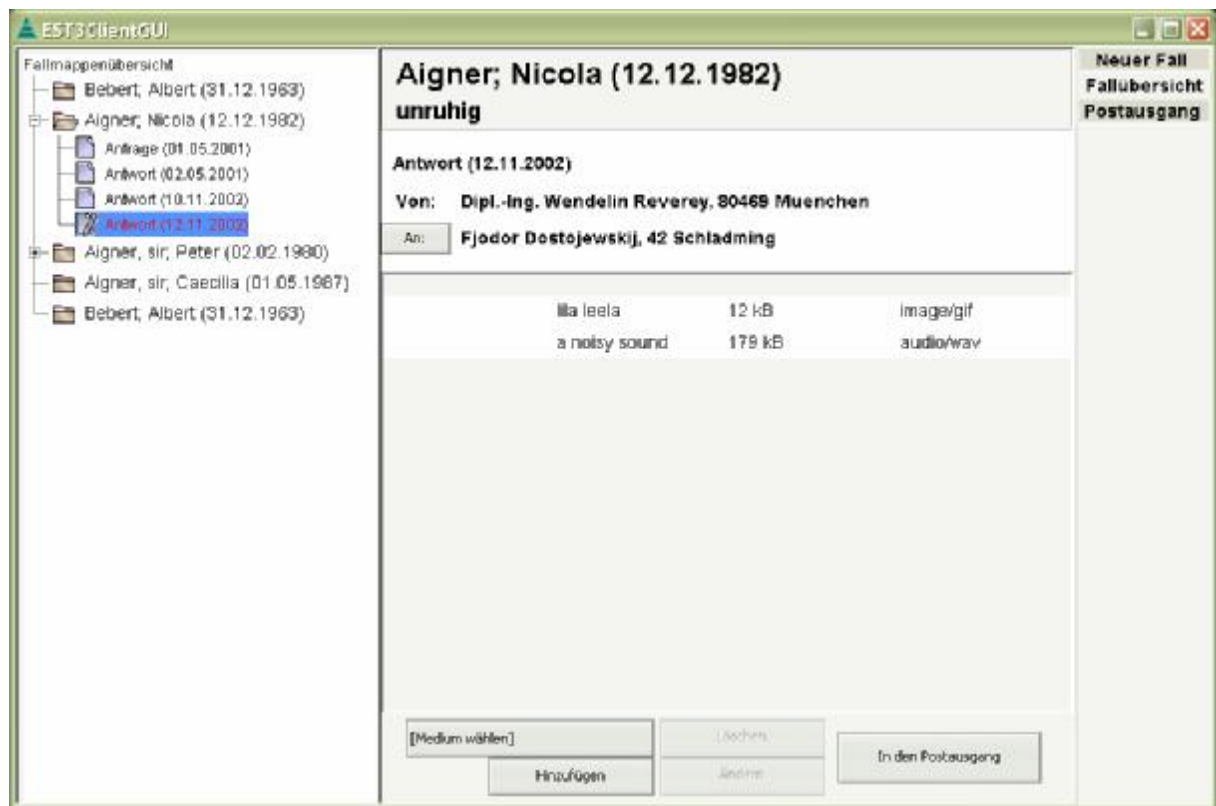


Abbildung 2.9 Screenshot des Endotel Store & Forward Telekonsultationsservice

Die Übertragung der Inhalte erfolgt anonymisiert, des weiteren plant man eine Anpassung an das Health Care Professionals Protokoll durchzuführen.

Im Jahre 2001 wurde eine neue Software, mit einer XML-basierten Architektur und hohen Integrationsfähigkeit, entwickelt. Der Endotel-Service kann somit nahtlos an bestehende Gesundheitsservices integriert werden, da das Kommunikationskonzept auf dem Austausch von CDA-Dokumenten basiert [vgl. Tobman et al., Surjan G, Engelbrecht R, McNair P (Eds.): Health Data in the Information Society, IOS Press, Amsterdam et al., 2002, S152-155]. Dadurch kann leicht eine Benutzeroberfläche entwickelt werden, die sich problemlos in die existierenden Krankenhausinformationssysteme und Praxissoftware integrieren lässt. Abbildung 2.10 illustriert die Software Architektur des EST Clients [vgl. Tobman et al., European Journal of Medical Research, 2002, S85].

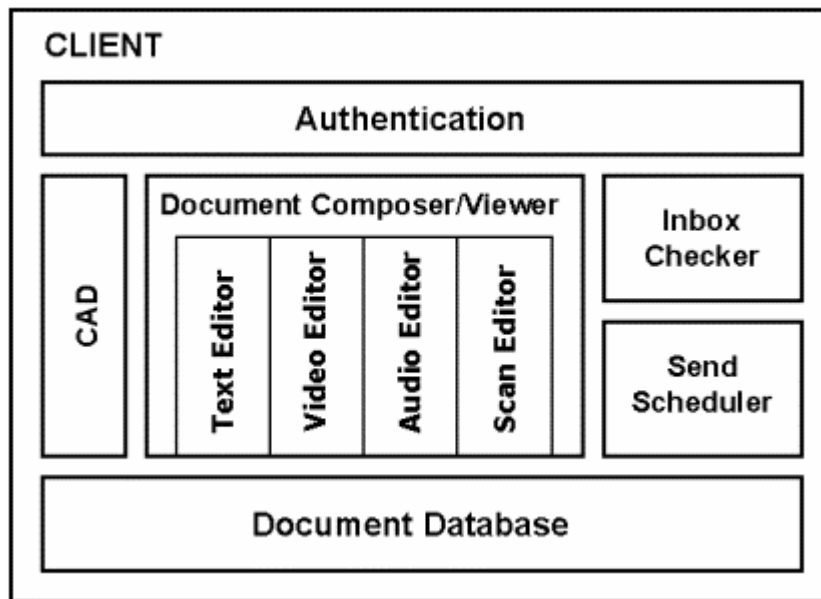


Abbildung 2.10 Software-Architektur des EST-Client (nach Tobman 2002)

ENDOTEL Video-Telekonsultationsdienst (EVT)

Mit dem ENDOTEL Video-Telekonsultationsdienst (EVT) als dritte Unterstützungsebene, soll die Möglichkeit einer direkten synchronen Videokonferenz zwischen den beteiligten Partnern im Projekt zur Evaluation gegeben werden. Hierfür werden unterschiedliche digitale Videoformate mit verschiedenen Netzwerktechnologien erprobt. Erste Pilotübertragungen mit Internet Streaming-Verfahren gab es bereits. Die Qualität war jedoch nicht ausreichend. Deswegen scheint die Realisierung dieses Dienstes schwierig zu sein, da es einen hohen Kostenaufwand für die Beteiligten zur Folge hätte [vgl. Sußmann et al., Telemedizinführer Deutschland - Ausgabe 2003. Ober-Mörlen 2002, S88-89].

Ausblick und Weiterentwicklung des Projektes ENDOTEL

Die Analyse und das Design der neuen Version des ENDOTEL-Programmes wurden mit Hilfe der Unified Modeling Language (UML) erstellt. Die Erstimplementierung wurde vollständig in der Programmiersprache JAVA [<http://www.sun.com>] realisiert. Die Integration soll durch eine neu geschaffene XML-basierte Architektur ermöglicht werden. Die Telekonsultationsabläufe sollen über den Austausch von CDA-Dokumenten erfolgen. Um den Telekonsultationsdienst zu etablieren sollte die Software durch entscheidende Weiterentwicklungen Marktreife erlangen. Neben Bildqualitätsverbesserungen sollten Schnittstellen zu bestehenden Krankenhausinformations- und Praxissoftwaresysteme erschaffen werden. Zusätzlich sollte eine Anbindung an Untersuchungsgeräte (Endoskope) ermöglicht werden. Diese Aufgaben werden mit Hilfe der bereits existierenden offenen Kommunikationsstandards HL7 und DICOM bewältigt.

Eine zusätzliche Möglichkeit zur Anbindung von computerassistierten Visualisierungs- und Entscheidungshilfen wurde bereits geschaffen. Ein als Zusatzfunktion in das System integriertes Modul zur Unterstützung von endosonographischer Befundung der Ösophagustumoren existiert bereits [vgl. Sußmann et al., in Evers H, Glombitza G, Lehmann T, Meinzer H-P (Hrsg), Springer 1999, S263-267].

Zusätzlich wird ein neues Publikationsmodul mit Datenbank implementiert in welchen relevante klinische Fälle gespeichert werden. Die Benutzer des Systems, Ärzte aus Praxen und Kliniken, bearbeiten die Fälle und schicken diese anschließend weiter an das Publikationsmodul. An dieser Stelle erfolgt eine automatische Anonymisierung und Indexierung mit anschließender Speicherung in die Datenbank. Damit wird sichergestellt, dass keine patientenrelevanten Daten vorhanden sind und der Datenschutz gewährt wird. Dieses Modul ist zurzeit in Arbeit und wird demnächst fertig gestellt [vgl. Horsch et al., Proceedings of MIE 2003 in Saint-Malo, France, May 4-7, 2003].

Das Stufenkonzept des Projektes ENDOTEL kann letztendlich folgendermaßen schematisch erweitert werden:

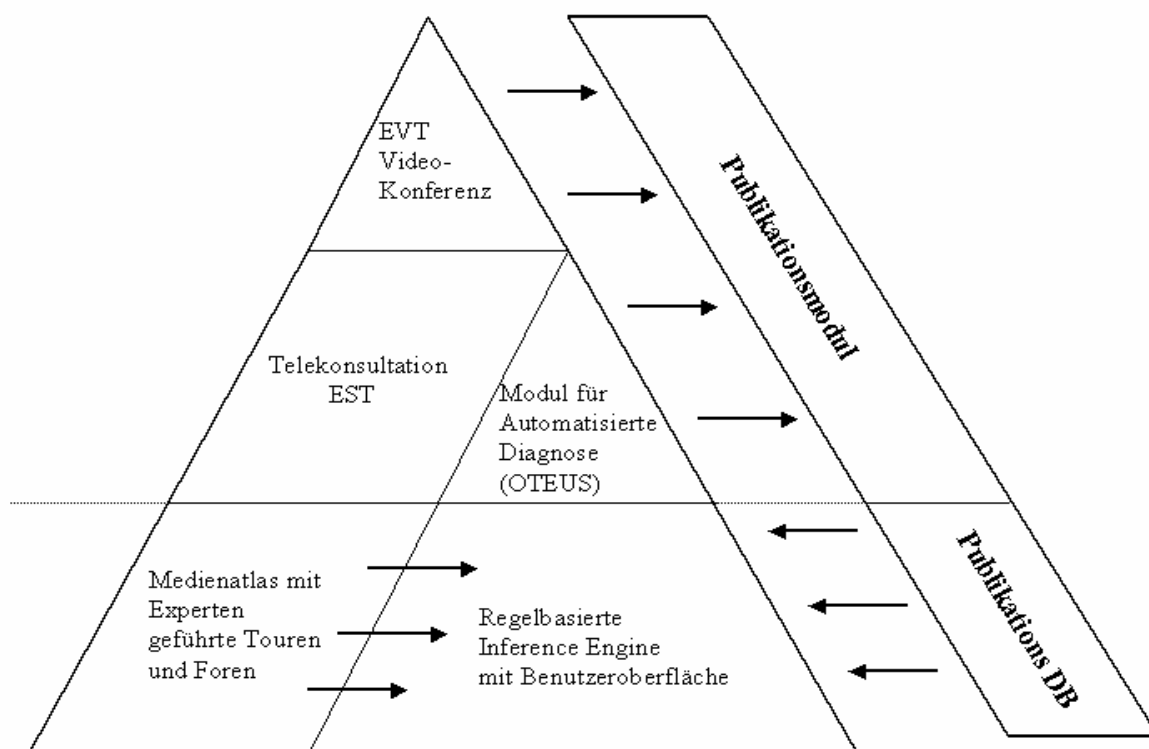


Abbildung 2.11 Erweiterte schematische Darstellung des Konzeptes von ENDOTEL

Einordnung der Doktorarbeit in das Projekt ENDOTEL

Wie in den vorherigen Abschnitten beschrieben wird somit ersichtlich, dass im Rahmen des Forschungsprojektes „ENDOTEL“ nicht ein klassisches Decision Support System entwickelt wird, aber auch nicht das klassische System zur Informationsbeschaffung. Im Grunde genommen wird im Projekt ENDOTEL versucht eine systematische Datenquelle mit einer fallbasierten Datenquelle zu verbinden um damit den behandelnden Arzt eine Möglichkeit zu geben seine eigenen Entscheidungen anhand von Beispielen zu treffen.

Aus Abbildung 2.11 wird ersichtlich, an welcher Ebene die Regelerstellung und somit der Gegenstand dieser Arbeit einzuordnen ist. Als ein Kernteil des Entscheidungsunterstützungssystems werden dem Benutzer nach Verarbeitung der Suchanfrage mittels Auswertung von Regeln die passenden Informationen über eine Benutzeroberfläche zugänglich gemacht.

Durch die Regeln sollen dem Benutzer erweiterte Informationen aus den beiden miteinander verbundenen Datenquellen zur Verfügung gestellt werden. Der Benutzer (in diesem Fall der Arzt) soll somit nicht in seiner Entscheidungsfindung gedrängt werden, sondern es sollen ihm zusätzliche Informationen zur Verfügung gestellt werden damit er auch durch Vergleiche und ohne Zeitverlust durch Inanspruchnahme von Experten zu geeigneten Entscheidungen findet.

Nachfolgend werden die Konzepte und Anforderungen wie auch die Spezifikation der einzelnen Komponenten des Entscheidungsunterstützungssystems dargestellt wobei der Schwerpunkt bei dem Aufbau der Regeln liegt.

2.6 Das Entscheidungsunterstützungssystem im Projekt ENDOTEL

Im Rahmen des Projektes ENDOTEL wurde in einer Diplomarbeit am Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie der TU München der Prototyp eines dokumentenbasierten, klinischen Entscheidungsunterstützungssystem entwickelt. Dieser Prototyp sollte zeigen wie eine Umsetzung für die Zukunft zu gestalten sei.

Der Sinn eines medizinischen Entscheidungsunterstützungssystems besteht darin, die Qualität der ärztlichen Diagnose durch Bereitstellung von relevanten Informationen zu verbessern [vgl. Elstein et al., Jamia 1996, S422-428]. Wenn ein Entscheidungsunterstützungssystem vom Benutzer durch minimale Eingaben ein Maximum an relevanten Informationen bietet, wird es als „intelligent“ bezeichnet. Somit kann ein „Intelligentes System“ das vom Arzt

formulierte Wissen aufnehmen und die Wissensbank um dieses Wissen erweitern [vgl. Barth C., Diplomarbeit, 2003].

In medizinischen Entscheidungsunterstützungssystemen kommen verschiedene Arten von Inference Engines zum Einsatz. Regelbasierte System verarbeiten eine Menge von Booleschen **IF-THEN** Regeln, neuronale Netzwerke berechnen Wahrscheinlichkeiten und heuristische Systeme arbeiten mit quasi-statistischen Methoden [vgl. Berner Eta, 1999, S110].

Im Projekt ENDOTEL kommt ein regelbasiertes Entscheidungsunterstützungssystem zum Einsatz, welches durch die Inference Engine den **IF**-Teil der Regeln auswertet und sollte der Wahrheitswert TRUE sein, schlussfolgert es den **THEN**-Teil. Sollte der **THEN**-Teil eine Aktion beinhalten wird diese anschließend ausgeführt [vgl. Barth C., Diplomarbeit, 2003].

Im Gegensatz zu den von Informatikern bevorzugten Formulierung IF-THEN ELSE wird in diesem Fall nur mit den Booleschen **IF-THEN** Regeln gearbeitet, da nicht eine Eingrenzung von Ergebnissen sondern eine erweiterte Suche erfolgen soll. Es sollen so viele Ergebnisse wie nur möglich geliefert werden um aus dieser großen Ergebnismenge die Möglichkeit einer Entscheidungsfindung zu gestatten.

2.6.1 Spezifikation und Gesamtkonzept des Entscheidungsunterstützungssystems

In folgenden werden das Gesamtkonzept und die Spezifikation des Entscheidungsunterstützungssystems dargestellt. Kern des gesamten Systems sind die Inference-Engine mit einer Datenbank die Regeln und Einträge fasst, sowie die EIS- und EST-Publikationsdatenbank (siehe Abbildung 2.12).

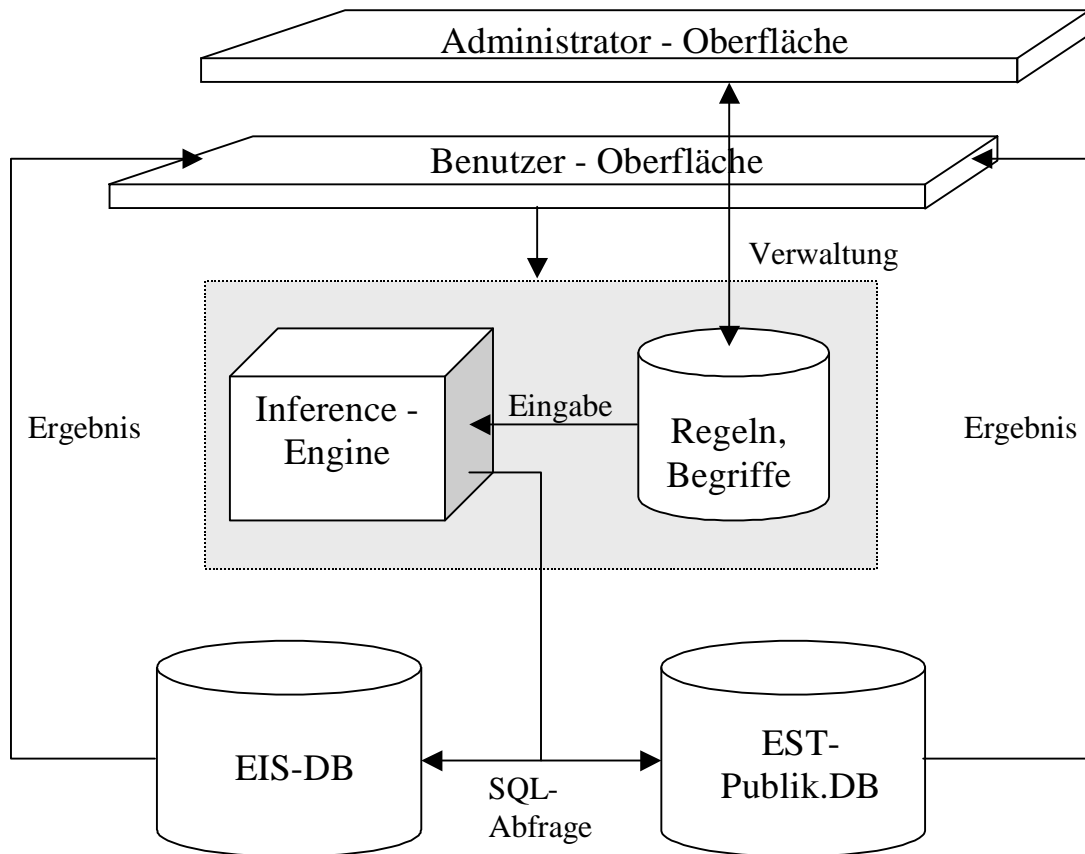


Abbildung 2.12: Gesamtkonzeptes des Entscheidungsunterstützungssystems von ENDOTEL (nach Barth 2003)

2.6.2 Der Datenbankentwurf, Datenschema und die Regeleinträge

In der Datenbank stehen 5 Tabellen zur Verfügung um die erarbeiteten Regeln abzubilden (Tabelle Regeln, Tabelle Bedingungen, Tabelle Bedingungeintrag, Tabelle Aktionen und Tabelle Aktioneintrag). (siehe Abbildung 2.13)

Da das System nicht eine Freitextsuche ermöglicht, wird jeder Begriff in die Datenbank gespeichert, so dass die Suchanfragen über die Begriffe erfolgen [vgl. Barth C., Diplomarbeit, 2003] können.

Der Dreh- und Angelpunkt des gesamten Systems ist die Tabelle Einträge. Jeder Eintrag ist maximal einer Achse zugeordnet und kann einen übergeordneter Eintrag (Vater) besitzen.

In der Tabelle Achsen sind die Namen der Achsen, die in dieser Arbeit erarbeitet wurden, gespeichert. Durch eine Prioritätszuordnung kann auf der Benutzeroberfläche deren Reihenfolge in der Anzeige verändert werden.

In den Tabellen Bedingung und Bedingungeintrag werden die **IF**-Teile jeder Regel, bzw. die zugehörigen Einträge zu diesem **IF**-Teil gespeichert.

Analog erfolgen in den Tabellen Aktionen und Aktioneintrag die Speicherung der **THEN**-Teile der Regeln bzw. die zugehörigen Einträge dieser **THEN**-Teile.

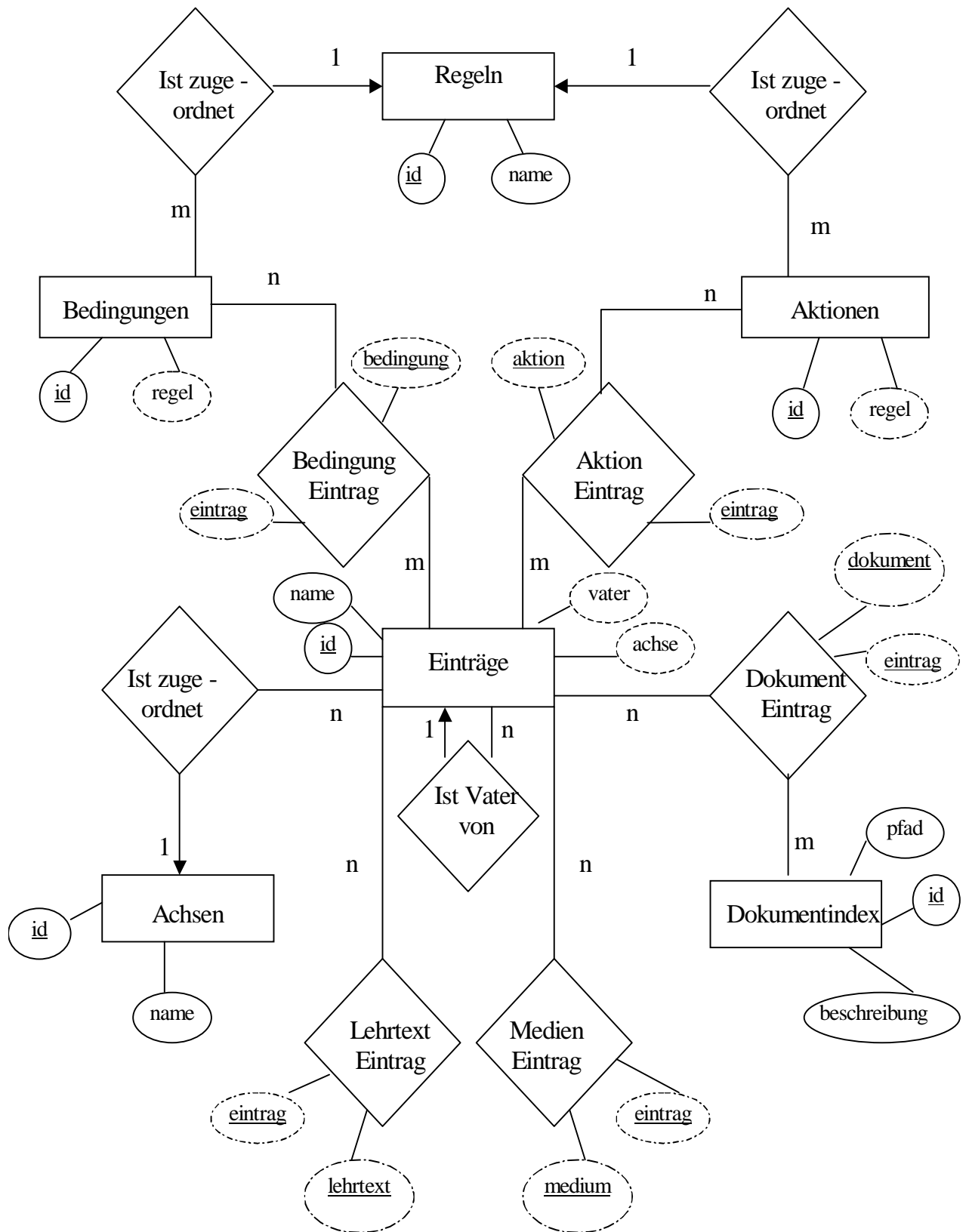


Abbildung 2.13: Entity-Relationship Diagramm (nach Barth 2003)

2.6.3 Methoden der Wissensverarbeitung und Regelverarbeitung

Die Inference Engine

Die Inference Engine ist der generische Kontrollmechanismus mit welchem das axiomatische Wissen aus einer Wissensbasis verarbeitet wird und mit welchem Ergebnisse geliefert werden. Sie besitzt eine Schlüsselrolle in den gesamten Decision Support Systemen. Es reicht demzufolge nicht aus eine Wissensbasis zu besitzen, wenn man nicht die Möglichkeiten hat durch diese Wissensbasis zu navigieren um logische Schlussfolgerungen daraus abzuleiten [vgl. Berner Eta, 1999, S24, S25, S26, S110].

Das Wissen wird von Experten meistens in Form von Regeln formuliert. Somit wird in den Decision Support Systemen eine Wissensrepräsentation in Form von Fakten und Regeln verwendet. Die allgemeine Form einer Regel lautet: wenn **A** dann **B**. Somit besteht sie aus einer Vorbedingung und einer Aktion. Vorbedingungen können aus mehreren Fakten verknüpft werden. Auch Aktionen können verknüpft werden. Regeln sind wie folgt zu interpretieren: Wenn die Annahme **A** erfüllt ist, dann wird als Schlussfolgerung **B** abgeleitet oder die Aktion **B** ausgeführt. Nach Winston [vgl. Winston Patrick Henry. Addison-Wesley Verlag Reading, 1993] kann man also zusammenfassend sagen, dass die Regeln eines Decision Support Systemen aus folgenden bestehen:

- Ø **Vorbedingungen**, die aus einem oder mehreren verknüpften Fakten bestehen und
- Ø **Aktionen** die ihrerseits auch verknüpft sein können und in zwei Arten unterteilt werden können [vgl. Winston Patrick Henry. Addison-Wesley Verlag Reading, 1993].
 - § Aktionen die Implikationen oder Deduktionen darstellen (Deduction Systems) und
 - § Aktionen die Handlungen darstellen (Reaction Systems).

Durch die Aufteilung der Wissensbasis in Regeln und Fakten wird diese modular und damit leicht veränderbar. Auch kann man mit zusammengehörenden Regeln Wissensinseln erstellen und mit diesen Teilwissensbasen erzeugen und somit die Performance eines Systems steigern, da nicht die gesamte Wissensbasis zu Lösung eines Problems herangezogen werden muss [vgl. Gottlob G. et al., Expertensysteme, Springer, 1990, S17-19] [vgl. Reif G., Diplomarbeit, 2000].

Die Inference Engine benötigt einen Satz von Regeln (welche als Wissen in der Wissenbank gespeichert sind) sowie eine Methode um einen **IF**-Teil oder **THEN**-Teil zu testen (Pattern Matching) und ein Ergebnis zu liefern [vgl. Barth C., Diplomarbeit, 2003].

Es gibt mehrere Verfahren mit denen die Regeln ausgewertet werden.

Wissensverarbeitung in Form der Vorwärtsverkettung (Forward-Chaining).

Bei der Vorwärtsverkettung werden ausgehend von allen bereits bekannten Fakten die Prämissen aller Regeln in der Regelbasis überprüft. Das heißt, der Regelinterpretier leitet alle Schlussfolgerungen her, die aus den, dem Decision Support System bekannten Fakten ableitbar sind. Das System prüft somit alle Regeln deren Vorbedingungen erfüllt sind und arbeitet diese ab. Wenn eine Regel abgearbeitet wird und die Vorbedingung erfüllt ist, so heißt das „die Regel feuert“. Sollte eine Regel als wahr bewiesen werden, wird die Faktenbasis um ein neues Faktum, die Schlussfolgerung der Regel, erweitert. In einem weiteren Durchlauf können alle Regeln wieder überprüft werden, da sich ja durch das Hinzufügen des neuen Faktums, eine neue Ausgangssituation für deren Überprüfung ergeben hat [vgl. Reif G., Diplomarbeit, 2000].

Wird das zu Überprüfende Ziel als wahr in die Regelbasis aufgenommen, oder sollte beim Durchlauf der Regelbasis kein neues Faktum bewiesen werden, so wird die Überprüfung abgebrochen. In dem Falle, dass es nicht zur Aufnahme eines neuen Faktums in die Regelbasis kommt, wird das zu überprüfende Ziel nicht bewiesen werden und wird somit als falsch bewertet.

Bei der Vorwärtsverkettung kann man die Regelabarbeitung auch ohne der Vorgabe eines zu beweisenden Zieles anstoßen. In diesem Falle besteht das Ziel darin, den bestehenden Regelpool um möglichst viele Fakten zu erweitern [vgl. Gottlob G. et al., Expertensysteme, Springer, 1990, S121-142].

Anhand von Beispielen wird diese Vorgehensweise erläutert. Seien die Fakten **A** und **B** in der Faktenbasis enthalten.

Im ersten Durchlauf feuern die Regeln

IF A and C THEN E

IF F and C THEN H

IF B and E THEN H

IF B THEN C

Ab diesen Zeitpunkt wird die Faktenbasis um das Faktum **C** erweitert.

IF H THEN X

Durch die Erweiterung der Faktenbasis wird ein erneuter Durchlauf angestoßen. Es werden wieder Regeln gefeuert.

IF A and C THEN E

Diese Regel führt dazu, dass eine neue Erweiterung der Faktenbasis erfolgt um das Faktum **E**.

IF F and C THEN H

IF B and E THEN H

Faktenbasis wird durch das Faktum **H** erweitert.

IF B THEN C

IF H THEN X

Ergibt neues Faktum **X**.

Sollte das Ziel sein das Faktum **X** zu beweisen wird in diesem Moment die Ausführung der Regeln abgebrochen, da es schon nach Ende des zweiten Durchlaufs gelang dieses Faktum in die Faktenbasis aufzunehmen.

Wenn aber das Ziel darin besteht, möglichst viele Fakten der Faktenbasis hinzuzufügen, wird ein dritter Durchlauf angestoßen.

Die Faktenbasis enthält zu Beginn des dritten Durchlaufs die Fakten **A, B, C, E, H, und X**.

IF A and C THEN E

IF F and C THEN H

IF B and E THEN H

IF B THEN C

IF H THEN X

An dieser Stelle wird die Abarbeitung der Regeln abgebrochen, da keine neue Fakten zur Faktenbasis hinzugefügt werden können.

Typischerweise werden mehrere Konfliktlösungsstrategien verwendet um zu entscheiden welche Regeln denn nun feuern sollen. Diese sind:

- Eine Regel sollte nicht zweimal mit den gleichen Daten gefeuert werden.
- Regeln feuern eher auf neuere Daten als auf alte. Dies erlaubt dem System eher eine einfache Schlussfolgerungskette zu beachten, als neue Schlussfolgerungen aus alten Daten zu ziehen.
- Eine Regel mit mehreren speziellen Vorbedingungen feuert eher als eine mit generellen Vorbedingungen.

Diese Strategien können eine Hilfe sein im sinnvollen Vorgehen in einem Vorwärtsverkettungssystem, jedoch die wichtigste Voraussetzung besteht darin, vernünftige Regeln zu erarbeiten.

Wissensverarbeitung in Form der Rückwärtsverkettung (Backward-Chaining)

Im Gegensatz zur Vorwärtsverkettung, welche nur Schlussfolgerungen aus einer vorgegebenen Faktenmenge zulässt, geht man bei der Rückwärtsverkettung vom zu beweisenden Ziel aus und versucht anhand der bereits vorliegenden Fakten und Regeln den Wahrheitsgehalt des Ziels zu überprüfen. Sollte das vorgegebene Ziel nicht in der Faktenmenge vorhanden sein, wird zuerst überprüft, ob die Schlussfolgerung einer der Regeln der zu beweisenden Aussage entspricht [vgl. Gottlob G. et al., Expertensysteme, Springer, 1990, S143-145]. Ein Faktum kann aber nur dann abgeleitet werden, wenn wenigstens eine Regel existiert die in der Aktionsseite dieses Faktum enthält. Sollte solch eine Regel nicht vorhanden sein, erfragt das System dieses Faktum vom Anwender [vgl. Winston Patrick Henry. Addison-Wesley Verlag Reading, 1993].

Zum besseren Verständnis sei folgendes Beispiel genannt. Es existiert ein Regelbasis bestehend aus fünf Regeln:

IF **A** and **C** THEN **E**

IF **F** and **C** THEN **H**

IF **B** and **E** THEN **H**

IF **B** THEN **C**

IF **H** THEN **X**

Das Ziel besteht darin, zu überprüfen ob die Aussage **X** wahr ist oder nicht.

Im Verfahren der Rückwärtsverkettung werden folgende Arbeitsschritte angewandt:

1. Das zu überprüfende Ziel ist **X**. Die Aktion besteht aus dem Versuch aus der Faktenmenge **X** zu füllen. Das Ergebnis zeigt, dass es nicht geht.
2. Das zu überprüfende Ziel ist immer noch **X**. In der nächsten Aktion wird jedoch versucht **X** in der Schlussfolgerung einer Regel zu finden. Das Ergebnis ist positiv, Regel 5 beinhaltet **X** in der Schlussfolgerung. Somit ist das Ziel wahr, falls die Prämisse (Voraussetzung) der Regel wahr ist. Dies führt zu einem weiteren Ziel, und zwar den Inhalt der Voraussetzung der Regel 5 zu überprüfen. In unserem Fall ist dies das zu überprüfende Ziel **H**.
3. Das zu überprüfende Ziel ist also jetzt **H**. In der Aktion wird erneut versucht **H** aus der Faktenbasis zu füllen. Erneut zeigt das Ergebnis, dass dies nicht geht.
4. Das zu überprüfende Ziel bleibt **H**. Die Aktion ist jetzt vom Versuch geprägt, **H** in der Schlussfolgerung einer Regel zu finden. Dies ist der Fall bei Regel 2 und 3.
5. Im nächsten Schritt bleibt **H** das zu überprüfende Ziel, jedoch in der Aktion wird die Regel 2 ausgesucht mit **H** in der Schlussfolgerung. Als Ergebnis erhält man in diesem

Schritt folglich nur Regel 2. Durch die Tatsache, dass die Regel 2 eine UND Verknüpfung enthält und nur dann wahr ist, wenn beide Teile der Verknüpfung wahr sind, gilt es nun 2 neue Subziele **F** und **C** zu beweisen.

6. In diesen Schritt gilt es die Ziele **F** und **C** zu überprüfen. In der Aktion wird versucht **F** aus der Faktenmenge zu füllen. Erneut zeigt das Ergebnis wie auch in Schritt 3, dass dies nicht der Fall ist.
7. Im nächsten Schritt gilt es bei gleichen zu überprüfenden Zielen, **F** in der Schlussfolgerung einer Regel zu finden. Das Ergebnis zeigt, dass dies erneut nicht geht und somit kann **H** nicht aus Regel 2 bewiesen werden. Dadurch, dass **F** weder in der Schlussfolgerung einer Regel, noch in der Faktenmenge enthalten ist, ist die Aussage somit nicht beweisbar. Durch die Tatsache, dass eine UND Verknüpfung nur dann wahr ist wenn beide Teile der Verknüpfung wahr sind, führt uns zur Schlussfolgerung, dass Regel 2 nie wahr ist. Diese Feststellung erzwingt die Erkenntnis, dass das Subziel **H** auch nicht wahr sein kann. Jedoch gilt es weiterhin die Möglichkeit das Subziel **H** doch noch als wahr zu beweisen wenn man den Weg über die Regel 3 geht.
8. In diesem Schritt gilt dasselbe zu überprüfende Ziel wie in Schritt 5, nämlich **H**, jedoch in der Aktion wird Regel 3 mit der Schlussfolgerung **H** gewählt. Das Ergebnis ist in diesem Falle positiv, es ergibt die Regel 3.
9. Jetzt sind **B** und **E** die zu überprüfende Ziele. **B** wird in der Faktenbasis gefunden somit ist **B** wahr.
10. **E** wird nicht in der Faktenbasis gefunden. Es gilt folglich **E** in der Schlussfolgerung einer Regel zu finden.
11. **E** wird in der Schlussfolgerung der Regel 1 gefunden und ist somit auch wahr.
12. Neue zu überprüfende Ziele **A** und **C**. **A** wird in der Faktenmenge gefunden, folglich ist **A** wahr.
13. **C** wird nicht in der Faktenbasis gefunden, muss also in der Schlussfolgerung einer Regel vorhanden sein um wahr zu sein.
14. **C** wird in Schlussfolgerung von Regel 4 gefunden ist somit also auch wahr.

Somit zeigt sich anhand dieses Beispiels, dass es gelungen ist unser ursprüngliches Ziel **X** als wahr zu beweisen.

Vorwärtsverkettung versus Rückwärtsverkettung.

Die Vorwärtsverkettung wird immer in Reaction Systems verwendet. Im Gegensatz dazu kann ein Deduction System entweder mit Rückwärtsverkettung oder aber auch Vorwärtsver-

kettung arbeiten. Für welcher Art der Verkettung man sich letztendlich entscheidet, hängt von der Art der Anwendung ab [vgl. Winston Patrick Henry. Addison-Wesley Verlag Reading, 1993] [vgl. Gottlob G. et al., Expertensysteme, Springer, 1990, S145-148].

Entscheidend für die Auswahl der Verkettung sind auch die Eigenschaften der Regeln und der Initialfakten [vgl. Cawsey, A., Prentice Hall, 1997].

Vorwärtsverkettung kann in Situationen in welchen man sehr viele Fakten beweisen will, oder man den Wahrheitsgehalt neuer Fakten eruieren will, besser sein. Für die Vorwärtsverkettung fällt also die Entscheidung wenn man viele Fakten und wenige Regeln in der Wissensbasis hat [vgl. Winston Patrick Henry. Addison-Wesley Verlag Reading, 1993].

Für die Rückwärtsverkettung entscheidet man sich im Falle, dass durch die gegebenen oder erforschten Fakten eine große Anzahl von Schlussfolgerungen erzielt, jedoch die Anzahl der Wege zum Ziel klein ist. Ein Anwendungsfall für Rückwärtsverkettung ist, wenn keine oder wenige Fakten bekannt sind und man eine oder mehrere Hypothesen beweisen möchte [vgl. Winston Patrick Henry. Addison-Wesley Verlag Reading, 1993] [vgl. Reif G., Diplomarbeit, 2000].

In unserer Anwendung wurde zur Auswertung der Regeln das Verfahren des Forward-Chaining gewählt. Ausgehend von bestehenden Fakten wird versucht Schlussfolgerungen zu ziehen. Dadurch, dass es eine Anwendung ist, die eine erweiterte Suche ermöglicht und es erwünscht wird eine große Anzahl von Ergebnissen zu liefern, fiel die Entscheidung für die Vorwärtsverkettung. Zusätzlich kommt hinzu, dass zwar viele Regeln vorhanden sind, aber die Zahl der Fakten (in diesem Falle Diagnosen und Lokalisationen) weitaus höher ist und somit noch ein weiterer Grund für die Vorwärtsverkettung gegeben ist.

Die gewünschte große Anzahl von Ergebnissen, führte auch dazu, dass es nicht, wie in der Informatik üblich, einen „ELSE“ Zweig der Verkettung vorhanden ist.

3 Ergebnisse

3.1 Die Suchachsen

Die Benutzeroberfläche muss den Anforderungen der Benutzer gerecht werden und eine sinnvolle Suche ermöglichen. Deswegen wurden 4 Suchachsen erarbeitet, anhand derer eine kombinierte oder einfache Suchanfrage ermöglicht wird.

Die im Entscheidungsunterstützungssystem des Projektes ENDOTEL erarbeiteten Suchachsen basieren zum einen auf gebräuchliche medizinische Nomenklatursysteme: ICD-10 [<http://www.dimdi.de>], MST-ESGE [<http://www.omed.org/minimal.htm>], zum anderen auf den Eintragsbaum des EIS [www.eis-telemedizin.org].

3.1.1 Die Achse Lokalisationen

Die Achse Lokalisationen wurde nach den Lokalisations-Standards der MST Version 2.0 erstellt, welche vom Terminologiekomitee der europäischen Gesellschaft für gastrointestinale Endoskopie (ESGE) und dem Komitee für Informatik der Amerikanischen Gesellschaft für gastrointestinale Endoskopie (ASGE) stammen. Die anatomischen Regionen des gastrointestinalen Traktes wurden je nach endoskopischer Untersuchung in verschiedene Sektionen unterteilt. Diese Gruppierung erleichtert somit die Vergleichbarkeit der Befunde [<http://www.omed.org/minimal.htm>].

Ausnahmen hierbei stellten die Region des Mundes und die Leber dar. Beide Organe gehören im anatomischen Sinne dem Gastrointestinaltrakt an, jedoch haben sie im Bereich der gastrointestinalen Endoskopie keine Relevanz.

Da die Systematik des EIS im ENDOTEL Projekt sehr wohl auch den Mund und die Leber mit einschließt, wurden diese Organe auch in die Entwicklung der Achsen und Regeln einbezogen. Da auf längere Sicht eine Weiterentwicklung des Projektes ENDOTEL geplant ist, bei welcher auch relevante Informationen in Form von histologischen Kasuistiken, zu diesen Organen angeboten werden, bestand ein Grund für die Aufnahme dieser Organe in die Entwicklung der Achsen und Regeln.

In den folgenden Abschnitten erfolgt ein Überblick der Lokalisationen je nach Regionen des Gastrointestinaltraktes.

Die Region des Mundes.

Wie schon im vorherigen Abschnitt gesagt, wurden von der Deutschen Gesellschaft für Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten für diese Region des Gastrointestinaltraktes keine

Standardlokalisationen erarbeitet. Deswegen wurde beschlossen mit den üblichen anatomischen Lokalisationen und Termini zu arbeiten.

In nachfolgender Tabelle sind die Achseneinträge ersichtlich. Als Oberbegriff dient der Eintrag „Mund“. Alle anderen Begriffe wurden als „Kind-Einträge“ in der Datenbank gespeichert.

Vatereintrag (Ebene 1)	Kindeintrag (Ebene 2)
Mund	Lippen
	Mundschleimhaut
	Zähne
	Kiefer
	Drüsen
	Zunge

Die Region des Ösophagus.

Die anatomischen Regionen des Ösophagus wurden je nach endoskopischer Untersuchung in verschiedene Sektionen unterteilt [<http://www.omed.org/minimal.htm>].

In nachfolgender Tabelle werden die Achseneinträge zu dem Oberbegriff “Ösophagus“ dargestellt.

Vatereintrag (Ebene 1)	Kindeintrag (Ebene 2)
Ösophagus	Ösophaguseingang
	Oberes Drittel
	Mittleres Drittel
	Unteres Drittel
	Kardia
	Gesamter Ösophagus
	Anastomose

Die Region des Magens.

Nachfolgend werden die Lokalisationen für das Organ „Magen“ aufgeführt. Auf den Begriff „Nähere Bezeichnung“ im Sinne der Autoren der MST wurde hier verzichtet, da diese nur eine Beschreibung des Organs Magen beinhalten.

Vatereintrag (Ebene 1)	Kindeintrag (Ebene 2)
Magen	Kardia
	Fundus
	Korpus
	Angulus
	Antrum
	Präpylorisch
	Pylorus
	Gesamter Magen
	Anastomose
	Pyloroplastik

Die Region Duodenum.

In der Tabelle die Einträge für den Bereich Duodenum.

Vatereintrag (Ebene 1)	Kindeintrag (Ebene 2)
Duodenum	Bulbus
	Pars descendens duodeni
	Papillenregion
	Anastomose
	Gesamter eingesehener Bereich des Duodenums

Die Region Jejunum.

Nachfolgend die Einträge für den Bereich Jejunum.

Vatereintrag (Ebene 1)	Kindeintrag (Ebene 2)
Jejunum	Zuführende Schlinge
	Abführende Schlinge
	Schleimhautbrücke

All diese oben aufgeführten Tabellen mit Lokalisationen und Einträgen werden in den Leitlinien der MST unter dem Oberbegriff „Lokalisationen im Oberen Gastrointestinaltrakt“ geführt.

Die Region des Ileum.

Dem Organ Ileum wurde seitens der MST keine Unterteilung zugewiesen. Somit steht diesem Organ in der Tabelle nur ein Votereintrag zu. Eine weitere Unterauswahlmöglichkeit ist nicht gegeben.

Die Region Colon.

Nachfolgende Tabelle listet die gesamten Lokalisationen die von der MST als Standard definiert wurden auf.

Votereintrag (Ebene 1)	Kindeintrag (Ebene 2)
Colon	Anus
	Rektum
	Sigma
	Colon descendens
	Linke Flexur
	Colon transversum
	Rechte Flexur -
	Colon ascendens
	Coecum
	Bauhin'sche Klappe
	Stoma
	Gesamtes Colon
	Anastomose
	Rektaler Pouch

Die Organe Ileum und Colon werden in der MST als Lokalisationen des unteren Gastrointestinaltraktes aufgeführt.

Die Region des Pancreas

In der Tabelle die Einträge für den Bereich des Pankreas

Vatereintrag (Ebene 1)	Kindeintrag (Ebene 2)
Pancreas	Gesamt
	Caput
	Corpus
	Cauda
	Hauptgang
	Akzessorischer Gang
	Seitenäste

Das Gallengangssystem

Für das Gallengangssystem werden folgende Begriffe von der MST empfohlen:

Vatereintrag (Ebene 1)	Kindeintrag (Ebene 2)
Gallengangssystem	Papille
	Biliopankreatische Gangmündung
	Ductus choledocus
	Ductus cystikus
	Bifurkation
	Ductus hepatici

Die weitere Ebene der näheren Bezeichnung wurde in der Gestaltung unserer Achsen nicht aufgenommen.

Die Gallenblase

Für die Gallenblase gibt es laut MST keine weitere Unterteilung.

Pankreas, Gallengangssystem und Gallenblase stellen gemeinsam Lokalisationen für die Befunde der ERCP-Diagnostik dar.

Die Leber

Für den Bereich der Leber konnten keine Standardlokalisationen nach der MST eingetragen werden. Um gängigen medizinischen Standards zu genügen wurden die anatomischen Einteil-

lungen der Leber als Einträge erarbeitet. Nachfolgend in der Tabelle die Einträge wie sie auch in der Datenbank vorhanden sind.

Vatereintrag (Ebene 1)	Kindeintrag (Ebene 2)
Leber	Lobus dexter
	Lobus sinister
	Lobus quadratus
	Lobus caudatus

3.1.2 Die Achse Befunde

In Anlehnung an die Standards für die gastroenterologische Endoskopie, die in der MST definiert wurden, wurden in der Achse Befunde folgende Begriffe eingearbeitet:

- **Entzündung**
- **Stenose**
- **Schleimhaurötung, Erythem, Ödematöse Schleimhaut, Hyperämie**
mit der Unterauswahlmöglichkeit
 - Hyperämie und Erythem
 - ödematöse und gestaute Mucosa
- **Schleimhautsklerose**
mit Unterauswahl
 - Schleimhautsklerose, primär
 - Schleimhautsklerose, posttherapeutisch
- **Erosion, Aphte**
auch hier mit Unterauswahl
 - Erosion mit Blutung
 - Erosion ohne Blutung
 - Aphte
- **Raumforderung**
- **Angiektasie**
- **Narbe, Fibrose**
- **Obstruktion, Okklusion**
hier Unterauswahlmöglichkeiten
 - Okklusion
 - Obstruktion, komplett

-Obstruktion, inkomplett

- **Schleimhautulzeration**
- **Entzündung**
- **Ikterus**

Auf Begriffe wie „Candidiasis“, „Ösophagitis“, „Barrett-Ösophagus“, Varizen, „Mallory-Weiß-Riss“, „Ulcus Dieulafoy“, „Polyp“, „Parasiten“ wurde bewusst verzichtet, da diese eigentlich Diagnosen im engeren Sinne darstellen und sowieso in der Achse Diagnose enthalten sind (und hier mit genauer Angabe der ICD-10 Kodierungsnummer).

Begriffe wie „Tumor“, „Fistel“, „Divertikel“, „Kompression von außen“ können mit einigen der oben genannten Begriffen genauso gut dargestellt werden und deswegen wurden sie nicht in der Liste der Befunde aufgenommen.

Der Begriff „Ikterus“ wurde aus dem Grunde hinzugezogen, weil es der gängigste Befund zu den meisten hepatischen Erkrankungen ist.

3.1.3 Die Achse Diagnosen

Der Aufbau der Achse Diagnosen folgte den Leitlinien aus der deutschsprachigen Ausgabe der Internationalen Klassifikation der Krankheiten (ICD-10). Als Vateinträge gelten die Oberbegriffe des ICD-10. Es sind sicherlich nicht alle Diagnosen des ICD-10 vorhanden, sondern nur solche die in der internistischen und gastroenterologischen Diagnostik von Relevanz sind.

3.1.4 Die Achse Interventionen

Bei dem Aufbau der Achse Interventionen wurde die Systematik aus dem EIS [<http://www.eis.telemedizin.org/>] berücksichtigt. Da diese nach den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten erstellt wurde, sind somit endoskopische Standards erfüllt.

Als Obereinträge gelten:

- **Diagnostik**
mit den Untereinträgen
 - Untersuchungsgang
 - Chromoendoskopie
 - Biopsie
- **Ösophagoduodenoskopische (ÖGD) Therapie**
mit den Untereinträgen

- Injektionstherapie
- Gummibandligatur
- Metall-Klipp
- Laser Nd-YAG
- Argonplasmakoagulator
- EHT-Sonde
- PEG
- PEJ
- Bougierung
- Polypektomie
- Mukosektomie
- Ösophagus-Stent
- Sondenplazierung
- Pneumatische Dilatation
- Ballondilatation
- Fremdkörper
- Afterloading
- Fistelverklebung
- Drainage von Pseudozysten
- Andere

- **Koloskopische Therapie**

mit den Untereinträgen

- Polypektomie
- Injektionstherapie
- Metall-Klipp
- Laser Nd-YAG
- Argonplasmakoagulator
- EHT-Sonde
- Gummibandligatur
- Infrarotkoagulation
- Sklerosierungstherapie
- Endoloop
- Banding
- Inzision

- Lokalanästhesie
 - Ballondilatation
 - Fremdkörper
 - Bougierung
 - Dekompressionssonde
 - Metall-Stent
 - Andere
- **ERCP (endoskopische retrograde cholangio-pankreatische)-Therapie**
mit den Untereinträgen
 - Papillotomie
 - Sphinkteroplastie
 - Steinentfernung Gallengang
 - Steinentfernung Pankreasgang
 - Ballondilatation
 - Plastikstent Gallengang
 - Plastikstent Pankreasgang
 - Papillektomie
 - Andere

Ein Screenshot zur graphischen Benutzeroberfläche des Entscheidungsunterstützungssystems mit der Aufteilung der Achsen, wenn eine nicht regelbasierte Suche erfolgen soll, ist in Abbildung 3.1 dargestellt.

Abbildung 3.2 zeigt die Benutzeroberfläche wenn eine erweiterte regelbasierte Suche zum Tragen kommt.

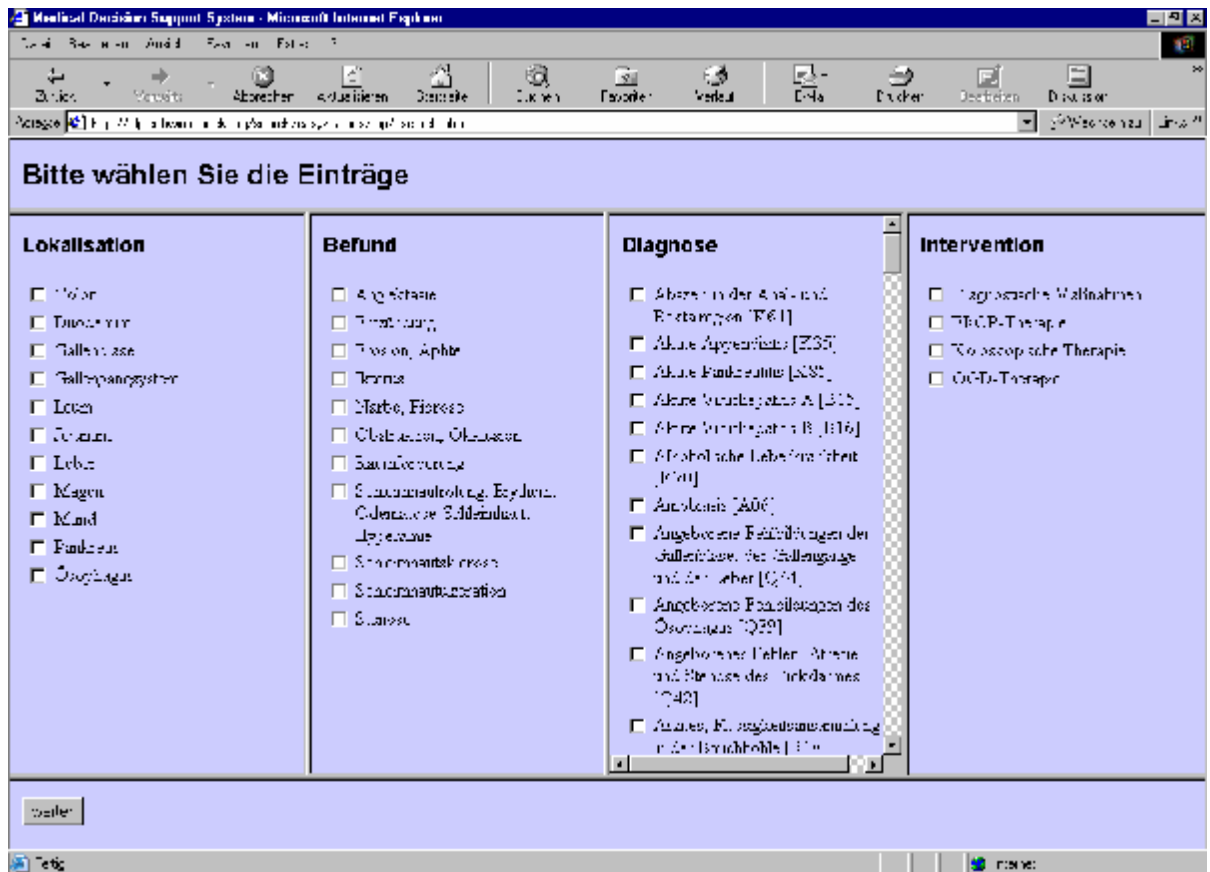


Abbildung 3.1: Screenshot der Benutzeroberfläche des Entscheidungsunterstützungssystems wenn eine einfache Suche ermöglicht werden soll.

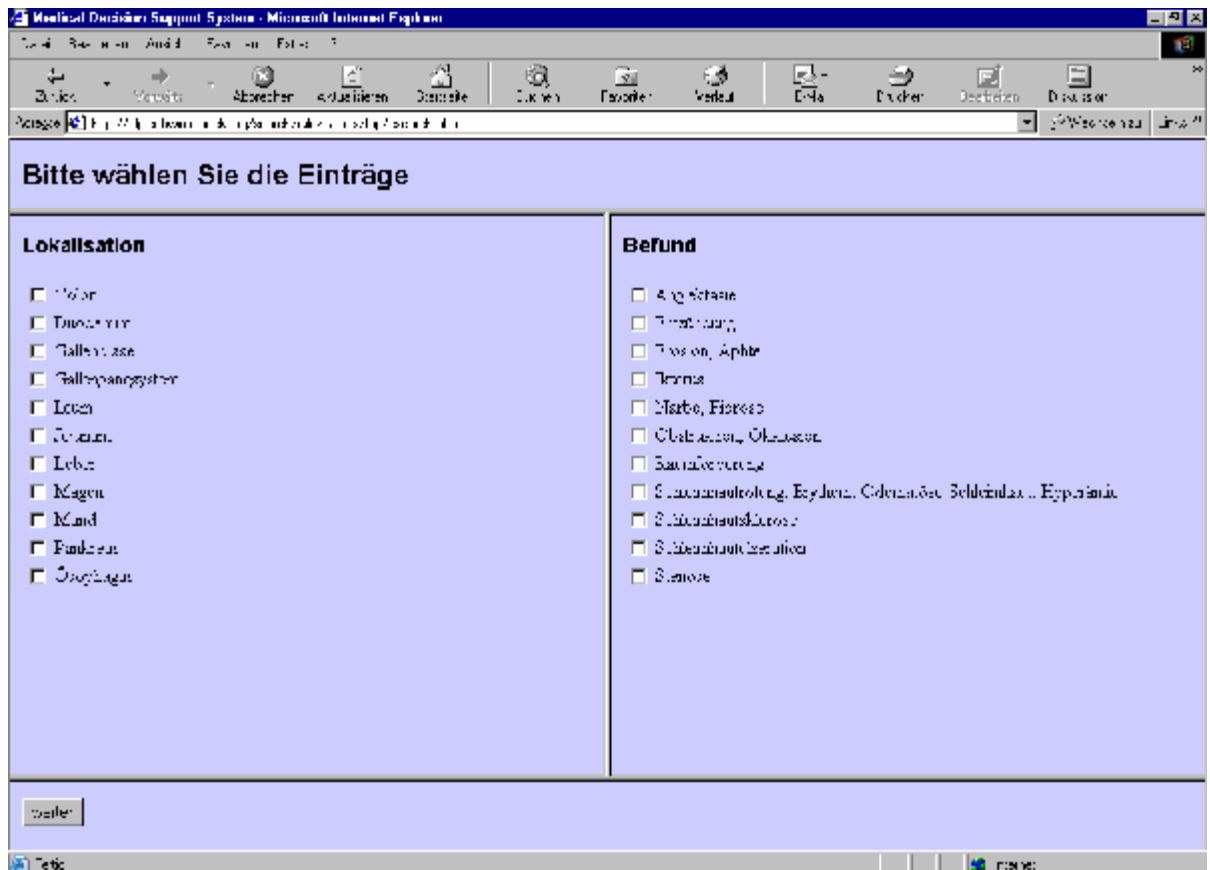


Abbildung 3.2: Screenshot der Benutzeroberfläche wenn eine erweiterte Suche erfolgen soll.

3.2 Die Regeln

Bei dem Aufbau der Regeln wurde nach folgendem Muster verfahren:

Für den IF-Teil der Regel wurden nur die Achsen Lokalisation und Befunde hergenommen, und die Einträge aus den Achsen Diagnosen und Interventionen sind nur Teil des THEN-Zweiges einer Regel. Wenn nur eine Bedingung in der Regel vorhanden ist, ist diese ein Eintrag aus der Achse Lokalisationen. Es gibt keine Regel die im IF-Teil nur eine Bedingung aus der Achse Befunde beinhaltet.

Es wurde nach diesen Muster des Regelaufbaus verfahren weil durch die Kombination der Achsen „Lokalisation“ und „Befunde“ bessere Ergebnisse im Sinne der erweiterten Suche geliefert werden. Dieser Aufbau ist auch im Sinne der Lehrbücher für die Differentialdiagnosen für Innere Medizin. Hier wurde auf das Buch von Walter Siegenthaler [vgl. Siegenthaler, Thieme Verlag 2005] zugegriffen

Somit wurden auch die beiden Achsen logisch verknüpft, denn wenn man eine Lokalisation auswählt, oder aber eine Lokalisation und ein Befund im Sinne der MST miteinander verbindet, so erfolgt eine logische Auswertung für eine Diagnose nach den ICD 10 Diagnoseschlüssel. Auch was die Achse Interventionen betrifft, kommt man beim gleichen Sachverhalt auch zu den analogen logischen Schlussfolgerungen.

Wenn man in den Aufbau die Achse „Diagnosen“ einbezogen hätte, so wären die Ergebnisse zwar sehr präzise, aber der verfolgte Ansatz der erweiterten Suche wäre nicht gegeben gewesen.

Die logische Verknüpfung der Achsen im **IF-Teil** (Bedingungsteil, konditionaler Teil) der Regel erfolgt über das Schlüsselwort „**AND**“. Im **THEN-Teil** (Aktivierungsteil, Aktionenteil) der Regel werden die Aktionen miteinander über die Schlüsselworte „**OR**“ und „**AND**“ verknüpft.

Im Aktivierungsteil der Regel können Einträge aus der Achse Diagnosen und/oder Interventionen vorhanden sein.

Eine vertikale Verknüpfung der Achsen, das heißt, dass es Einträge aus der gleichen Achse sowohl im Bedingungsteil als auch im Aktivierungsteil der Regel gibt, ist nicht vorhanden, diese werden lediglich horizontal miteinander verbunden.

Es ist aber durchaus möglich, dass Einträge aus der gleichen Achse miteinander im IF-Teil einer Regel vorhanden sind.

z.B.

IF (Lokalisation = Mund **AND** Lokalisation = Lippen)

THEN....

In dieser Regel sind Einträge aus der Achse Lokalisationen miteinander im Bedingungsteil der Regel verbunden.

Oder

IF Lokalisation = Ösophagus **AND** (Befund = Obstruktion, Okklusion **AND** Befund = Obstruktion, inkomplett)

THEN....

In dieser Regel sind Einträge aus der Achse Befunde miteinander im Bedingungsteil der Regel verbunden, wobei der erste Eintrag immer einem Oberbegriff entspricht und der zweite Eintrag ein Unterbegriff des ersten Eintrages ist.

Beispiele von Regeln.

IF Lokalisation = Ösophagus

THEN (Diagnose = Ösophagitis[K20])

OR (Diagnose = Gastroösophageale Refluxkrankheit[K21])

OR (Diagnose = Gastroösophageale Refluxkrankheit mit Ösophagitis[K21.0])

OR (Diagnose = Gastroösophageale Refluxkrankheit ohne Ösophagitis[K21.9])

OR (Diagnose = Sonstige Krankheiten des Ösophagus[K22])

OR (Diagnose = Achalasie der Kardia[K22.0])

OR (Diagnose = Ösophagusulkus[K22.1])

OR (Diagnose = Ösophagusverschuß[K22.2])

OR (Diagnose = Perforation des Ösophagus[K22.3])

OR (Diagnose = Dyskinesie des Ösophagus[K22.4])

OR (Diagnose = Divertikel des Ösophagus, erworben[K22.5])

OR (Diagnose = Mallory-Weiss-Syndrom[K22.6])

OR (Diagnose = Sonstige näher bezeichnete Krankheiten des Ösophagus[K22.8])

OR (Diagnose = Krankheiten des Ösophagus, nicht näher bezeichnet[K22.9])

OR (Diagnose = Krankheiten des Ösophagus bei anderenorts klassifizierten Krankheiten [K23])

OR (Diagnose = Tuberkulose des Ösophagus[K23.0])

OR (Diagnose = Megaösophagus bei Chagas-Krankheit[K23.1])

OR (Diagnose = Krankheiten des Ösophagus, bei sonstigen anderenorts klassifizierten Krankheiten [K23.8])

OR (Diagnose = Angeborene Fehlbildungen des Ösophagus [Q39])

OR (Diagnose = Ösophagusatresie ohne Fistel [Q39.0])

- OR** (Diagnose = Ösophagusatresie mit Ösophagotrachealfistel [Q39.1])
- OR** (Diagnose = Angeborene Ösophagotrachealfistel ohne Atresie [Q39.2])
- OR** (Diagnose = Angeborene Ösophagusstenose und -striktur [Q39.3])
- OR** (Diagnose = Ösophagusmembran [Q39.4])
- OR** (Diagnose = Angeborene Dilatation des Ösophagus [Q39.5])
- OR** (Diagnose = Ösophagusdivertikel (angeboren) [Q39.6])
- OR** (Diagnose = Sonstige angeborene Fehlbildungen des Ösophagus [Q39.8])
- OR** (Diagnose = Angeborene Fehlbildung des Ösophagus, nicht näher bezeichnet [Q39.9])
- OR** (Diagnose = Sonstige angeborene Fehlbildungen des oberen Verdauungstraktes [Q40])
- OR** (Diagnose = Angeborene Hiatushernie [Q40.1])
- OR** (Diagnose = Sonstige näher bezeichnete angeborene Fehlbildungen des oberen Verdauungstraktes [Q40.8])
- OR** (Diagnose = Angeborene Fehlbildung des oberen Verdauungstraktes, nicht näher bezeichnet [Q40.9])
- OR** (Diagnose = Traumatische Perforation des thorakalen Ösophagus[S27.8])
- OR** (Diagnose = Ösophagusvarizen[I85])
- OR** (Diagnose = Ösophagusvarizen mit Blutung[I85.0])
- OR** (Diagnose = Ösophagusvarizen ohne Blutung[I85.9])
- OR** (Diagnose = Hernia diaphragmatica[K44])
- OR** (Diagnose = Hernia diaphragmatica mit Einklemmung, ohne Gangrän[K44.0])
- OR** (Diagnose = Hernia diaphragmatica mit Gangrän[K44.1])
- OR** (Diagnose = Hernia diaphragmatica ohne Einklemmung, ohne Gangrän[K44.9])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus[C15])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, zervikales Ösophagus [C15.0])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, thorakaler Ösophagus[C15.1])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, abdominaler Ösophagus [C15.2])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, oberes Drittel[C15.3])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, mittleres Drittel[C15.4])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, unteres Drittel[C15.5])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, Ösophagus mehrere Teilbereiche überlappend[C15.8])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, Ösophagus nicht näher bezeichnet[C15.9])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung der Kardia[C16.0])

- OR** (Diagnose = Carcinoma in situ Ösophagus[D00.1])
- OR** (Diagnose = Carcinoma in situ sonstiger und nicht näher bezeichneter Verdauungsorgane [D01])
- OR** (Diagnose = Gutartige Neubildung Ösophagus [D13.0])
- OR** (Diagnose = Neubildung unsicheren oder unbekanntes Verhaltens, sonstige Verdauungsorgane [D37.7])
- OR** (Diagnose = Neubildung unsicheren oder unbekanntes Verhaltens, Verdauungsorgan, nicht näher bezeichnet [D37.9])
- OR** (Interventionen = Diagnostische Maßnahmen **AND** Interventionen = Untersuchungsgang)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Injektionsinterventionen)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Gummibandligatur)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Metall-Klipp)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Laser Nd-YAG)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Argonplasmakoagulator)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = EHT-Sonde)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = PEG)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Bougierung)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Polypektomie)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Mukosektomie)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Ösophagus-Stent)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Sondenplatzierung)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Pneumatische Dilatation)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Ballondilatation)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Fremdkörper)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Afterloading)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Fistelverklebung)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Drainage von Pseudozysten)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Andere)

Am Beispiel dieser Regel zeigt sich, dass es schwierig wird wenn nur eine Lokalisation im Bedingungsteil vorhanden ist. Die Regel wird sehr umfangreich weil man sowohl alle Erkrankungen aus dem Bereich des Ösophagus, als auch alle Einträge aus dem EIS für den Bereich der Ösophagogastrroduodenoskopie (ÖGD) berücksichtigen muss. Selbstverständlich führt eine so umfangreiche Regel nicht gerade dazu bei eine Suchanfrage zu optimieren. Es

folgt aber sicherlich unserem Ansatz der erweiterten Suche. Ob nur eine Auswahl in den Achsen sinnvoll ist für eine Suchanfrage sei daher dahingestellt.

Dementsprechend wird das Suchergebnis optimiert wenn mehrere Angaben im Bedingungs-
teil einer Regel vorhanden sind. Anhand der folgenden Beispiele wird dies verdeutlicht.

IF Lokalisation = Ösophagus **AND** Lokalisation = Kardia

THEN (Diagnose = Ösophagitis[K20])

OR (Diagnose = Gastroösophageale Refluxkrankheit[K21])

OR (Diagnose = Gastroösophageale Refluxkrankheit mit Ösophagitis[K21.0])

OR (Diagnose = Gastroösophageale Refluxkrankheit ohne Ösophagitis[K21.9])

OR (Diagnose = Sonstige Krankheiten des Ösophagus[K22])

OR (Diagnose = Achalasie der Kardia[K22.0])

OR (Diagnose = Ösophagusulkus[K22.1])

OR (Diagnose = Mallory-Weiss-Syndrom[K22.6])

OR (Diagnose = Sonstige näher bezeichnete Krankheiten des Ösophagus[K22.8])

OR (Diagnose = Krankheiten des Ösophagus, nicht näher bezeichnet[K22.9])

OR (Diagnose = Krankheiten des Ösophagus bei anderenorts klassifizierten Krankheiten
[K23])

OR (Diagnose = Tuberkulose des Ösophagus[K23.0])

OR (Diagnose = Krankheiten des Ösophagus, bei sonstigen anderenorts klassifizierten
Krankheiten [K23.8])

OR (Diagnose = Hernia diaphragmatica[K44])

OR (Diagnose = Hernia diaphragmatica mit Einklemmung, ohne Gangrän[K44.0])

OR (Diagnose = Hernia diaphragmatica mit Gangrän[K44.1])

OR (Diagnose = Hernia diaphragmatica ohne Einklemmung, ohne Gangrän[K44.9])

OR (Diagnose = Ösophagusvarizen[I85])

OR (Diagnose = Ösophagusvarizen mit Blutung[I85.0])

OR (Diagnose = Ösophagusvarizen ohne Blutung[I85.9])

OR (Diagnose = Angeborene Fehlbildungen des Ösophagus [Q39])

OR (Diagnose = Ösophagusmembran [Q39.4])

OR (Diagnose = Ösophagusdivertikel (angeboren) [Q39.6])

OR (Diagnose = Sonstige angeborene Fehlbildungen des Ösophagus [Q39.8])

OR (Diagnose = Angeborene Fehlbildung des Ösophagus, nicht näher bezeichnet [Q39.9])

OR (Diagnose = Sonstige angeborene Fehlbildungen des oberen Verdauungstraktes [Q40])

OR (Diagnose = Angeborene Hiatushernie [Q40.1])

- OR** (Diagnose = Sonstige näher bezeichnete angeborene Fehlbildungen des oberen Verdauungstraktes [Q40.8])
- OR** (Diagnose = Angeborene Fehlbildung des oberen Verdauungstraktes, nicht näher bezeichnet [Q40.9])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus[C15])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, Ösophagus mehrere Teilbereiche überlappend[C15.8])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, Ösophagus nicht näher bezeichnet[C15.9])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung der Kardia[C16.0])
- OR** (Diagnose = Carcinoma in situ Ösophagus[D00.1])
- OR** (Diagnose = Carcinoma in situ sonstiger und nicht näher bezeichneter Verdauungsorgane [D01])
- OR** (Diagnose = Gutartige Neubildung Ösophagus [D13.0])
- OR** (Diagnose = Neubildung unsicheren oder unbekanntes Verhaltens, sonstige Verdauungsorgane [D37.7])
- OR** (Diagnose = Neubildung unsicheren oder unbekanntes Verhaltens, Verdauungsorgan, nicht näher bezeichnet [D37.9])
- OR** (Interventionen = Diagnostische Maßnahmen **AND** Interventionen = Untersuchungsgang)
- OR** (Interventionen = ÖGD- Therapien **AND** Interventionen = Injektionsinterventionen)
- OR** (Interventionen = ÖGD- Therapien **AND** Interventionen = Gummibandligatur)
- OR** (Interventionen = ÖGD- Therapien **AND** Interventionen = Metall-Klipp)
- OR** (Interventionen = ÖGD- Therapien **AND** Interventionen = Argonplasmakoagulator)
- OR** (Interventionen = ÖGD- Therapien **AND** Interventionen = Bougierung)
- OR** (Interventionen = ÖGD- Therapien **AND** Interventionen = Polypektomie)
- OR** (Interventionen = ÖGD- Therapien **AND** Interventionen = Mukosektomie)
- OR** (Interventionen = ÖGD- Therapien **AND** Interventionen = Sondenplatzierung)
- OR** (Interventionen = ÖGD- Therapien **AND** Interventionen = Pneumatische Dilatation)
- OR** (Interventionen = ÖGD- Therapien **AND** Interventionen = Ballondilatation)
- OR** (Interventionen = ÖGD- Therapien **AND** Interventionen = Andere)

Anhand dieser Regel wird es klar, dass es schon zu einer gewissen Eingrenzung der Suchanfrage kommt, jedoch immer noch eine erweiterte Ergebnislieferung erfolgt.

Selbstverständlich ist als zweite Auswahl auch ein Befund möglich. In diesem Fall sei folgende Regel als Beispiel genannt.

IF Lokalisation = Ösophagus **AND** Befund = Obstruktion, Okklusion

THEN (Diagnose = Ösophagitis[K20])

OR (Diagnose = Gastroösophageale Refluxkrankheit[K21])

OR (Diagnose = Gastroösophageale Refluxkrankheit mit Ösophagitis[K21.0])

OR (Diagnose = Sonstige Krankheiten des Ösophagus[K22])

OR (Diagnose = Achalasie der Kardia[K22.0])

OR (Diagnose = Ösophagusverschluß[K22.2])

OR (Diagnose = Dyskinesie des Ösophagus[K22.4])

OR (Diagnose = Divertikel des Ösophagus, erworben[K22.5])

OR (Diagnose = Angeborene Fehlbildungen des Ösophagus [Q39])

OR (Diagnose = Angeborene Ösophagusstenose und -striktur [Q39.3])

OR (Diagnose = Ösophagusmembran [Q39.4])

OR (Diagnose = Ösophagusdivertikel (angeboren) [Q39.6])

OR (Diagnose = Sonstige angeborene Fehlbildungen des Ösophagus [Q39.8])

OR (Diagnose = Angeborene Fehlbildung des Ösophagus, nicht näher bezeichnet [Q39.9])

OR (Diagnose = Sonstige angeborene Fehlbildungen des oberen Verdauungstraktes [Q40])

OR (Diagnose = Sonstige näher bezeichnete angeborene Fehlbildungen des oberen Verdauungstraktes [Q40.8])

OR (Diagnose = Angeborene Fehlbildung des oberen Verdauungstraktes, nicht näher bezeichnet [Q40.9])

OR (Diagnose = Sonstige näher bezeichnete Krankheiten des Ösophagus[K22.8])

OR (Diagnose = Krankheiten des Ösophagus, nicht näher bezeichnet[K22.9])

OR (Diagnose = Krankheiten des Ösophagus bei anderenorts klassifizierten Krankheiten [K23])

OR (Diagnose = Megaösophagus bei Chagas-Krankheit[K23.1])

OR (Diagnose = Krankheiten des Ösophagus, bei sonstigen anderenorts klassifizierten Krankheiten [K23.8])

OR (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus[C15])

OR (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, zervikales Ösophagus [C15.0])

OR (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, thorakaler Ösophagus[C15.1])

OR (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, abdominaler Ösophagus [C15.2])

OR (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, oberes Drittel[C15.3])

- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, mittleres Drittel[C15.4])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, unteres Drittel[C15.5])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, Ösophagus mehrere Teilbereiche überlappend[C15.8])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, Ösophagus nicht näher bezeichnet[C15.9])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung der Kardia[C16.0])
- OR** (Diagnose = Neubildung unsicheren oder unbekanntem Verhaltens, sonstige Verdauungsorgane [D37.7])
- OR** (Diagnose = Neubildung unsicheren oder unbekanntem Verhaltens, Verdauungsorgan, nicht näher bezeichnet [D37.9])
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Injektionsinterventionen)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Argonplasmakoagulation)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Polypektomie)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Mukosektomie)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Ösophagus-Stent)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Pneumatische Dilatation)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Ballondilatation)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Fremdkörper)

Bereits anhand dieser Regeln zeigt sich, dass eine gewisse Eingrenzung der möglichen Diagnosen stattgefunden hat. Jedoch ist diese Eingrenzung noch immer nicht optimal. Für jemanden, der sein Problem, in diesem Falle die Suchanfrage, nicht weiter präzisieren möchte ist dieses Ergebnis jedoch sehr umfangreich und ermöglicht somit eine breite Basis für die Entscheidungsfindung.

Wenn man zusätzlich zur Achse der Lokalisationen und der weiteren Lokalisationseingrenzung eine Auswahl in der Achse der Befunde trifft, wird das Ergebnis weiter verfeinert. Als Beispiel dient die nächste Regel.

- IF** (Lokalisation = Ösophagus **AND** Lokalisation = Kardia) **AND** Befund = Obstruktion, Okklusion
- THEN** (Diagnose = Ösophagitis[K20])
- OR** (Diagnose = Gastroösophageale Refluxkrankheit[K21])
- OR** (Diagnose = Gastroösophageale Refluxkrankheit mit Ösophagitis[K21.0])
- OR** (Diagnose = Sonstige Krankheiten des Ösophagus[K22])
- OR** (Diagnose = Achalasie der Kardia[K22.0])

- OR** (Diagnose = Ösophagusverschuß[K22.2])
- OR** (Diagnose = Dyskinesie des Ösophagus[K22.4])
- OR** (Diagnose = Sonstige näher bezeichnete Krankheiten des Ösophagus[K22.8])
- OR** (Diagnose = Krankheiten des Ösophagus, nicht näher bezeichnet[K22.9])
- OR** (Diagnose = Krankheiten des Ösophagus bei anderenorts klassifizierten Krankheiten [K23])
- OR** (Diagnose = Megaösophagus bei Chagas-Krankheit[K23.1])
- OR** (Diagnose = Krankheiten des Ösophagus, bei sonstigen anderenorts klassifizierten Krankheiten [K23.8])
- OR** (Diagnose = Angeborene Fehlbildungen des Ösophagus [Q39])
- OR** (Diagnose = Angeborene Ösophagusstenose und -striktur [Q39.3])
- OR** (Diagnose = Ösophagusmembran [Q39.4])
- OR** (Diagnose = Ösophagusdivertikel (angeboren) [Q39.6])
- OR** (Diagnose = Sonstige angeborene Fehlbildungen des Ösophagus [Q39.8])
- OR** (Diagnose = Angeborene Fehlbildung des Ösophagus, nicht näher bezeichnet [Q39.9])
- OR** (Diagnose = Sonstige angeborene Fehlbildungen des oberen Verdauungstraktes [Q40])
- OR** (Diagnose = Sonstige näher bezeichnete angeborene Fehlbildungen des oberen Verdauungstraktes [Q40.8])
- OR** (Diagnose = Angeborene Fehlbildung des oberen Verdauungstraktes, nicht näher bezeichnet [Q40.9])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus[C15])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, Ösophagus mehrere Teilbereiche überlappend[C15.8])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, Ösophagus nicht näher bezeichnet[C15.9])
- OR** (Diagnose = Bösartige Neubildung der Kardia[C16.0])
- OR** (Diagnose = Neubildung unsicheren oder unbekanntem Verhalten, sonstige Verdauungsorgane [D37.7])
- OR** (Diagnose = Neubildung unsicheren oder unbekanntem Verhalten, Verdauungsorgan, nicht näher bezeichnet [D37.9])
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Injektionsinterventionen)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Argonplasmakoagulator)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Polypektomie)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Mukosektomie)

- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Ösophagus-Stent)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Pneumatische Dilatation)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Ballondilatation)
- OR** (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Fremdkörper)

Am Beispiel der nächsten Regel wird deutlich, dass eine weitere Auswahl in den Achsen Lokalisationen und Befunde zunehmend die Suchergebnisse eingrenzt.

IF (Lokalisation = Ösophagus **AND** Lokalisation = Kardia) **AND** (Befund = Obstruktion, Okklusion **AND** Befund = Obstruktion, komplett)

THEN (Diagnose = Sonstige Krankheiten des Ösophagus[K22])

OR (Diagnose = Achalasie der Kardia[K22.0])

OR (Diagnose = Ösophagusverschuß[K22.2])

OR (Diagnose = Dyskinesie des Ösophagus[K22.4])

OR (Diagnose = Sonstige näher bezeichnete Krankheiten des Ösophagus[K22.8])

OR (Diagnose = Krankheiten des Ösophagus, nicht näher bezeichnet[K22.9])

OR (Diagnose = Krankheiten des Ösophagus bei anderenorts klassifizierten Krankheiten [K23])

OR (Diagnose = Megaösophagus bei Chagas-Krankheit[K23.1])

OR (Diagnose = Krankheiten des Ösophagus, bei sonstigen anderenorts klassifizierten Krankheiten [K23.8])

OR (Diagnose = Angeborene Fehlbildungen des Ösophagus [Q39])

OR (Diagnose = Angeborene Ösophagusstenose und -striktur [Q39.3])

OR (Diagnose = Ösophagusmembran [Q39.4])

OR (Diagnose = Sonstige angeborene Fehlbildungen des Ösophagus [Q39.8])

OR (Diagnose = Angeborene Fehlbildung des Ösophagus, nicht näher bezeichnet [Q39.9])

OR (Diagnose = Sonstige angeborene Fehlbildungen des oberen Verdauungstraktes [Q40])

OR (Diagnose = Sonstige näher bezeichnete angeborene Fehlbildungen des oberen Verdauungstraktes [Q40.8])

OR (Diagnose = Angeborene Fehlbildung des oberen Verdauungstraktes, nicht näher bezeichnet [Q40.9])

OR (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus[C15])

OR (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, Ösophagus mehrere Teilbereiche überlappend[C15.8])

OR (Diagnose = Bösartige Neubildung des Ösophagus, Ösophagus nicht näher bezeichnet[C15.9])

OR (Diagnose = Bösartige Neubildung der Kardia[C16.0])

OR (Diagnose = Neubildung unsicheren oder unbekanntem Verhaltens, sonstige Verdauungsorgane [D37.7])

OR (Diagnose = Neubildung unsicheren oder unbekanntem Verhaltens, Verdauungsorgan, nicht näher bezeichnet [D37.9])

OR (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Ösophagus-Stent)

OR (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Pneumatische Dilatation)

OR (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Ballondilatation)

OR (Interventionen = ÖGD-Therapien **AND** Interventionen = Fremdkörper)

Durch die verfeinerte Auswahl wird eine drastische Eingrenzung der Ergebnisse erwartet. In unserem Fall handelt es sich um ein erweitertes Suchprogramm, welches nicht nur genaue Daten liefert sondern auch alle möglichen Differentialdiagnosen und Interventionsmöglichkeiten für die getätigte Auswahl einbezieht.

3.3 Aufbau der Falldatenbank

Um eine Evaluation des Systems zu gewährleisten muss zum jetzigen Zeitpunkt, wegen noch fehlender realer Fälle, eine Falldatenbank aufgebaut werden in welcher sogenannte „Dummy-Fälle“ gespeichert sind auf die das System zugreifen kann.

Diese Fälle sollten eine sinnvolle Indexierung besitzen die mit den Suchachsen korrelieren.

In dieser Situation könnte man, um diese Fälle zu konstruieren mit einem Random-Generator arbeiten, der Einträge aus den vier Achsen miteinander beliebig kombiniert. Leider würde dies durch unsinnige Kombinationen zu sehr vielen unbrauchbaren Fällen führen. Viel sinnvoller ist es Kriterien festzulegen nach welchen die Einträge aus den vier Achsen kombiniert werden sollen. Für diesen Fall erzeugt man durchaus Fälle die real vorkommen können. Diesen Fällen ist dann gemeinsam das Vorhandensein von realen Attributen die indexiert werden.

In unserem konkreten Fall macht es wenig Sinn z.B. den Eintrag „Magen“ aus der Achse Lokalisationen mit den Diagnoseeinträgen, welche Erkrankungen des unteren Gastrointestinaltraktes oder der Leber entsprechen, oder aber mit Einträgen aus der Achse Interventionen, die Interventionen im Bereich der Koloskopischen- oder ERCP-Therapie entsprechen, zu kombinieren.

Da schon eine Datenbank vorhanden ist, in der Bilder, Beispielvideos und Textdokumente zu den verschiedenen Organen und Lokalisationen des Gastrointestinaltraktes gespeichert sind,

wurde anhand dieser Datenbank eine Falldatenbank zu Testzwecken aufgebaut. Die Indexierung erfolgte nach ähnlichen Kriterien wie der Aufbau der Suchachsen.

Als Beispiele seien einige Fälle genannt die folgende Schlagwörter als Indizes enthalten:

Fall 1 – virale Ösophagitis

Lokalisation - Ösophagus

Befund – Erosion, Aphte

Befund –Aphte

Diagnose - Ösophagitis [K20]

Diagnose – Krankheiten des Ösophagus bei andernorts klassifizierten Krankheiten [K23]

Diagnose – Krankheiten des Ösophagus bei sonstigen andernorts klassifizierten Krankheiten [K23.8]

Interventionen -

Fall 2 - Hiatushernie

Lokalisation - Ösophagus

Lokalisation – Unteres Drittel Ösophagus

Befund -

Diagnose – Hernia diaphragmatica [K44]

Diagnose – Sonstige angeborene Fehlbildungen des oberen Verdauungstraktes [Q40]

Diagnose – Hernia ohne Einklemmung, ohne Gangrän [K44.9]

Diagnose – Angeborene Hiatushernie [Q40.1]

Interventionen - ÖGD-Therapien

Interventionen - Andere

Fall 3 – hochmalignes Non Hodgkin Lymphom

Lokalisation - Magen

Lokalisation - Fundus

Befund – Erosion, Aphte

Befund – Narbe, Fibrose

Diagnose –

Interventionen -

Fall 4 – Sessiler Colonpolyp

Lokalisation - Kolon

Befund - Raumforderung

Diagnose – Sonstige Krankheiten des Darmes [K63]

Diagnose – Polyp des Kolons [K63.5]

Interventionen –

3.4 Workflow einer Anfrage

Durch die Benutzeroberfläche wird die Anfrage generiert. Anhand dieser Anfrage wird entschieden welche Information gesucht wird. Dafür müssen die Regeln feuern. Das Ergebnis dieses Prozesses ist ein Anfrage die in einer systeminternen Sprache umgewandelt wird. Die Regeln die die Beziehungen zwischen den beiden Datenbanken beschreiben müssen während des Anfrageprozesses verarbeitet werden. Die Basis für die Informationssuche ist die Indizierung jedes Datenbankeintrages sowohl in der Falldatenbank als auch in der systematischen Datenbank.

In der Abbildung 3.3 wird schematisch der Workflow einer Anfrage dargestellt.

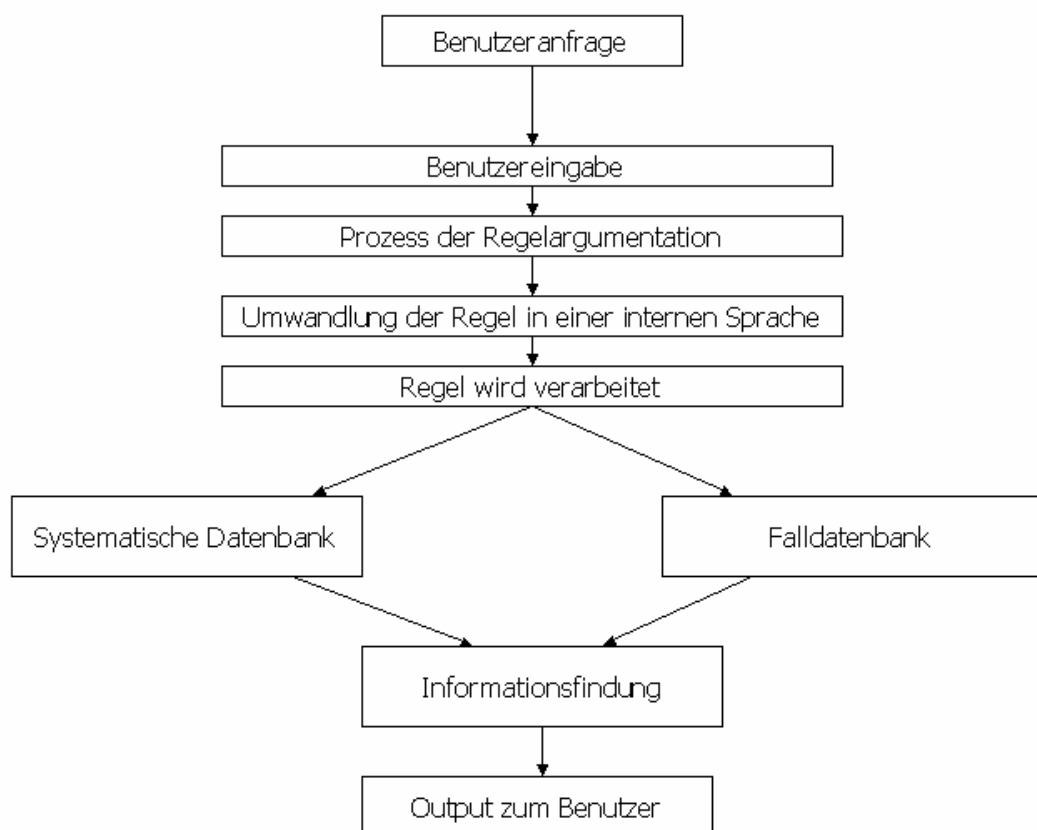


Abbildung 3.3 Workflow einer Anfrage

3.5 Evaluation

Evaluation eines reinen C-CDSS

Eine gute Evaluation der C-CDSS ist kein leichtes Unterfangen. Eine großangelegte komparative Studie dieser Systeme ist sehr zeit- und kostenintensiv.

Evaluation eines Case Based Systems

Der erste Schritt im Selektionsprozess ist die Suche nach ähnlichen Fällen. Die Fälle sind ähnlich wenn der Wert der Attribute (Parameter) nicht einen Toleranzbereich, welcher vom Benutzer mitgegeben wurde, überschreitet und wenn zwei Attributwerte nicht austauschbar sind wenn sie in einem Toleranzbereich liegen [vgl. Seitz et al. 1999, Artificial Intelligence in Medicine Vol.15 S.255-273].

Die Auswertung ob nun die Attributwerte identisch oder ähnlich sind wird durch verschiedene Tools ermöglicht die auf Basis von mathematischen Algorithmen arbeiten.

In verschiedenen Artikeln werden verschiedene Evaluierungstools beschrieben die eingesetzt werden um Case-Based Reasoning Systems zu ermöglichen [vgl. Oehlmann 1998, Artificial Intelligence in Medicine Vol. 12 S. 61-76].

Auch Ochi-Okorie [vgl. Ochi-Okorie 1998, Artificial Intelligence in Medicine Vol. 12 S. 43-60] beschreibt in seinem Artikel, dass der erste Validierungsansatz darin beruht, einen Set von ähnlichen "alten" Fällen in eine Falldatenbank zu finden, dessen Attribute sehr ähnlich denen des „neuen“ Falles sind.

Althof [vgl. Althof et al. 1998, Artificial Intelligence in Medicine Vol. 12 S. 25-41] sagt aber auch, um ein bestehendes „Problem“ in unserem Falle eine Patientenakte, zu lösen muss der Begriff der Similarität zwischen den Fällen verwendet werden damit eine effiziente Suche nach ähnlichen Fällen stattfinden kann. Die Empfehlungen zur Therapie und weiteren Behandlung in den gefundenen Fällen sollte als Startpunkt zur Behandlung des „neuen“ Falles dienen.

Evaluation unseres eigenen Systems

Das wichtigste beim Aufbau der Falldatenbank ist eine gute und sinnvolle Indexierung. Nur durch diese Indexierung wird die Datenbanksuche erleichtert, so dass man ähnliche Fälle auch finden kann.

Die Indexierung der Fälle folgt dem Aufbau der Suchachsen des C-CDSS. Also nach Lokalisation, Befund, Diagnose und Intervention (siehe Beispiele im vorherigen Kapitel).

Zur Evaluation des Systems wurde ein Fragebogen (siehe Anhang) erstellt, welcher an verschiedenen Testpersonen verschickt wurde. Dieser Fragebogen beinhaltet allgemeine Fragen zu Decision Support Systeme, und spezielle zum vorliegenden System.

Für diese Doktorarbeit wurde eine Testevaluation initiiert um die Akzeptanz und Performance der Regeln zu prüfen. Es wurde nach quantitativen und qualitativen Kriterien ausgewertet. Für die Evaluation der regelbasierten Suche wurde der Teil II des allgemeinen Fragebogens herangezogen.

Für die Evaluation der Performance eines Decision Support System werden in der Regel die Antworten des Systems mit den Empfehlungen eines „Experten“ verglichen [vgl. Jurisica et al.1998, Artificial Intelligence in Medicine Vol 12 S 1-24]. Um die Richtigkeit der gelieferten Ergebnisse aus der Falldatenbank zu prüfen, muss man eine Reihe von Anfragen starten um eine richtige „Messung“ zu ermöglichen.

Analog zu Yearwood und Wilkinson [vgl. Yearwood et al. 1997, Artificial Intelligence in Medicine Vol 9 S 79-99] die eine fallbasierte Suche für die Pflegeempfehlung anhand von Textrepräsentation und strukturierten Text analysieren, wurden bei uns auch ähnliche angepasste Formeln zur Suche verwendet.

In unserem Fall kann man annehmen, dass ein Arzt mit einem Problembefund in unseren Datenbanken (systematisch und fallbasiert) Beispiele mit ähnlichen Befunden für seinen erhobenen Befund sucht.

Wenn **A** die Anzahl der erwarteten korrekten Antworten in Form von Multimediainformationen darstellt und **B** die Anzahl der gelieferten Antworten ist, dann stellt P_c das korrekte Verhältnis dar:

$$P_c = \frac{|B \cap A|}{|A|}$$

Die Quote der korrekten minus der inkorrekten Verhältnisse ist dann:

$$P_{c-w} = \frac{|B \cap A| - |BA|}{|A|}$$

Die Präzision stellt den Anteil der gelieferten Fälle dar die relevant sind. Um eine Berechnung zu ermöglichen wird in der jeweiligen Ebene jedem gelieferten relevanten Fall die Wer-

tung 1 gegeben während einem nicht relevanten Fall die Auswertung 0 gegeben wird. Jedem so gelieferten Ergebnis wird somit ein Relevanzgewicht (RelWt) zugeteilt und die verwendete Präzisionsmessung wird die Summe der Relevanzgewichtung für alle gelieferten Fälle der jeweiligen Ebene sein.

$$\sum_{\text{gelieferte Antworten}} \text{Re } lWt$$

Die Fallstruktur und das kompatible Gegenstück oder die Gegenstücke müssen anhand der Indizes vergleichbar sein (Abbildung 3.4). In der Abbildung wird auch ersichtlich, wie man die Relevanz berechnen kann.

Eine Anfrage besitzt demzufolge 6 Attribute:

- Lokalisation, Hauptachse
- Lokalisation, Unterauswahl
- Befunde
- Befunde, Unterauswahl
- Diagnosen
- Interventionen

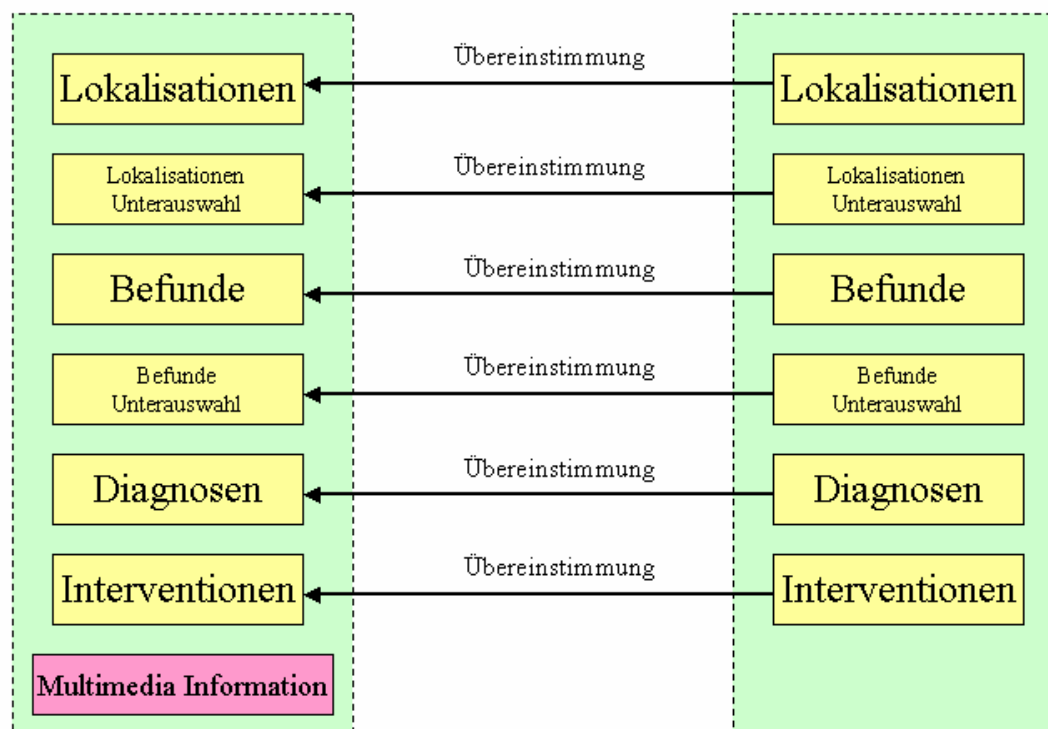


Abbildung 3.4 Übereinstimmung der Fälle nach den Indizes (nach Yearwood and Wilkinson 1997)

Somit kann einer Anfrage eine Summe von Attributen zugewiesen werden.

Wenn man die Antwort auch mit den gleichen Attributen versieht, dann erhält man eine komplette Übereinstimmung, wenn die Summe der Attribute der Antwort mit der Summe der Attribute der Anfrage übereinstimmt. In diesem Fall ist die Similarität 100%.

Da es sehr schwierig ist geeignete Personen zu finden um die Evaluation durchzuführen, wurde in unserem Falle nach folgendem Muster vorgegangen.

Vorgehensweise bei der Evaluation

Für die Testevaluation wurde folgendermaßen verfahren.

Die ärztlichen Experten wurden angeschrieben um geeignete typische Fragestellungen von Kollegen zu erhalten. Diese Fragestellungen wurden mit den Einträgen der EIS-Datenbank verglichen und gegebenenfalls als Fragestellung aus der Evaluation verworfen wenn keine passenden Einträge in der Datenbank zu dem Erfragten vorhanden waren.

Die verbliebenen Fragen wurden durch unser System bearbeitet im Sinne einer Suche einmal unter Anwendung der Regel und einmal als einfache nicht erweiterte Suche ohne Regelanwendung.

Die erzielten Suchergebnisse wurden zur Evaluation den Testpersonen vorgelegt und anhand des Fragebogens ausgewertet.

Da aber zu dem jetzigen Zeitpunkt noch keine Falldatenbank vorhanden ist, wurde die bestehende EIS-Datenbank entsprechend den Suchachsen indexiert, um eine minimale Evaluation der regelbasierten Suche zu ermöglichen.

Fragestellungen

Die Experten erarbeiteten 16 Fragestellungen der gastroenterologischen Endoskopie welche von Testpersonen getestet wurden als einfache Suche und anschließend als regelbasierte Suche.

Im nachfolgenden die 16 Fragestellungen:

1. Befund: Raumforderung im mittleren Ösophagus mit weißlicher Oberfläche und ca. 8 mm im Durchmesser. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?
2. Befund: Patient mit weißlich rötlichen Streifen im distalen Ösophagus ohne Refluxbeschwerden. In der Biopsie zeigt sich eine Entzündung. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?

3. Befund: Submuköse Raumforderung im Magen nicht pulsierend und Schleimhautverschieblich. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?
4. Befund: Ulcus an der Angulusfalte, tief eingestanz mit Schleimhautschwellung und Magenausgangsstenose. Frage weiteres Procedere, Dignität?
5. Befund: Weißlich granulierte Schleimhaut im Duodenum mit Aufhebung des Faltenreliefs. Patient mit Oberbauchbeschwerden und Blähungen. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?
6. Befund: Prominente Papille, in der Biopsie zeigt sich kein Adenom, jedoch aus der Papillenöffnung ergießt sich zäh-visköses Sekret. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?
7. Befund: im gesamten Colon dunkle bräunliche Schleimhaut mit multiplen weißlich erhabenen Läsionen. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?
8. Befund: große gelbliche submuköse Raumforderung von weicher Konsistenz im Colon ascendens mit erhaltenem regelrechtem Schleimhautüberzug. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?
9. Befund: exulcerierter Polyp flächig wachsend über die halbe Zirkumferenz im Coecum. In der Biopsie zeigt sich ein Adenom mit Dysplasie. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?
10. Befund: polypöser Tumor am Coecum-Pol mit rötlicher kontaktvulnerabler Schleimhaut, gut abgrenzbar von Appendixabgang ausgehend. In der Biopsie Entzündungszeichen. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?
11. Befund: multiple Schleimhauerhabenheiten im terminalen Ileum, keine Kontaktvulnerabilität, keine Ulzeration, keine Erosion. In der Biopsie lymphofolikuläre Hyperplasie. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?
12. Befund: multiple polypoide Tumoren im Magencorpus ohne umgebende Schleimhautreaktion, nicht blutig mit intakter Schleimhaut im Durchmesser ca.2 cm. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?
13. Befund: Schüsselförmiger Tumor im unteren Ösophagusdrittel mit Randwall und Irregulärem ulzerösen Zentrum. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?
14. Befund: Collitis ulcerosa Patient mit Z.n. Colectomie. Endoskopisch zeigt sich eine hochgradige Stenose des Analkanals. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?

15. Befund: Kontrastmittelaussparung im mittleren bis proximalen Ductus choledocus nicht verschieblich. In der Biopsie kein Anhalt für Tumor. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschläge haben sie dazu?

16. Befund: Im Jejunum sternförmige, rötliche, hämorrhagische Schleimhautveranderung nicht erhaben. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschläge haben sie dazu?

Die Testpersonen konnten allein entscheiden welche Kriterien (Suchachsen) Sie für die Ausarbeitung der Fragestellungen heranzogen. Hierbei wurde Ihnen komplett die Entscheidungsfreiheit überlassen. In fast allen Fällen entsprachen jedoch die gewählten Kriterien denen der Experten.

Auswertung des ersten Teils des Fragebogens (allgemeiner Teil)

Die Fragebögen wurden an 11 Testpersonen verteilt. Davon erhielten wir 9 Fragebögen zurück.

Diese 9 Fragebögen haben wir anschließend ausgewertet.

Von den befragten Personen bescheinigten uns alle, dass solche Systeme sinnvoll sind und auch eingesetzt würden in Klinik und Praxis. Als Grund dafür nannte nur eine Person „Schnelle Orientierung über Sachverhalte und Fragestellungen, die selten sind oder nicht dem vertrauten Aufgabenfeld entsprechen“.

Dies entspricht einer sehr hohen Akzeptanz des Systems. Jedoch nannte nur eine Testperson auch einen plausiblen Grund für den Einsatz solcher Systeme.

Alle Testpersonen waren Ärzte. Davon waren 5 AssistenzArzte, 3 waren FachArzte für Innere Medizin und eine der Testpersonen war Facharzt für Radiologie. Die Aufteilung der befragten Arztpersonen ist in der nachfolgenden Grafik ersichtlich.

FachArzte für Innere Medizin	3
AssistenzArzte (Innere Medizin)	5
Facharzt für Radiologie	1

Von den befragten Ärzten arbeiten teilweise 3 in der Gastroenterologie, jedoch keiner der Befragten ausschließlich in dem benannten Fachbereich.

Die befragten Personen arbeiten in Kliniken (6), eigene Praxis (1) und Versicherung (2). Das Alter betrug bei 5 Ärzten zwischen 20 und 35 Jahren, bei 3 Ärzten zwischen 36 und 50 Jahren und bei einem Arzt über 50 Jahre. (siehe Grafik)

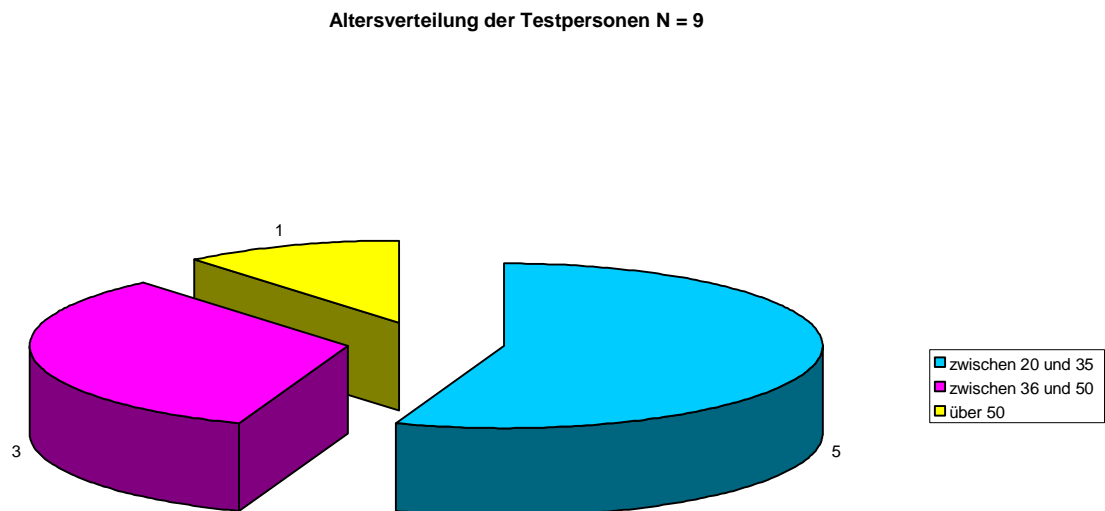


Abbildung 3.5 Altersverteilung der Testpersonen

Alle ausgewerteten Fragebögen wurden von männlichen Testpersonen ausgefüllt.

Auswertung des zweiten Teils des Fragebogens

Im zweiten Teil des Fragebogens zur Auswertung des Systems wurde jede einzelne Fragestellung als solche ausgewertet.

Leider hatte eine der Testpersonen den zweiten Teil des Fragebogens nicht ausgefüllt zurückgegeben. Somit konnten wir nur bei 8 Testpersonen eine Endauswertung ausführen.

Hier die Übersicht der Ergebnisanzahl bei der Suche ohne Regeln

Tabelle 1:

Frage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Person 1	7	14	190	13	5	6	0	0	3	3	8	42	19	14	22	0
Person 2	7	14	190	13	5	6	0	0	3	3	8	42	19	14	22	0
Person 3	7	14	190	13	5	6	0	5	3	3	8	42	19	14	22	0
Person 4	7	14	190	13	5	6	0	0	3	3	8	42	19	14	22	0
Person 5	7	14	190	13	5	6	0	0	3	3	8	42	19	14	22	0
Person 6	7	14	190	13	5	6	0	0	3	3	0	42	19	14	22	0
Person 7	7	14	190	13	5	0	0	0	3	3	8	0	19	14	22	0
Person 8	7	14	190	13	5	4	2	5	3	3	2	42	6	9	5	2
Vorgabe	7	14	190	13	5	6	0	0	3	3	8	42	19	14	22	0

und bei der Suche mit Regeln:

Tabelle 2:

Frage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Person 1	35	88	22	198	32	31	31	5	8	8	26	128	50	14	45	18
Person 2	35	88	22	198	32	31	31	5	8	8	26	128	50	14	45	18
Person 3	35	88	22	198	32	31	31	5	8	8	26	128	50	14	45	18
Person 4	35	88	22	198	32	31	31	5	8	8	26	128	50	14	45	18
Person 5	35	88	22	198	32	31	31	5	8	8	26	128	50	14	45	18
Person 6	35	88	22	198	32	31	31	5	8	8	0	128	50	14	45	18
Person 7	35	88	22	198	32	0	31	5	8	8	26	0	50	14	45	18
Person 8	35	88	22	198	33	101	32	5	8	8	81	128	50	178	40	26
Vorgabe	35	88	22	198	32	31	31	5	8	8	26	128	50	14	45	18

welche von den Testpersonen gefunden wurden im Vergleich mit der vorgegebenen Anzahl der Suchergebnissen.

Bei der ersten Fragestellung:

Befund: Raumforderung im mittleren Ösophagus mit weißlicher Oberfläche und ca. 8 mm im Durchmesser. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?

6 Personen fanden die Ergebnisse der einfachen Suche befriedigend, eine Person fand es seien zu wenige Ergebnisse und nicht alle Differenzialdiagnosen seien bei den gelieferten Ergebnissen einbezogen. Für eine Person war durch die Suchergebnisse ein direkter Vergleich in der Bildgebung möglich, sowie sinnvolle und nahe liegende Diagnosemöglichkeiten wurden angezeigt.

Bei der erweiterten Suche mit Einbezug der Regeln fanden wiederum 5 Personen es seien befriedigende Ergebnisse geliefert worden, 2 Person fand die Ergebnisse sinnvoll, bei einer Person jedoch zu viele in der Anzahl und bei der anderen war die differentialdiagnostische Erweiterung und Vervollständigung sinnvoll. Eine Person beurteilte die gelieferten Ergebnisse als nicht sinnvoll für die Fragestellung und die Anzahl der Ergebnisse seien zu viele. (siehe Diagramm)

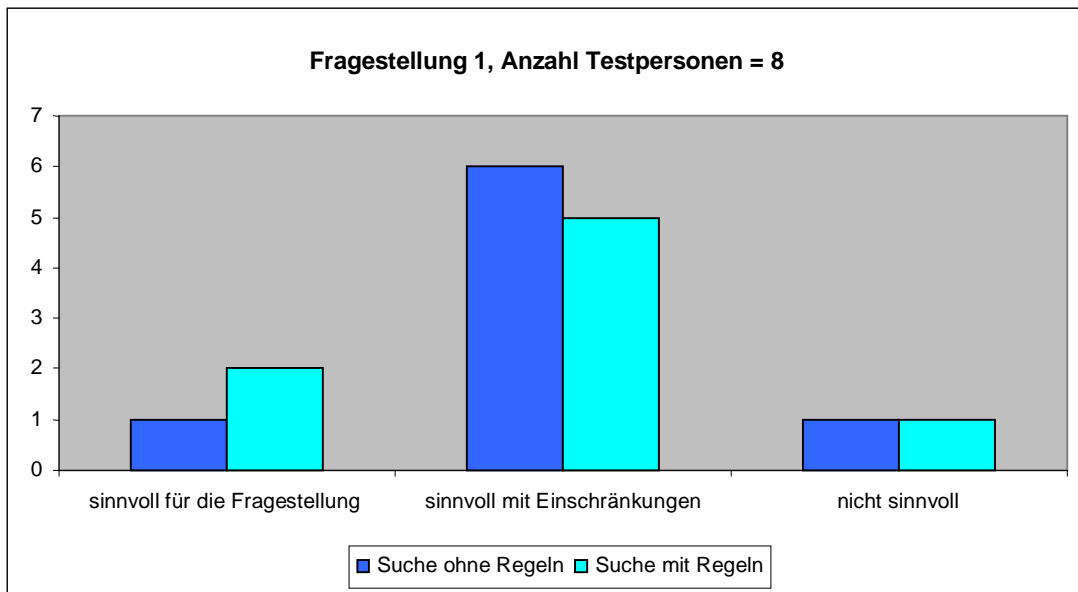


Abbildung 3.6 Fragestellung 1

Bei der zweiten Fragestellung:

Befund: Patient mit weißlich rötlichen Streifen im distalen Ösophagus ohne Refluxbeschwerden. In der Biopsie zeigt sich eine Entzündung. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschläge haben sie dazu?

Alle Testpersonen fanden bei Ihren Auswahlkriterien die gleiche Anzahl von Ergebnissen, sowohl bei der Suche ohne Regeln als auch bei der Suche mit Regeln. Die befragten Personen waren sich alle einig in der Bewertung der Anfrage, alle fanden die gelieferten Ergebnisse sinnvoll für die Fragestellung. Bei der Regelsuche wurde positiv die hohe Anzahl der gelieferten Differentialdiagnosen bewertet, obwohl sehr viele Ergebnisse geliefert wurden.

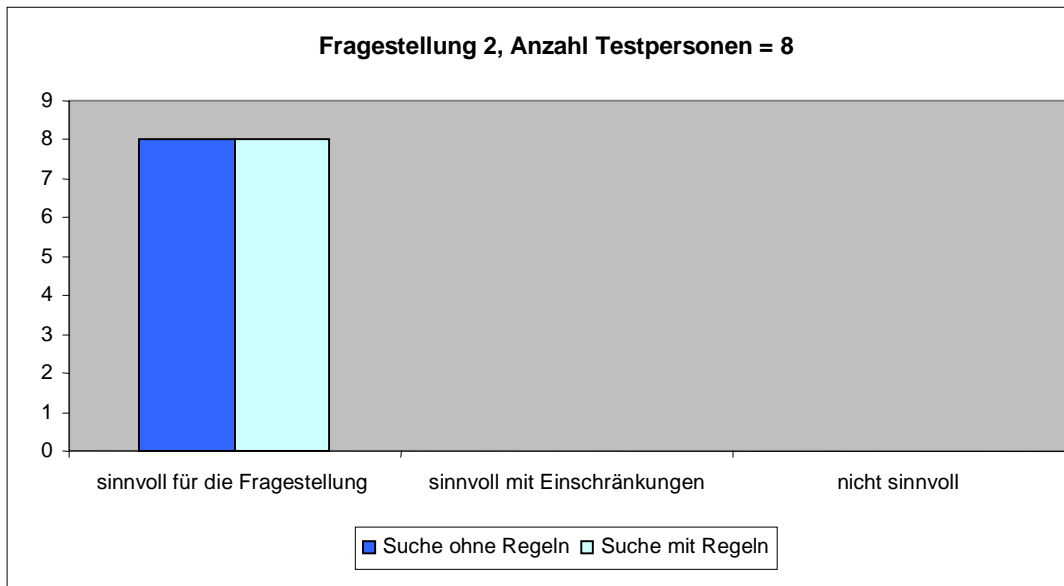


Abbildung 3.7 Fragestellung 2

Bei der dritten Fragestellung:

Befund: Submuköse Raumforderung im Magen nicht pulsierend und schleimhautverschieblich. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschläge haben sie dazu?

4 der Ärzte äußerten sich nicht zur Qualität der gelieferten Ergebnisse, 3 waren der Meinung die Ergebnisse wären sinnvoll, wenn man jedoch eine zusätzliche Eingrenzung vornimmt und ein Arzt fand es seine viel zu viele Ergebnisse für die Fragestellung geliefert worden. Diese Aussagen trafen sowohl für die einfache Suche als auch für die regelbasierte Suche zu.

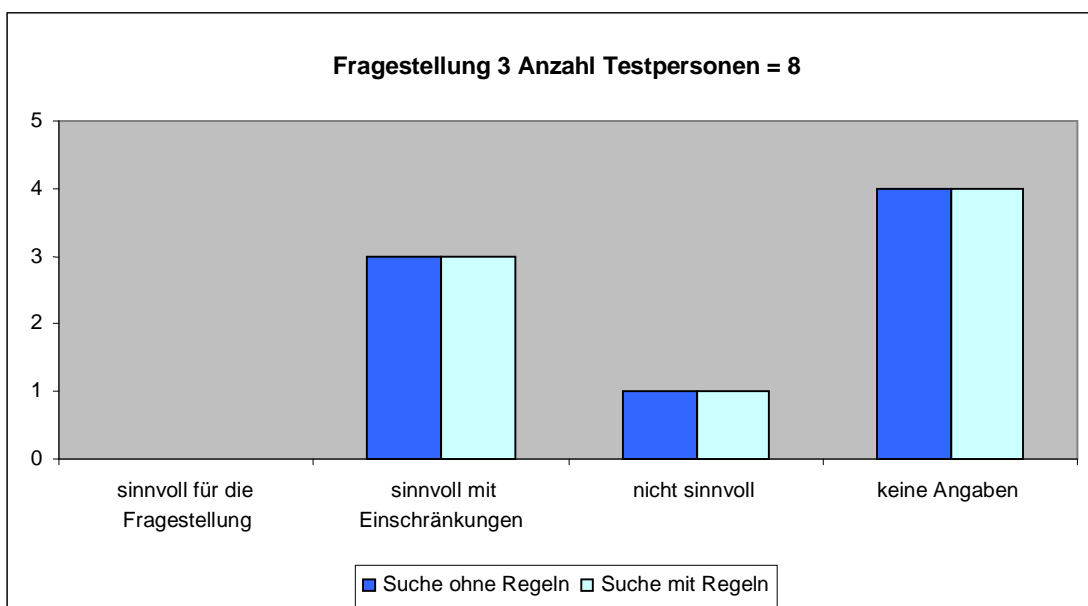


Abbildung 3.8 Fragestellung 3

Bei der vierten Fragestellung:

Befund: Ulcus an der Angulusfalte, tief eingestanz mit Schleimhautschwellung und Magenaustrittsstenose. Frage weiteres Procedere, Dignität?

6 Ärzte äußerten sich nicht zur Qualität der gelieferten Ergebnisse, 2 Ärzte waren der Meinung die einfache Suche liefere zu wenige Ergebnisse die auch zu wenig Differentialdiagnosen einbezogen. Die erweiterte Suche lieferte ihnen jedoch viel zu viele und auch viel zu unspezifische Ergebnisse.

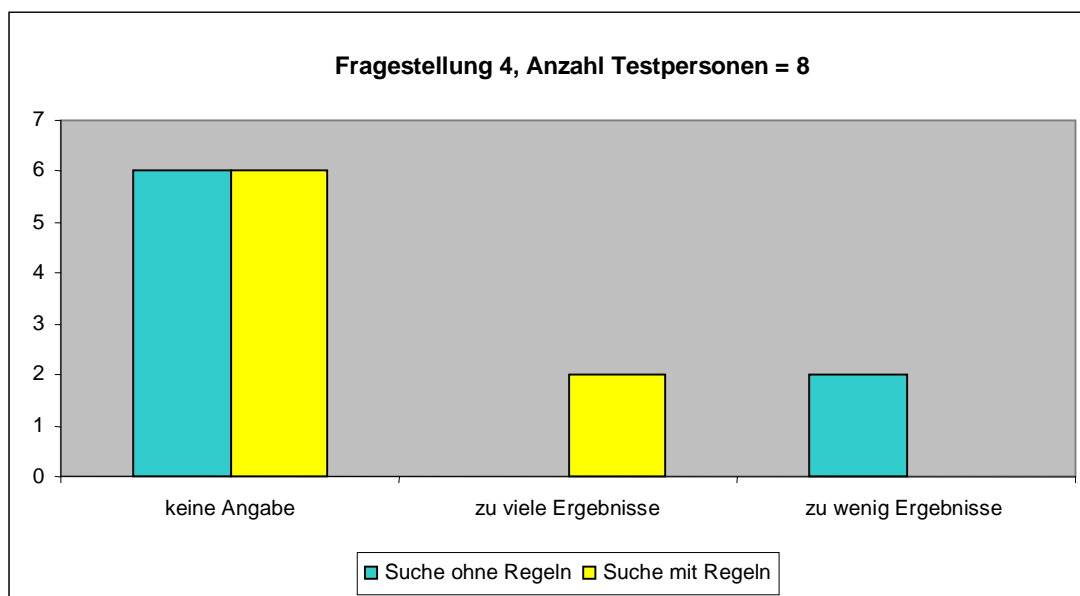


Abbildung 3.9 Fragestellung 4

Bei der fünften Fragestellung:

Befund: Weißlich granuliert Schleimhaut im Duodenum mit Aufhebung des Faltenreliefs. Patient mit Oberbauchbeschwerden und Blähungen. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?

5 der Testpersonen waren der Meinung die Anzahl der gelieferten Ergebnissen bei der einfachen Suche seien nicht sinnvoll für die Fragestellung, die Differentialdiagnosen seien zu wenig berücksichtigt und es sei eine viel zu kleine Anzahl an Ergebnissen vorhanden. 3 Personen fanden die gelieferten Ergebnisse als sinnvoll für die Fragestellung. Bei der regelbasierten Suche fanden 7 Testpersonen die Ergebnisse als sinnvoll für die Fragestellung, eine Testperson meinte dass: „Wesentliche Parameter wie granuliere Schleimhaut, Gefäßmuster normal, verstrichen fehlend, Schleimhautvulnerabilität mit Kontakt- oder Spontanblutung, genaue Form des Mukosaschadens wie Schleim, Fibrin, Exsudat, Erosion, Ulcera können nicht

eingetragen werden“. Eine Person meinte jedoch, einige der Ergebnisse widersprechen den eingetragenen Kriterien.

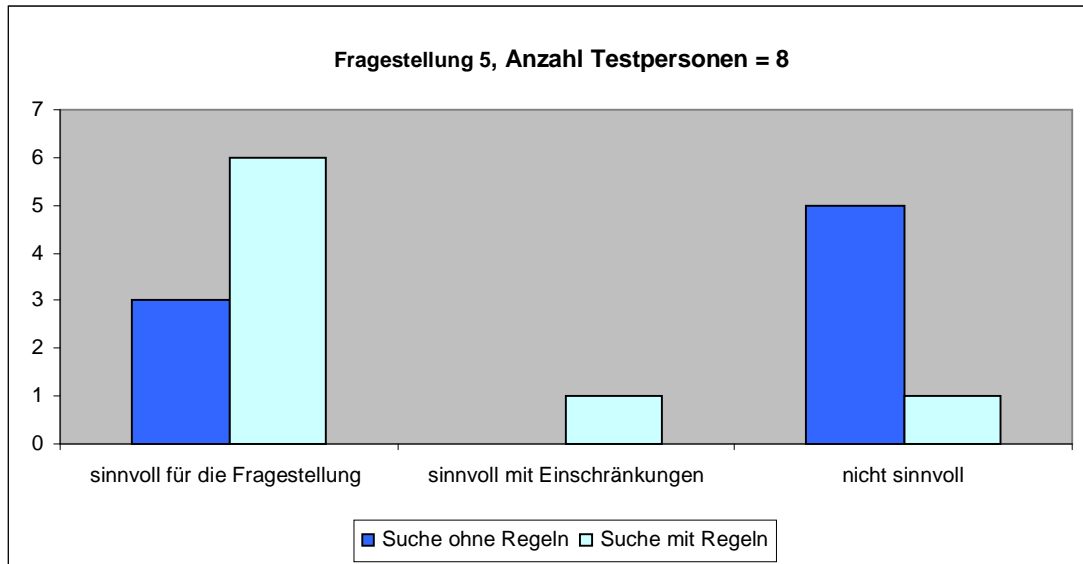


Abbildung 3.10 Fragestellung 5

Bei der sechsten Fragestellung:

Befund: Prominente Papille, in der Biopsie zeigt sich kein Adenom, jedoch aus der Papillenöffnung ergießt sich zäh-visköses Sekret. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?

7 Testpersonen waren der Meinung die Ergebnisse waren sinnvoll für die Anfrage bei der einfachen Suche, jedoch eine Testperson meinte es wären zu wenige Ergebnisse dabei. Ein Arzt meinte in der einfachen Suche konnte die Anzahl der vorgegebenen Suchergebnisse nicht reproduziert werden. Bei der erweiterten Suche meinten 7 der Ärzte die gelieferten Ergebnisse waren sinnvoll für die Fragestellung. Ein Arzt war der Meinung „Es kamen relativ viele Magendiagnosen die in diesem Zusammenhang keine Rolle spielen. Da die Möglichkeit fehlt, Sekret o.ä. direkt anzuwählen, müssten mehrere Suchen durchgeführt werden“.

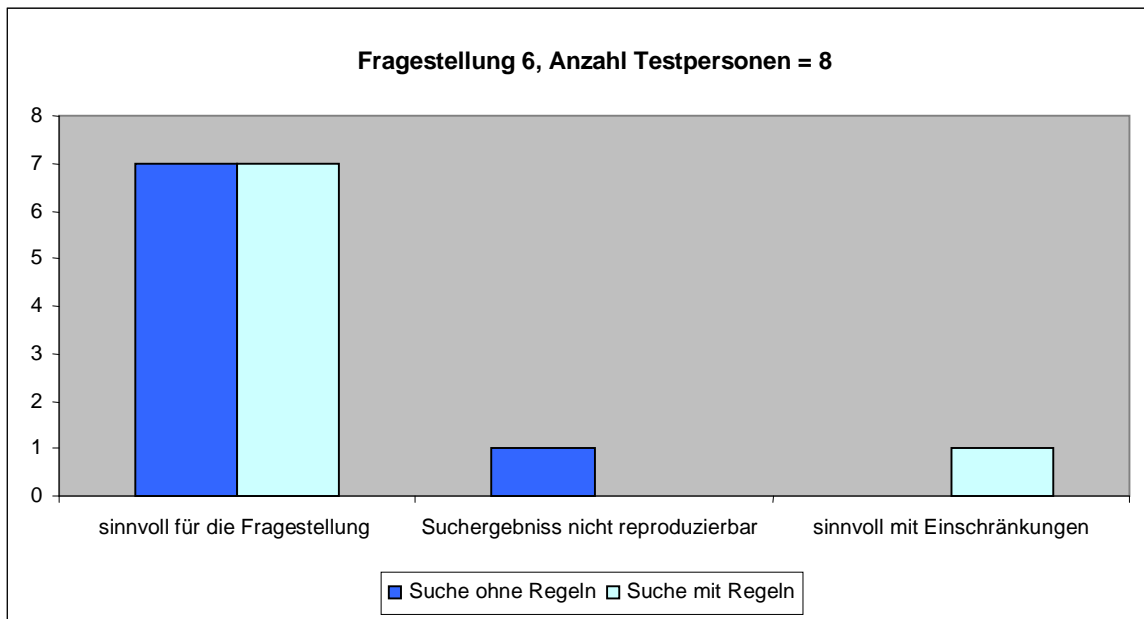


Abbildung 3.11 Fragestellung 6

Bei der siebten Fragestellung:

Befund: im gesamten Colon dunkle bräunliche Schleimhaut mit multiplen weißlich erhabenen Läsionen. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschläge haben sie dazu?

7 Testpersonen meinten die Ergebnisse seien bei der einfachen Suche sinnvoll gewesen, eine Person war der Meinung die Ergebnisse seien nicht sinnvoll da auf der speziellen Anfrage ja keine Ergebnisse geliefert worden sind.

Bei der erweiterten Suche waren sich alle Testpersonen einig, die Ergebnisse waren für die Anfrage sinnvoll. Ein Arzt meinte die gute Übersicht der Differentialdiagnosen sei ihm positiv aufgefallen, jedoch bedauerte er, dass es keine Sortierung der Ergebnisse gab.

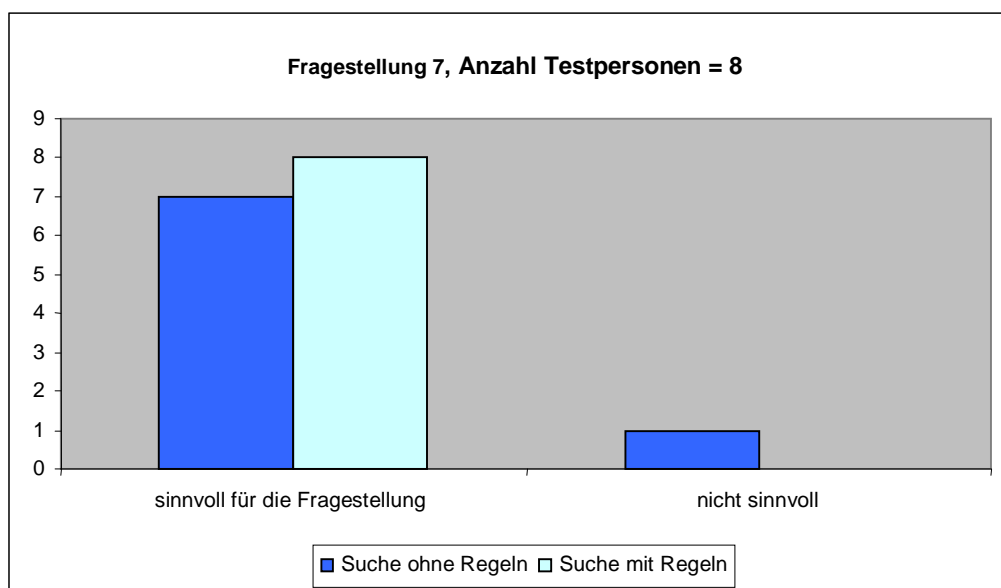


Abbildung 3.12 Fragestellung 7

Bei der achten Fragestellung:

Befund: große gelbliche submuköse Raumforderung von weicher Konsistenz im Colon ascendens mit erhaltenem regelrechtem Schleimhautüberzug. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?

6 der Ärzte fanden in der einfachen Suche auch keine Ergebnisse, zwei jedoch erhielten auf ihre Anfrage 5 Ergebnisse. Bei der Suche mit Regeln war die Anzahl der erzielten Ergebnisse der Testpersonen gleich mit der Anzahl der Ergebnisse aus der Vorgabe. Bei der regelbasierten Suche fanden 5 Testpersonen, dass die Ergebnisse für die Anfrage sinnvoll sind und drei Testpersonen meinten die Ergebnisse seien nicht sinnvoll für die Anfrage, weil es eine zu kleine Anzahl von Ergebnissen liefert und zudem auch noch viel zu wenig Differentialdiagnosen vorhanden seien.

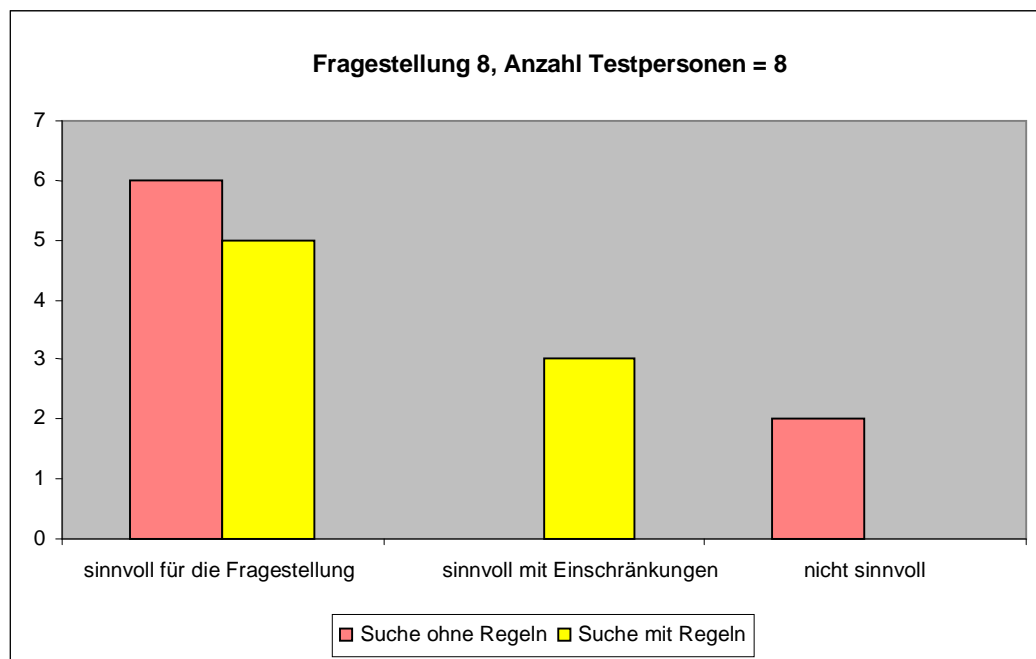


Abbildung 3.13 Fragestellung 8

Bei der neunten Fragestellung:

Befund: exulcerierter Polyp flächig wachsend über die halbe Zirkumferenz im Coecum. In der Biopsie zeigt sich ein Adenom mit Dysplasie. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?

Von den befragten Ärzten waren 6 der Meinung die gelieferten Ergebnisse bei der einfachen Suche sind sinnvoll für die Fragestellung, zwei meinten die Ergebnisse seien für die Anfrage nicht sinnvoll. Bei der Suche mit Einbezug der Regeln waren 7 Testpersonen der Meinung die erzielten Ergebnisse entsprechen Ihren Erwartungen und seien sinnvoll für die Anfrage.

Eine Testperson stellte die Frage ob denn alle Differentialdiagnosen auch richtig erfasst worden sind. Eine Testperson war der Meinung die Ergebnisse der Suche mit Einbeziehung der Regeln waren nicht sinnvoll.

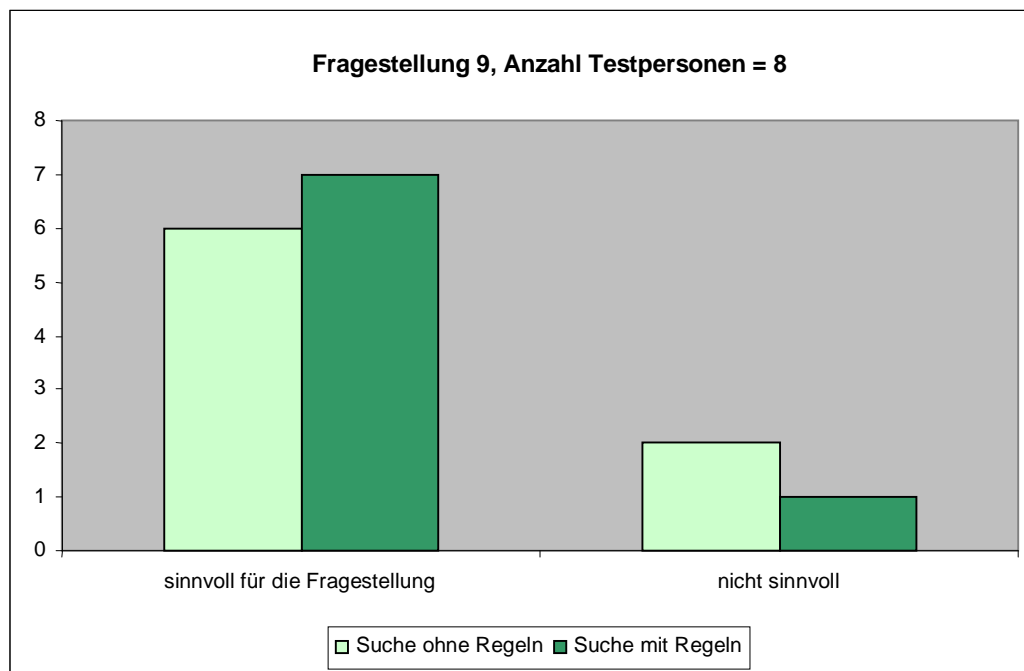


Abbildung 3.14 Fragestellung 9

Bei der zehnten Fragestellung:

Befund: polypöser Tumor am Coecum-Pol mit rötlicher kontaktvulnerabler Schleimhaut, gut abgrenzbar von Appendixabgang ausgehend. In der Biopsie Entzündungszeichen. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?

5 der befragten Ärzte meinten die Ergebnisse der Suche ohne Einbezug der Regeln sind sinnvoll für die Fragestellung, 3 der Ärzte waren der Meinung die gelieferten Ergebnisse sind nicht sinnvoll für die vorliegende Fragestellung. Bei der erweiterten Suche fanden 6 Ärzte, die Ergebnisse entsprächen voll dem Sinn der Anfrage, zwei Ärzte äußerten die Meinung die gelieferten Ergebnisse sind nicht sinnvoll für die vorgegebene Fragestellung weil einige der erwarteten Suchergebnisse gar nicht vorhanden waren im gelieferten Ergebnisumfang

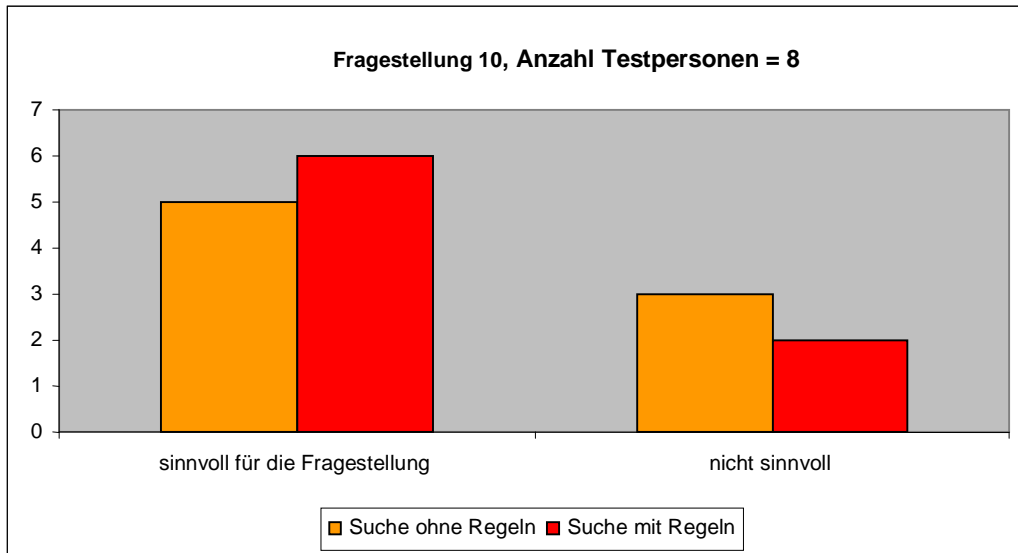


Abbildung 3.15 Fragestellung 10

Bei der elften Fragestellung:

Befund: multiple Schleimhauterhabenheiten im terminalen Ileum, keine Kontaktvulnerabilität, keine Ulzeration, keine Erosion. In der Biopsie lymphofollikuläre Hyperplasie. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschläge haben sie dazu?

Die gelieferten Ergebnisse bei der einfachen Suche waren für 6 Testpersonen sinnvoll und relevant für die Fragestellung, eine Person machte keine Angaben zu dieser Frage und für einer person waren die Ergebnisse der Suche nicht sinnvoll.

Von den 8 Testpersonen fanden 6 Personen die Ergebnisse der regelbasierten Suche sinnvoll für die Fragestellung, eine Person fand die Ergebnisse nicht sinnvoll für die Fragestellung, und eine Testperson beantwortete nicht die Frage.

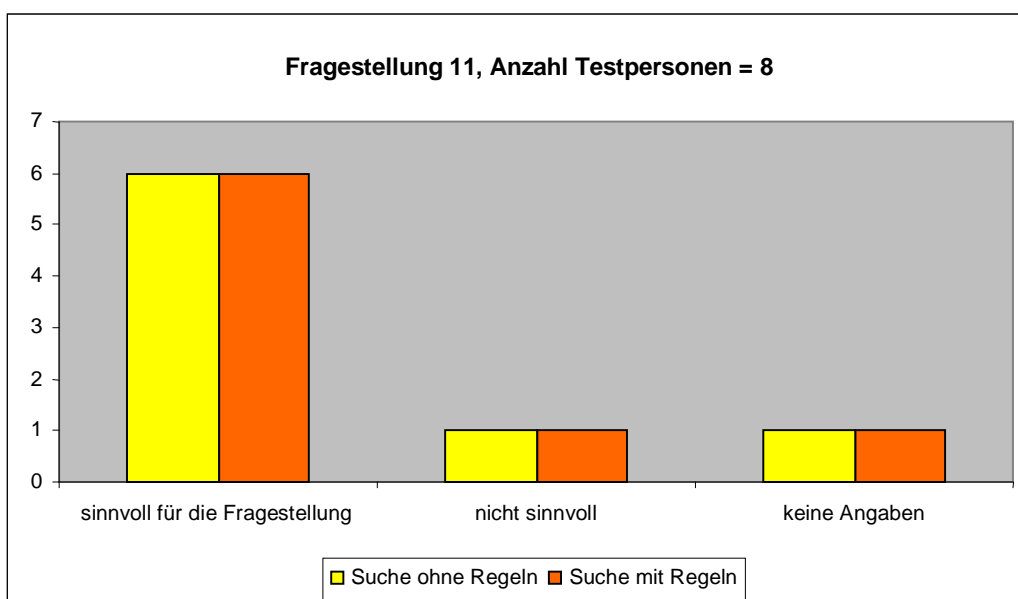


Abbildung 3.16 Fragestellung 11

Bei der zwölften Fragestellung:

Befund: multiple polypoide Tumoren im Magencorpus ohne umgebende Schleimhautreaktion, nicht blutig mit intakter Schleimhaut im Durchmesser ca.2 cm. Frage Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?

Erfreulich war, dass 7 Ärzte die gelieferten Ergebnisse sinnvoll fanden für die Fragestellung. Ein Arzt meinte es wären zu viele Ergebnisse und dadurch könnte man leicht die Übersicht verlieren. Eine Testperson machte keine Angaben zu dieser Fragestellung.

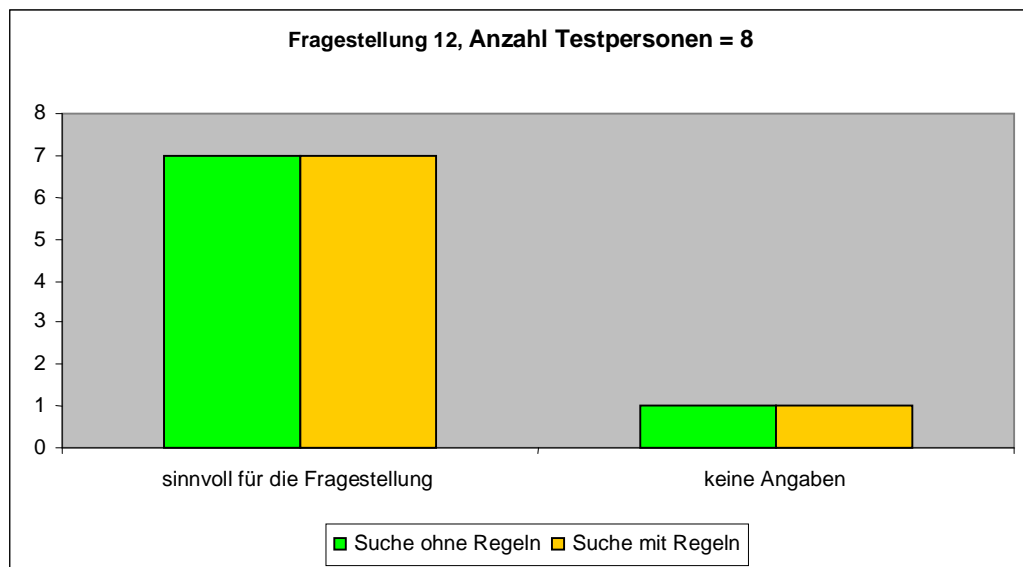


Abbildung 3.17 Fragestellung 12

Bei der dreizehnten Fragestellung:

Befund: Schüsselförmiger Tumor im unteren Ösophagusdrittel mit Randwall und Irregulärem ulzerösen Zentrum. Frage: Frage: Was könnte es sein und welche Therapieansätze haben sie dazu?

Bei der einfachen Suche waren 6 Ärzte der Meinung die gelieferten Ergebnisse würden Ihren Erwartungen entsprechen und wären auch sinnvoll für die Fragestellung, zwei der Ärzte meinten die gelieferten Ergebnisse seien zu wenig, nicht sinnvoll und die erwarteten Differentialdiagnosen wären nicht alle enthalten.

Bei der regelbasierten Suche meinten jedoch alle Ärzte die gefundenen Ergebnisse seien sinnvoll für die Fragestellung, ein Arzt lobte die große Anzahl und gute Übersicht der Differentialdiagnosen, meinte jedoch eine Sortierung wäre sehr wünschenswert.

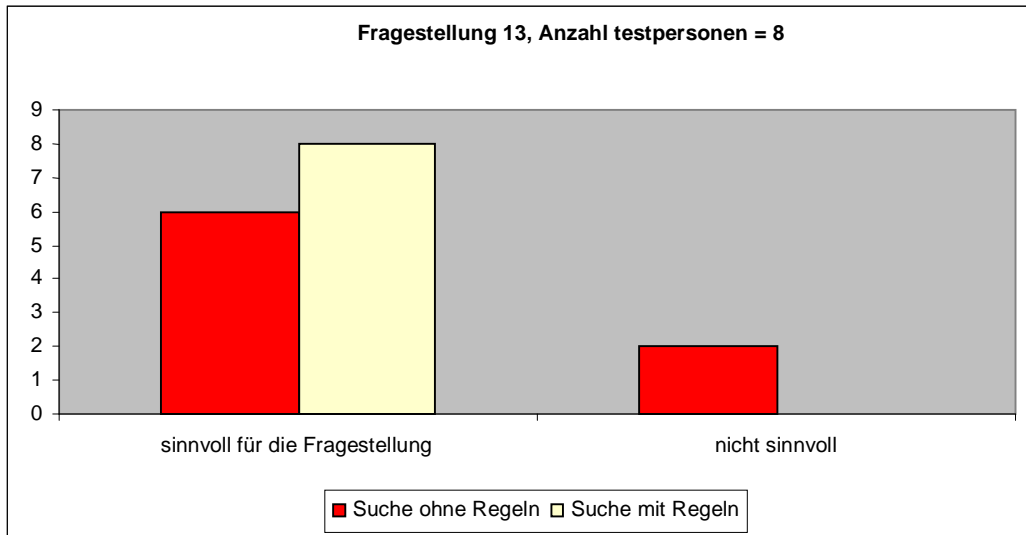


Abbildung 3.18 Fragestellung 13

Bei der vierzehnten Fragestellung:

Befund: Collitis ulcerosa Patient mit Z.n. Colectomie. Endoskopisch zeigt sich eine hochgradige Stenose des Analkanals. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschläge haben sie dazu?

Auch bei dieser Fragestellung waren alle Ergebnisse für die Testpersonen sinnvoll für die Anfrage. Bemängelt wurde jedoch die Tatsache, dass es keinerlei Unterschiede in der Anzahl der gelieferten Ergebnisse zwischen den beiden Suchmodi gab. Allerdings erklärte einer der Testarzte, dass es bei der regelbasierten Suche zu viele gemischte Ergebnisse erzielt worden seien.

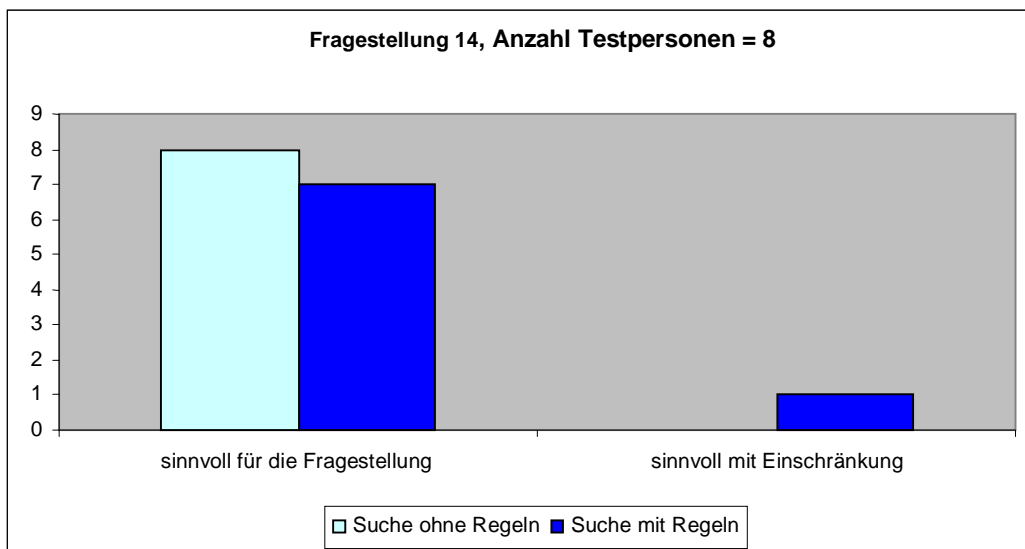


Abbildung 3.19 Fragestellung 13

Bei der fünfzehnten Fragestellung:

Befund: Kontrastmittelaussparung im mittleren bis proximalen Ductus choledocus nicht verschieblich. In der Biopsie kein Anhalt für Tumor. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschläge haben sie dazu?

Relevant waren die gelieferten Ergebnisse, bezuglich der Fragestellung, bei der Regelsuche für 7 der Testpersonen. Eine Testperson fand, dass die Ergebnisse der Regelsuche nicht sinnvoll seien. Bei der einfachen Suche waren jedoch nur 3 Personen der Meinung die Ergebnisse seien sinnvoll für die Fragestellung. Eine Person war der Meinung die Ergebnisse waren nicht sinnvoll für die Fragestellung und bemängelte eine fehlende Filtermöglichkeit nach der Art des Bildes, z.B. Endoskopie, Sonografie, ERCP, Röntgen. Drei Personen machten keine Angaben zu dieser Frage.

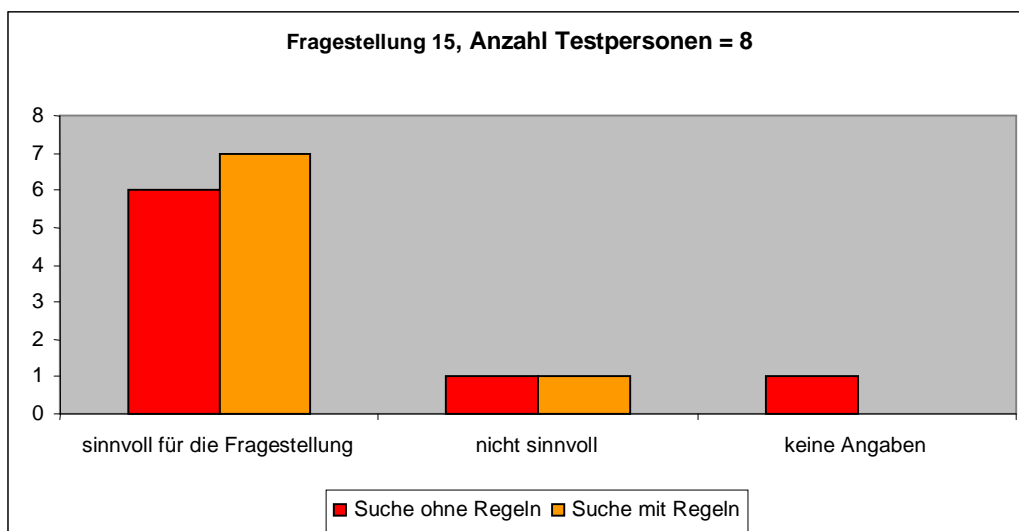


Abbildung 3.20 Fragestellung 15

Bei der sechzehnten Fragestellung:

Befund: Im Jejunum sternförmige, rötliche, hämorrhagische Schleimhautveranderung nicht erhoben. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschläge haben sie dazu?

Relevant waren die Ergebnisse für die Fragestellung für sieben Ärzte nur bei der erweiterten Suche. Für einen Arzt war keine der Suchen verbunden mit Ergebnisse die sinnvoll waren für die Fragestellung.

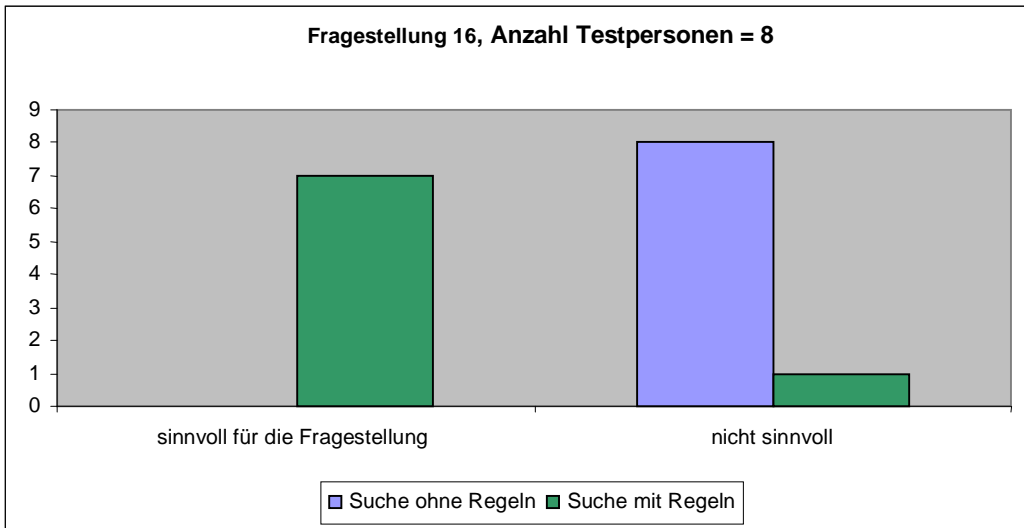


Abbildung 3.21 Fragestellung 16

4 Diskussion

4.1 Diskussion der erzielten Ergebnisse in der Testevaluation

Der Test zeigt, dass unser System durchaus auf sehr positive Resonanz gestoßen ist. Erfreulich ist die Tatsache, dass es nicht nur jüngere Nutzer gibt die bereit sind mit dem System zu arbeiten. Wie die Untersuchung zeigt, war auch eine der Testpersonen über 50 Jahre. Insbesondere diese Testperson lobte den Aufbau des Systems, hatte jedoch auch konkrete Vorschläge zur Verbesserung parat, die ev. in einer Weiterentwicklung zu berücksichtigen wären. Hervorzuheben ist der Wunsch etlicher Testpersonen eine noch feinere Eingrenzung der gelieferten Ergebnisse zu ermöglichen.

Der Test zeigt auch, dass das Angebot eines solchen Combined Clinical Decision Support Systems (C-CDSS) positiv angenommen wurde und Weiterentwicklungsarbeiten auf diesem Gebiet sehr lohnend sind.

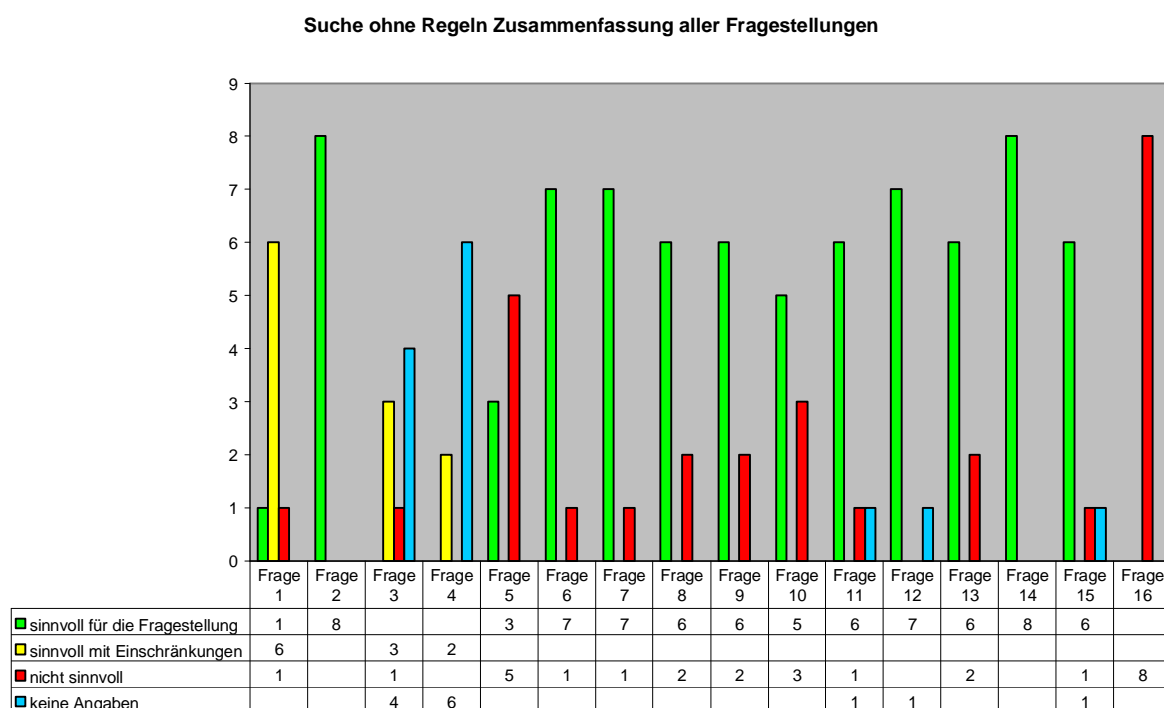


Abbildung 4.1 Suche ohne Regeln Zusammenfassung aller Fragen

Bei den sechzehn Fragestellungen, die von Experten der Gastroenterologie entwickelt wurden, stellte sich jedoch heraus, dass es durchaus Sinn macht die erstellten Regeln unter Umständen noch zu verfeinern oder entsprechend zu modifizieren, im Sinne einer größeren Eingrenzung der Ergebnisse. Für diesen Fall wären die Ergebnisse einer Fragestellung mit Einbußen bei der Anzahl verbunden. Der Vorteil jedoch bestünde darin, dass eine größere Ein-

grenzung stattfindet. Die erzielten Ergebnisse lägen näher an den Vorgaben der Experten. Ob jedoch dann unser System noch den Anforderungen der erweiterten Suche gerecht wird sei dahingestellt. Unser System soll ja dem Arzt eine größere Auswahl anbieten um seine Entscheidung zu unterstützen.

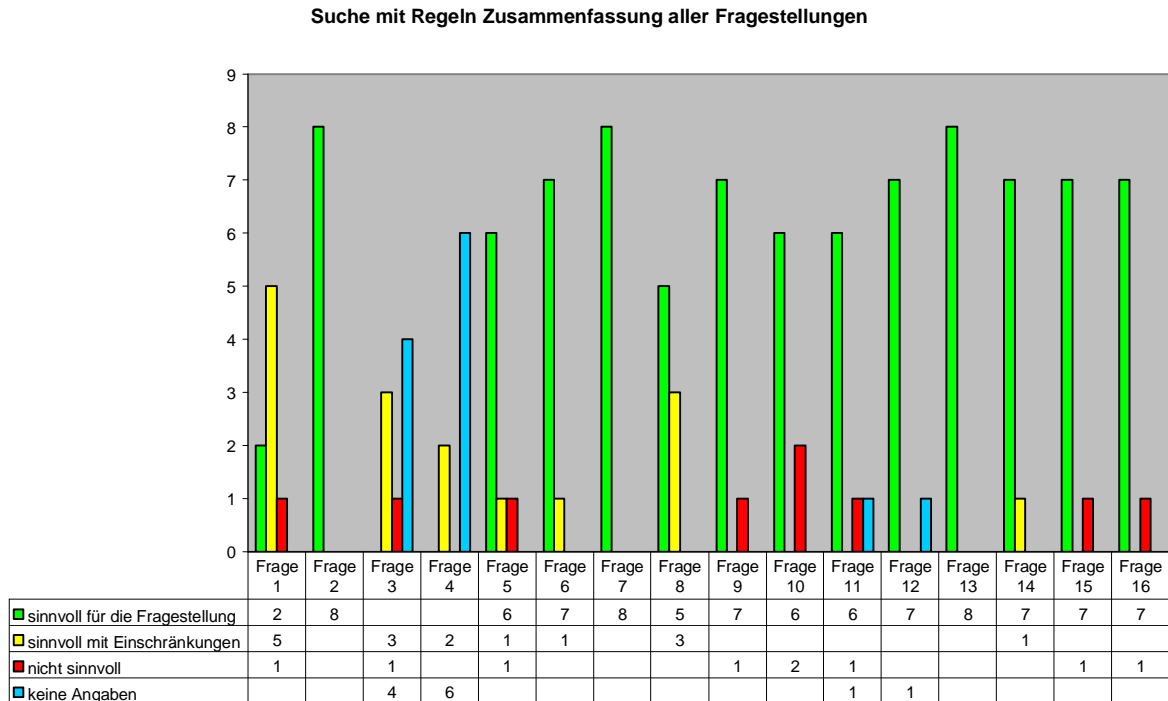


Abbildung 4.2 Suche mit Regeln Zusammenfassung aller Fragen

In der Form in der die Regeln zum jetzigen Zeitpunkt vorliegen, kommt es zu sehr vielen Ergebnissen die eine viel zu große Auswahl beinhalten. Aber wenn wir von 128 Ergebnissen für eine Fragestellung sprechen, wird der Nutzer sehr schnell aufgeben und das System nicht benutzen, denn er wird kaum die Zeit finden um alle Ergebnisse zu prüfen.

Eine Möglichkeit dem entgegenzuwirken, wäre, die Regeln einzugrenzen im Sinne einer hohen Präzision.

Eine andere Möglichkeit die vom System gelieferten Ergebnisse einzugrenzen, ist die korrekte und erweiterte Indexierung der Begriffe aus der Datenbank. Umso besser und spezifischer die Einträge der Datenbank (Bilder, Videos, Lerntexte) indexiert werden, umso spezifischer sind auch die gelieferten Ergebnisse des C-CDSS.

Von unseren Testpersonen häufig bemängelt wurde auch die unstrukturierte Anordnung der gelieferten Ergebnissen in der Bildschirmanzeige. Für diesen Fall sollte in einem weiteren Entwicklungsschritt sowohl eine Prüfung der Bildschirmergonomie erfolgen, als auch eine andere Programmierung der Anzeige. Konkret bedeutet dies, nur die Diagnosen als Ergebnis der Suche sollten angezeigt werden. Die Diagnosen der Ergebnissuche sind in unserem Fall

der „**THEN**“-Teil (Aktivierungsteil) der Regeln. Falls es Einträge in der Datenbank in Form von Bildern, Videos oder Patientenmappen gibt, so sollen diese erst beim Anklicken der jeweilig ausgewählten Diagnose angezeigt werden. In diesem Fall wird vermieden, dass sehr viele Ergebnisse (in unserem Fall Bilder und Videos) angezeigt werden. Der Benutzer kann selbst entscheiden ob er sich alle verschiedenen Ergebnisse durch das Anklicken der Diagnosen anzeigen lässt. Diese Weiterentwicklung würde auch dazu führen, dass die häufig bemängelte hohe Anzahl der gelieferten Ergebnisse (Einträge aus der Datenbank) weiter eingedämmt wird.

Fazit ist demzufolge:

- Das System im Test wird positiv aufgenommen, und zwar nicht nur von den jüngeren Benutzern.
- Die Testpersonen haben gerne mit dem System gearbeitet und haben konstruktive Änderungswünsche eingebracht. Diese sollten unbedingt in einer Weiterentwicklung berücksichtigt werden.
- Eine Weiterentwicklung im Sinne der Verfeinerung der Bildschirmanzeige und Regelgestaltung würden alle Testpersonen begrüßen. Die dynamische Webprogrammierung sollte weiter verfolgt und entsprechend verfeinert werden.

Zwar sind die Autoren des EIS und des C-CDSS ständig bemüht Ergänzungen und Erweiterungen bezüglich der Inhalte vorzunehmen, jedoch gestaltet sich die Aufgabe in schwierig im Sinne der Expertenverpflichtung [vgl. Brandes C., Junker A., Sussmann H., Horsch A.: Telemedizinführer Deutschland, 2005, 222-225].

5 Zusammenfassung

Medizinisches Wissen ist entscheidend für eine optimale Krankenversorgung. Dieses soll in Studium, Facharztausbildung und kontinuierlicher Fortbildung erlernt und aktualisiert werden, um eine Behandlung nach aktuellsten wissenschaftlichen Erkenntnissen zu gewährleisten. In der Realität sieht es jedoch ganz anders aus. Studien zufolge zeigt sich, dass das Wissen von Internisten kontinuierlich abnimmt. Die Facharztprüfung würden nach 15 Jahren nur noch 30% der Ärzte bestehen [vgl. Ramsey et al., JAMA. 1991; S:1103-1107], nach den aktuellen Leitlinien werden nur etwa 40 % aller Patienten versorgt [vgl. Freemantle et al., Br J Gen Pract. 2002; S:290-295] und bei etwa einem Viertel der Patienten wird durch eine nicht indizierte Behandlung Schaden zugefügt [vgl. Schuster et al., Milbank Q. 1998; S:517-563, 509, vgl. Grol R Med Care. 2001; 39 Suppl 2, S:II46-II54].

Das Ziel dieser Arbeit war die Bereitstellung eines Systems welches eine erweiterte „intelligente“ Suche zur Entscheidungsunterstützung in der endoskopischen Gastroenterologie zulässt .

Dazu wurden 4 Suchachsen aufgebaut und Suchregeln zur intelligenten Suche erstellt, und anhand einer Testevaluation Ergebnisse erzielt und ausgewertet.

Der Evaluationsfragebogen wurde an 11 Testpersonen verteilt. 9 der Fragebögen wurden zurückgesandt und davon konnten 8 Fragebögen ausgewertet werden. Bei den 16 Fragestellungen erhielten wir bei der Suche mit Regeln bei 6 Testpersonen die gleichen Ergebnisse wie in der Vorgabe. Bei der Suche ohne Anwendung der Regeln waren die Ergebnisse der Tester auch in 6 Fällen identisch mit den Vorgaben. Insgesamt wurde das System positiv angenommen. Die Testpersonen haben gerne mit dem System gearbeitet und haben konstruktive Änderungswünsche eingebracht. Das System wird durchaus als eine Hilfe für die tägliche Routine angesehen und als Hilfestellung zur Entscheidungsfindung genutzt.

Bemängelt wurde von den Testpersonen die Teils erhebliche Anzahl der Suchergebnisse und die teilweise unstrukturierte Anordnung der gelieferten Ergebnissen in der Bildschirmanzeige. Möglichkeiten die vom System gelieferten Ergebnisse einzugrenzen wäre die Regeln einzugrenzen im Sinne einer hohen Spezifikation und /oder die korrekte und erweiterte Indexierung der Begriffe aus der Datenbank. Einer Weiterentwicklung im Sinne der Verfeinerung der Bildschirmanzeige und Regelgestaltung würden alle Testpersonen sehr positiv gegenüberstehen. Die dynamische Webprogrammierung sollte weiter verfolgt und entsprechend verfeinert werden. Nur so kann das Internetangebot attraktiv gehalten werden. Diese sollten unbedingt in einer Weiterentwicklung berücksichtigt werden.

6 Literaturverzeichnis

Adlassnig KP, Chizzali-Bonfadin C, Kreihsl M, Schulz F, Horak W, Hofmann H. HEPAX-PERT-III: knowledge-based interpretation of serologic tests for hepatitis A, B, C, and D Medinfo, 8 Pt 2, 1995, S1683.

Aikins, J. S., J. C. Kunz, E. H. Shortliffe and R. J. Fallat.: PUFF: An expert system for interpretation of pulmonary function data. *Computers and Biomedical Research*, 16, 1983, S199-208

Althof Klaus-Dieter, Bergmann Ralph, Wess Stefan, Manago Michel, Auriol Eric, Larichev, Bolotov Oleg I., Alexander Zhuravlev Yurii I. and Gurov Serge I.,: Case-based reasoning for medical decision support tasks: The Inreca approach, *Artificial Intelligence in Medicine*, 1998 Vol. 12, Issue 1, S. 25-41

Barnett GO, Cimino JJ, Hupp JA, Hoffer EP. DXplain.: An evolving diagnostic decision-support system. *JAMA*. 1987, Jul 3, 258(1), S67-74

Barth C, Tobman M, Nätscher C, Sußmann H, Horsch A: Fusing a Systematic and a Case-based Repository for Medical Decision Support. Submitted to MIE2003, Saint Malo, May 2003

Barth C. Diplomarbeit: Entwurf und Implementierung eines Entscheidungsunterstützungssystems für die gastroenterologische Endoskopie. Technische Universität München Fakultät für Informatik, Forschungs- und Lehrereinheit Informatik IX, 2003

Berner Eta S.: *Clinical Decision Support Systems, Theory and Practice*. New York, Springer, 1999

Brandes C., Junker A., Sussmann H., Horsch A.: Evaluation eines Internet-Informationssystems für die gastroenterologische Endoskopie In: Jäckel A (Hrsg): *Telemedizinführer Deutschland*, Ober-Mörlen, Ausgabe 2005, 222-225

Buchanan, B., Barstow D., Bechtal R., Bennet J., Clancy W., Kullikowski C., Mitchell T.: Constructing an Expert System, in Hayes-Roth, F., Waterman, D. und Lenat, D. (eds.): *Building Expert systems*, Kap. 5, Addison-Wesley, 1983

Cawsey, A.: *Essence of Artificial Intelligence*, Prentice Hall, 1997

Darmoni SJ., Massari P., Droy JM., Moiro E., Le Roy J.. SETH: An expert system for the management on acute drug poisoning in adults. *Comput. Methods Programs Biomed.* 1993; 43: 171-176

de Clercq PA, Blom JA, Korsten HH, Hasman A.: Approaches for creating computer-interpretable guidelines that facilitate decision support.. *Artif Intell Med.* 2004, 31, S:1-27

Dojat M, Pachet F, Guessoum Z., Touchard D., Harf A., Brochard A.: NéoGanesh: a working system for the automated control of assisted ventilation in ICUs. *Artificial Intelligence in Medicine*, 1997 Volume11, Issue 2, S97-117

Dretske, Fred I.: Conclusive Reasons, in *Australian Journal of Philosophy*, 1971, 49

Edwards G, Compton P, Malor R, Srinivasan A, Lazarus L. PEIRS: A pathologist maintained expert system for the interpretation of chemical pathology reports. *Pathology*, 1993, 25, S27-34

Engle EL.: Attempts to use computers as diagnostic aids in medical decision making: a thirty-year experience. *Perspect Biol Med*, 1992, 35: S207-219

Elstein AS, Friedman CP, Wolf FM., Murphy G., Miller J., Fine P., Heckerling P., Miller T, Sisson J., Barlas S., Biolsi K., Ng M., Mei X., Franz T., Capitano A.:Effects of a decision support system on the diagnostic accuracy of users: a preliminary report. *Jamia* 1996; 3: S422-428

Ernst, R.: Untersuchung verschiedener Problemlösungsmethoden in einem Experten- und Tutorsystem zur makroskopischen Bestimmung krautiger Blütenpflanzen [Analysis of various problem solving methods with an expert and tutoring system for the macroscopic classification of flowers], 1996, Diplomarbeit, Universität Würzburg, Fachbereich Biologie.

Ezquerra N. F., Mullick R., Garcia E. V., Cooke C. D. and Kachouska E.: PERFEX: An Expert System for Interpreting 3D Myocardial Perfusion, *Expert Systems with Applications*, Pergamon Press, 1992

Frank MS, Dreyer KJ.: Beyond the electronic-textbook model: Software techniques to make online educational content dynamic. *J Digit Imaging.* 2001; 14 (1): 108-112

Freemantle N, Nazareth I, Eccles M, Wood J, Haines A.: A randomised controlled trial of the effect of educational outreach by community pharmacists on prescribing in UK general practice. *Br J Gen Pract.* 2002; 52, S:290-295.

- Gamper J., Steimann F.: Medizinische Expertensysteme – eine kritische Betrachtung. APIS-Zeitschrift für Politik, Ethik, Wissenschaft und Kultur im Gesundheitswesen. 1996: S.1-12
- Gettier, Edmund L.: Is Justified True Belief Knowledge?, *Analysis* 1963, 23,: S. 121-3
- Gierl L., Stengel-Rutkowski S.: Integrating Consultation and Semi-automatic Knowledge Acquisition in a Prototype-based Architecture: Experiences with Dysmorphic Syndromes, *Artificial Intelligence in Medicine*, 1994, Vol. 6, S29-49
- Goldmann Alvin I.: A causal theory of knowing, *Journal of Philosophy*, 1967, 64
- Gottlob, Georg; Frühwirt, Thomas; Horn, Werner: *Expertensysteme*; Springer Verlag Wien, 1990.
- Gray, P.: “The SMU decision room project”, *Transactions of the 1st International Conference on Decision Support Systems (Atlanta, Ga.)*, 1981, S122-129
- Green CJ, Fortin P, Maclure M, Macgregor A, Robinson S.: Information system support as a critical success factor for chronic disease management: Necessary but not sufficient. *Int J Med Inform.* 2006 Dec;75(12), S:818-828
- Grol R.: Successes and failures in the implementation of evidence-based guidelines for clinical practice. *Med Care.* 2001; 39 Suppl 2, S:II46-II54.
- Harmon, P. , King, D.: *Expertensysteme in der Praxis: Perspektiven, Werkzeuge, Erfahrungen.* Oldenbourg, 1989, 3. Auflage.
- Heathfield HA., Wyatt J.: Philosophies for the design and development of clinical decision-support systems. *Methods Inf Med*, 1993, 32:S1-8
- Heissel T., Krallmann Hermann, Meyer U., Müller-Wünsch Michael, Schopf C., Woltering Ansgar: A Generic Approach for Computer-Assistance of Complex Decision Processes. *Information Systems* , Volume 19, 1994, 683-697
- Heß Lena-Luisa: Expertensysteme in der Medizin,
http://members.tripod.com/lena_hess/data/skripte/Expertensysteme.pdf

Horn, W.; Popow, C.; Miksch, S.; Kirchner, L.; Seyfang, A.: Development and Evaluation of VIE-PNN, a Knowledge-Based System for Calculating the Parenteral Nutrition of Newborn Infants, in *Artificial Intelligence in Medicine*, 2002, Volume 24, Issue 3, S207-218

Horsch A, Itälä T, Mikola T, Leonhardt P, Tobman M, Nätscher C, Sußmann H: CDA-based Integration of a Teleconsultation Service into a Regional Electronic Patient Record System. *Proceedings of MIE 2003 in Saint-Malo, France, May 4-7, 2003*

Horsch A: ENDOTEL -ein telemedizinischer Dienst. *Management und Krankenhaus* 12/2001, 20. Jahrgang, GIT Verlag, S. 14

Huber, G.P.: "Group decision support systems as aids in the use of structured group management techniques", *Transactions of the 2nd International Conference on Decision Support Systems 1982*, S96-103

Inmon W.H.: *Using Oracle to Build Decision Support Systems.*, QED Press, 1990

Jurisica Igor, Mylopoulos John, Glasgow Janice, Shapiro Heather and Casper Robert F.: *Artificial Intelligence in Medicine*, 1998, Vol 12, Issue 1 S 1-24

Kahn CE Jr.: Validation, clinical trial and evaluation of a radiology expert system. *Methods of Information in Medicine* 1991, Vol. 30, S268-274

Kimball R., Thornthwaite W., Reeves L., Ross M.: *The Data Warehouse Lifecycle Toolkit*, New York, NY: John Wiley and Sons, 1998,

Klemperer David: *Qualität in der Medizin. Der patientenzentrierte Qualitätsbegriff und seine Implikationen*, Dr. med. Mabuse Heft Januar/Februar 1996, S22-27

Kulikowski, C. A. and Weiss, S. M.: "Representation of Expert Knowledge for Consultation: The CASNET and EXPERT Projects." Chapter 2 in Szolovits, P. (Ed.) *Artificial Intelligence in Medicine*. Westview Press, Boulder, Colorado. 1982.

Kuperman GJ, Gardner RM, Pryor TA: *The HELP System*, Springer-Verlag, New York, 1991

Lehmann Thomas: Meyer zu Bexten Erdmuth, Hrsg. *Handbuch der Medizinischen Informatik*, Carl Hanser Verlag München-Wien 2002

Lohr KN, Schroeder SA.: *Strategy for Quality Assurance in Medicare*. *N. Engl J Med* 1990; 322: S 707-712

- Luger GF., Stubblefield WA.: Artificial Intelligence and the Design of Expert Systems. Redwood City, CA: Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1989
- Maiers JE: Fuzzy set theory and medicine: the first twenty years. Proc Annu Symp Comput Appl Med Care 1985: S325-329
- Miller RA.: Evaluating Evaluation of Medical Diagnostic Systems. JAMIA, 3, 1996, S.:429-431
- Miller RA.: Medical diagnostic decision support systems – past, present, and future: a threaded bibliography and commentary. JAMIA 1,1994, S.:8-27
- Miller RA: Why the standard view is standard: people, not machines, understanding patient's problems. J Med Philos1990, 15:581-591
- Miller RA, Pople HE Jr, Myers JD.: Internist-I, an experimental computer-based diagnostic consultant for general internal medicine. N Engl J Med. 1982 Aug 19;307(8):468-76.
- Milne R, Chambers L.: Assesing the Scientific Quality of Review Articles. Journal of Epidemiology and Comunity Health 1993; 47: S.169-170
- Moher, D & Olkin, I: Meta-analysis of randomized controlled trials. A concern for standards. JAMA 1995, 274:1962–1964.
- Nätscher C, Mehammed H, Horsch A, Sussmann H, Allescher HD: Supporting Continued Education in Endoscopy by a Multimedia Internet Information System. 17. Jahrestagung Deutsch-Chinesische Gesellschaft für Medizin, 10.-12.10.2002, Hangzhou
- Ochi-Okorie Sunny A.: Disease diagnosis validation in TROPIX using CBR, Artificial Intelligence in Medicine, 1998, Vol. 12, Issue 1 S. 43-60
- Oehlmann Ruediger: Evaluating a case-based discovery system: a case-study in content-oriented evaluation, Artificial Intelligence in Medicine, 1998, Vol. 12, Issue 1 S. 61-76
- Olkin, I: Meta-analysis: reconciling the results of independent studies. *Stat Med* 1995, 14:457–472.
- Petcu Cornelia: Expertensysteme. JurPC Web-Dok. 21/1998, Abs. 1 - 27
- Pfeffer Sabine: Expertensysteme in der Medizin JurPC Web-Dok. 91/2002, Abs. 1 – 23
- Power, D.J.: A Brief History of Decision Support Systems. DSSResources.COM, World Wide Web, <http://www.dssresources.com/history/dsshistory.html>, version 2.8, May 31, 2003

Puppe, Frank: *Einführung in Expertensysteme*; Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1988.

Ramsey PG, Carline JD, Inui TS, Larson EB, LoGerfo JP, Norcini JJ, Wenrich MD: Changes over time in the knowledge base of practicing internists. *JAMA*.1991; 266:S1103-1107.

Reggia J.A': *Computer-Assisted Medical Decision Making*, Appl. Comp. Med. Schwartz (ed.), IEEE, 1982, 198-213.

Reif Gerald: Diplomarbeit: *Moderne Aspekte der Wissensverarbeitung. Ein interaktiver Lernbehelf für das Web Based Training.*, Technische Universität Graz, Institut für Informationsverarbeitung und Computergestützte neue Medien (IICM), 2000.
<http://www.iicm.edu/thesis/greif> (02.09.2003)

Quine, Willard Van Orman: *Naturalised epistemology*, in „*Ontological relativity and other essays*“, Columbia University Press, New York, 1969

Sackett [William MC Rosenberg, JA Muir Gray, R Brian Haynes, W Scott Richardson](#): *Evidence-Based Medicine: What it is and what it isn't*. *British Medical Journal* 1996 312: S71-72

M. J.Sawar, T. G. Brennan, A. J. Cole and J. Stewart: "An Expert System for PostOperative Care (POEMS)", in *Proceedings of MEDINFO-92*, Geneva, Switzerland, Sept. 1992.

Schnupp, Peter; Leibrandt Ute: *Expertensysteme. Nicht nur für Informatiker*; Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1988.

Scholz Wissensmanagement - Grundlagen / Einführung, 20.12.2001, <http://www.knowledge-managen.de/e-learning-wissensmanagement-beitraege-archiv8-folge.html>

Schuster MA, McGlynn EA, Brook RH.: *How good is the quality of health care in the United States?* *Milbank Q*. 1998; 76, S:517-563, 509.

Seitz A., Uhrmacher A. M. and Damm D.: *Artificial Intelligence in Medicine*, 1999, Vol.15 Issue 3, S.255-273

Shahsavari N, Frostell C, Gill H, Ludwigs U, Matell G and Wigertz O.: *Knowledge Base Design for Decision Support in Respirator Therapy*. *International Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 1989, Vol.6, S223-231

Shortliffe EH.: *The adolescence of AI in medicine: Will the field come of age in the 90s?* *Artif Intell Med*, 1993, 5: S93-106

Shortliffe E. H.: Artificial Intelligence in Management Decisions: ONCOCIN. Reprinted in: Frontiers of Medical Information Sciences (R.L. Kuhn, ed.), pp. 173-185. New York: Praeger Publishers, 1988. KSL-86-39.

Shortliffe E. H.: Computer Programs To Support Clinical Decision Making. Journal of the American Medical Association 258(1):61-67, 1987.

Shortliffe EH.: Computer-Based Medical Consultations: MYCIN. New York, NY: Elsevier Computer Science Library, Artificial Intelligence Series, 1976.

Siegenthaler, Walter: Siegenthalers Differenzialdiagnose - Innere Krankheiten – vom Symptom zur Diagnose, 19. Aufl. Thieme Verlag 2005

Sim I, Gorman P, Greenes RA, Haynes RB, Kaplan B, Lehmann H, Tang PC.: Clinical decision support systems for the practice of evidence-based medicine, J Am Med Inform Assoc. 2001 Nov-Dec;8(6), S:527-534

Stephens CD Mackin N, Sims-Williams JH,: The development and validation of an orthodontic expert system. British Journal of Orthodontics, 1996, 23, S1-9.

Stewart LA, Parmar MKB. : Meta-Analysis of the Literature or of individual Patient Data : Is there a Difference ?, Lancet 1993; 341: S.418-422

Sußmann H, Nätscher C, Tobman M, Horsch A: A Telemedicine Application On The Way to Routine Use. 17. Jahrestagung Deutsch-Chinesische Gesellschaft für Medizin, 10.-12.10.2002, Hangzhou

Sußmann H, Reverey W, Nätscher C, Tobman M, Allescher HD, Horsch A: Der Telekonsultationsdienst des Projektes ENDOTEL auf dem Wege zur Integration in die Medizinische Praxis. in: Telemedizinführer Deutschland - Ausgabe 2003. Ober-Mörlen: Medizin Forum AG, 2002, S. 88-89

Sußmann H, Horsch A, Allescher H-D: ENDOTEL - Zweitmeinung per Internet. Telemedizinführer Deutschland - Ausgabe 2002. Ober-Mörlen: Medizin Forum AG, 2001, S. 80/81

Sußmann H, Allescher H-D, Horsch A: ENDOTEL Ein Konsultations- und Informationssystem für die gastroenterologische Endoskopie. In: Jäckel A (Hrsg): Telemedizinführer Deutschland - Ausgabe 2001, Ober-Mörlen: Medizin Forum AG, 2000, 124-125

Sußmann H, Horsch A, Allescher H-D: Praktische Erfahrungen mit einem mehrstufigen Telemedizinischen Dienst für die Gastroenterologie. In: Steyer G, Engelhorn M, Fabricius W, Löhr K-P, Tolxdorff T (Hrsg.): Tagungsband zur 6. Fortbildungsveranstaltung und Arbeitstagung, Teled 2001 - Telematik im Gesundheitswesen, Berlin, 9.-10.11.2001, BVMI - Berufsverband Medizinischer Informatiker e.V. / LV Berlin/Brandenburg, 2001, S. 121-126

Sußmann H, Horsch A, Allescher H-D: Zweitmeinung per Internet - Das Telemedizinprojekt ENDOTEL. *Biomedical Journal*, Heft 57, April 2001, CMS Biomedical Verlag GmbH, München, S. 12/13

Sußmann H, Hansel D, Rösch T, Allescher HD, Horsch A: Klinische Evaluierung eines computergestützten T-Staging von Ösophagustumoren an ausgewählten Standbildern des Endoskopischen Ultraschalls. In: Evers H, Glombitza G, Lehmann T, Meinzer H-P (Hrsg.): Bildverarbeitung für die Medizin 1999 - Algorithmen, Systeme, Anwendungen. Proceedings des Workshops am 4. und 5. März 1999 in Heidelberg (BVM 99). Springer: Berlin, Heidelberg, New York, 1999, S263-267

Tobman M, Nätscher C, Sußmann H, Horsch A: A New Approach for Integration of Telemedicine Applications into Existing Information Systems in Healthcare. In: Surjan G, Engelbrecht R, McNair P (Eds.): *Health Data in the Information Society*, Proceedings of MIE 2002, 25.-29.08.02, Budapest, IOS Press, Amsterdam et al., 2002, S. 152-155

Tobman M: Concept and Realisation of the Telemedicine Project ENDOTEL. *European Journal of Medical Research*, 7th International Conference on the Medical Aspects of Telemedicine, Integration of Health Telematics into Medical Practice, 22.-25.09.02, Regensburg, 7(Suppl I), 2002, S. 85

Tu SW, Campbell JR, Glasgow J, Nyman MA, McClure R, McClay J, Parker C, Hrabak KM, Berg D, Weida T, Mansfield JG, Musen MA, Abarbanel RM.: The SAGE Guideline Model: Achievements and Overview, *J Am Med Inform Assoc.* 2007 Sep–Oct, S.589–598.

Turoff, M., and S.R. Hiltz: "Computer support for group versus individual decisions", *IEEE Trans. Communications*, COM-30, vol.1, 1982, S82-90

Yearwood John, Wilkinson Ross: Retrieving cases for treatment advice in nursing using text representation and structured text retrieval *Artificial Intelligence in Medicine*, 1997, Vol 9, Issue 1, S 79-99

Warner, H.R., Haug, P., Bouhaddou, O., Lincoln, M., Warner, H. Jr., Sorenson, D., Williamson, J.W., and Fan, C.: Iliad as an expert consultant to teach differential diagnosis. Proceedings of the Symposium on Computer Applications in Medical Care , Washington, D.C., 1988, S371-376

Weiss SM, Kulikowski CA, Amarel S., Safir A.: A model based method for computer-aided medical decision making. *Artif Intell* 1978, 11: S145-172

Winston, Patrick Henry: *Artificial intelligence*; Addison-Wesley Verlag Reading, 1993

Wyatt J.: The evaluation of clinical decision aids: a discussion of methodology used in the ACORN project, *Lecture Notes in Medical Informatics* 1987; 33: 15- 24.

Online-Quellen:

Cochrane-Library: <http://www.cochrane.org/>

Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (Dimdi): <http://www.dimdi.de>

Projekt Endotel des Instituts für Medizinische Statistik und Epidemiologie der Medizinischen Fakultät der Technischen Universität München: <http://www.imse.med.tu-muenchen.de/mi/endotel>

Doktorarbeit Tobman beim Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie der Medizinischen Fakultät der Technischen Universität München: <https://mediatum2.ub.tum.de/doc/602486/602486.pdf>

Java von Sun Microsystems: <http://www.java.sun.com/products/jsp>

Medivista: <http://www.medivista.de/>

Medizinindex Deutschland: <http://www.medizinindex.de/>

PubMed (Meta-Datenbank mit medizinischen Artikeln bezogen auf den gesamten Bereich der Biomedizin der nationalen medizinischen Bibliothek der Vereinigten Staaten - National Library of Medicine, NLM.): <http://www.nlm.nih.gov/>

OMED (World Organisation of Digestive Endoscopy): <http://www.omed.org/minimal.htm>

OpenClinical (Knowledge management technologies for healthcare): <http://www.openclinical.org/>

Promedtheus (Informationssysteme für die medizin): <http://www.promedtheus.de/>

SNOMED (Systematized Nomenclature of Medicine-Clinical Terms):
<http://www.snomed.org/>

Sun Microsystems: <http://www.sun.com>

7 Anhang

7.1 Übersicht medizinische Entscheidungsunterstützungssysteme

Decision Support Systems			
Name	Typ	Jahr der Inbetriebnahme	Status
Apache III	Prognostic scoring system for decision support and quality assurance in intensive care units	APACHE: 1981; APACHE II: 1985; APACHE III: 1991	Kommerzielles System, in Betrieb
ATHENA	DSS für das Management des Bluthochdrucks	2002	Routinebetrieb
CEMS	Entscheidungsunterstützungssystem für die mentale Gesundheit	1993	Routinebetrieb
DXplain	Klinisches Entscheidungsunterstützungssystem	1987	Routinebetrieb
Epileptologists' Assistant	Assistent für Krankenschwestern	1989	außer Betrieb
ERA	Web-basiertes elektronisches Entscheidungsunterstützungs- und Referenzsystem für bösartige Krebserkrankungen	2001	im klinischen Betrieb / Evaluationsstatus
GIDEON	Support für Diagnose und Therapie der Infektionskrankheiten	1994	kommerzielles Produkt
HELP	Wissensbasiertes Informationssystem	1975	Routinebetrieb
HepatoConsult	Diagnosebasiertes System für Leber und Gallenwegserkrankungen	1994	im klinischen Betrieb
Iliad	Klinisches Entscheidungsunterstützungssystem		Routinebetrieb
IPROB	Intelligente Patientenakte für die Gynäkologie	1995	Routinebetrieb
Isabel	Web-basiertes elektronisches Entscheidungsunterstützungssystem	2002	Routinebetrieb
Jeremiah	Planer für die Kieferorthopädischen Behandlungen	1992	
LISA	Entscheidungsunterstützungssystem für die Behandlung der kindlichen ALL	2003	Routinebetrieb
MDDB	Entscheidungsunterstützungssystem für die Diagnose der dysmorphischen Syndrome	1988	
Orthoplanner	Planer für die Kieferorthopädischen Behandlungen	1994	
PAIRS	Diagnosebasiertes Entscheidungsunterstützungssystem für schwierige Fälle	2001	im klinischen Betrieb
QMR	Diagnosebasiertes Entscheidungsunterstützungssystem für die Innere Medizin	1972	außer Betrieb
RaPiD	System für die Zahnheilkunde	1994	
RetroGram	Entscheidungsunterstützungssystem für die Arzneimitteltherapie von HIV-Patienten	1999	Routinebetrieb
Therapy Edge	Web-basiertes elektronisches Entscheidungsunterstützungssystem für die Therapie von HIV-positiven Patienten	2001	Routinebetrieb
PAIRS	Diagnosebasiertes Entscheidungsunterstützungssystem für schwierige Fälle	2001,5	im klinischen Betrieb
TxDENT	System für die Zahnheilkunde	1997	

7.2 Evaluationsfragebogen

Fragebogen zur Evaluation eines Combined Clinical Decision Support System (C-CDSS) für die gastroenterologische endoskopische Diagnostik

Teil I

In den letzten Jahren gab es mit dem Vormarsch des Computer und des Internets eine regelrechte Entwicklungsflut von Expertensystemen die Ärzten eine Erleichterung der Arbeit durch Unterstützung in der Diagnosefindung, in der Therapieentscheidung oder zum Lernen bringen sollten. Leider war die Akzeptanz der Systeme in der Ärzteschaft nicht besonders hoch. Heutzutage, durch den vermehrten wirtschaftlichen Druck auch in der Medizin, werden diese Systeme überarbeitet und sollen eine entscheidende Rolle in der Qualitätssicherung und der Erhaltung der hohen medizinischen Standards dienen.

1. Finden Sie solche Systeme sinnvoll?

ja nein

2. Würden Sie solch ein System in Ihrem Krankenhaus / Praxis einsetzen?

ja nein

Wenn ja
Warum?

Wenn nein
Warum?

Allgemeine Fragen zu Ihrer Person.

Alle Angaben werden anonym ausgewertet und nur zum Zwecke der Evaluation für diese Doktorarbeit verwendet.

1. Angaben zum beruflichen Status

Arzt

Student

2. Wenn Sie Arzt sind, sind Sie

Facharzt?

Arzt im Praktikum / in Weiterbildung?

3. Wenn Sie Facharzt sind, sind Sie

Facharzt für Innere Medizin?

andere?

4. Sind Sie im Bereich der gastroenterologischen Endoskopie tätig?

ja

nein

5. Wo arbeiten Sie?

Krankenhaus / Klinik

Praxis

anderer Arbeitsort

6. Angaben zum Alter

zwischen 20 und 35 Jahren

zwischen 36 und 50 Jahren

über 50 Jahre

7. Angaben zum Geschlecht

weiblich

männlich

Teil II

Musterfragestellungen aus der klinischen Praxis.

Im nachfolgenden die 16 Fragestellungen:

1. Befund: Raumforderung im mittleren Ösophagus mit weißlicher Oberfläche und ca. 8 mm im Durchmesser. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschlüsse haben sie dazu?
2. Befund: Patient mit weißlich rötlichen Streifen im distalen Ösophagus ohne Refluxbeschwerden. In der Biopsie zeigt sich eine Entzündung. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschlüsse haben sie dazu?
3. Befund: Submuköse Raumforderung im Magen nicht pulsierend und Schleimhautverschieblich. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschlüsse haben sie dazu?
4. Befund: Ulcus an der Angulusfalte, tief eingestanz mit Schleimhautschwellung und Magenausgangsstenose. Frage weiteres Procedere, Dignität?
5. Befund: Weißlich granulierte Schleimhaut im Duodenum mit Aufhebung des Faltenreliefs. Patient mit Oberbauchbeschwerden und Blähungen. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschlüsse haben sie dazu?
6. Befund: Prominente Papille, in der Biopsie zeigt sich kein Adenom, jedoch aus der Papillenöffnung ergießt sich zäh-visköses Sekret. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschlüsse haben sie dazu?
7. Befund: im gesamten Colon dunkle bräunliche Schleimhaut mit multiplen weißlich erhabenen Läsionen. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschlüsse haben sie dazu?
8. Befund: große gelbliche submuköse Raumforderung von weicher Konsistenz im Colon ascendens mit erhaltenem regelrechtem Schleimhautüberzug. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschlüsse haben sie dazu?
9. Befund: exulcerierter Polyp flächig wachsend über die halbe Zirkumferenz im Coecum. In der Biopsie zeigt sich ein Adenom mit Dysplasie. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschlüsse haben sie dazu?
10. Befund: polypöser Tumor am Coecum-Pol mit rötlicher kontaktvulnerabler Schleimhaut, gut abgrenzbar von Appendixabgang ausgehend. In der Biopsie Entzündungszeichen. Frage: Was könnte es sein und welche Therapievorschlüsse haben sie dazu?

11. Befund: multiple Schleimhautoberflächen im terminalen Ileum, keine Kontaktvulnerabilität, keine Ulzeration, keine Erosion. In der Biopsie lymphofollikuläre Hyperplasie. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieempfehlungen haben sie dazu?
12. Befund: multiple polypoide Tumoren im Magencorpus ohne umgebende Schleimhautreaktion, nicht blutig mit intakter Schleimhaut im Durchmesser ca.2 cm. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieempfehlungen haben sie dazu?
13. Befund: Schüsselförmiger Tumor im unteren Ösophagusdrittel mit Randwall und Irregulärem ulzerösen Zentrum. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieempfehlungen haben sie dazu?
14. Befund: Collitis ulcerosa Patient mit Z.n. Colectomie. Endoskopisch zeigt sich eine hochgradige Stenose des Analkanals. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieempfehlungen haben sie dazu?
15. Befund: Kontrastmittelaussparung im mittleren bis proximalen Ductus choledocus nicht verschieblich. In der Biopsie kein Anhalt für Tumor. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieempfehlungen haben sie dazu?
16. Befund: Im Jejunum sternförmige, rötliche, hämorrhagische Schleimhautveränderung nicht erhaben. Frage: Was könnte es sein und welche Therapieempfehlungen haben sie dazu?

Bei jeder der 16 Fragen gab es die Möglichkeit die Anzahl der Ergebnisse der Suche mit und ohne Regeln einzutragen und über die Sinnhaftigkeit zu diskutieren, oder eigene Vorschläge einzubringen. (s. U.)

Anzahl der Ergebnisse bei der Suche ohne Regeln:

Waren die gelieferten Ergebnisse sinnvoll für Ihre Anfrage?

ja nein

Warum meinen Sie waren die Suchergebnisse für Ihre Anfrage sinnvoll?

Anzahl der Ergebnisse bei der Suche mit Regeln:

Waren die gelieferten Ergebnisse sinnvoll für Ihre Anfrage?

ja nein

Warum meinen Sie waren die Suchergebnisse für Ihre Anfrage sinnvoll?

Danksagung

Mein erster Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. Alexander Horsch dessen Ideen, Führungsstil und Persönlichkeit entscheidend für die Entstehung dieser Arbeit waren.

Für das angenehme Arbeitsklima während meiner Zeit im IMSE möchte ich mich bei Helmut Sussmann und Dr. Catharina Nätscher ganz besonders bedanken.

Persönlich danken möchte ich meiner ganzen Familie, insbesondere meinem Mann Christian, die diese Arbeit durch ständiges Nachfragen beschleunigt haben und mir immer unterstützend und verständnisvoll zur Seite standen.