

Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie der Technischen  
Universität München

Abteilung Medizinischer Informatik

Klinikum rechts der Isar

Abteilungsleiter: Priv.-Doz. Dr. A. Horsch

**Integration einer Komponente für computergestütztes  
Ösophagustumorstaging in einen mehrstufigen telemedizinischen Decision  
Support Service im Bereich der gastroenterologischen Endoskopie**

Matvey Tobman

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

Doktors der Medizin

genehmigter Dissertation.

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

Prüfer der Dissertation:

1. Priv.- Doz. Dr. A. Horsch
2. Univ.- Prof. Dr. Dr. h.c. J.R. Sievert

Die Dissertation wurde am 28.04.04 bei der Technischen Universität München  
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 16.06.2004 angenommen

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Problemstellung und Aufbau der Arbeit</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Schrifttum</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>Die Bedeutung der Endoskopie und Endosonographie in der Diagnostik von Ösophaguskarzinomen</b>	<b>8</b>
3.1.1	Allgemeine Aspekte des Ösophaguskarzinom	8
3.1.2	Bedeutung der Endoskopie und Endosonographie für präoperatives Staging von Ösophagokarzinom	9
3.1.3	Grundlagen von Ösophagustumorstaging mit EUS	10
3.1.4	Anforderungen an die ärztliche Kompetenz für die Durchführung von EUS Untersuchung und darausresultierende Konsequenzen	13
<b>3.2</b>	<b>Telemedizin</b>	<b>14</b>
3.2.1	Definition und Aufgaben der Telemedizin	14
3.2.2	Einsatzmöglichkeiten der Telemedizin	15
3.2.3	Die Telemedizin als Plattform für die Entscheidungsunterstützung	15
3.2.4	Der Informations- und Telekonsultationsdienst ENDOTEL als umfassender Decision Support Service für die gastroenterologische Endoskopie	16
<b>3.3</b>	<b>Clinical Decision Support Systems und Computer Aided Diagnosis</b>	<b>17</b>
3.3.1	Entwicklung der “Clinical Decision Support Systems”	17
3.3.2	Computer Aided Diagnosis	20
3.3.3	Einsatzmöglichkeiten der CAD	21
3.3.4	Die Anwendung OTEUS für das computerunterstützte T-Staging von Ösophaguskarzinomen	22
3.3.4.1	Bildverbesserung und Bildverarbeitung in der OTEUS Anwendung	22
3.3.4.2	Läsionenerkennung	23
3.3.4.3	diagnostische Unterstützung	23
<b>3.4</b>	<b>Systemintegration im Gesundheitswesen</b>	<b>25</b>
3.4.1	Allgemeine Integrationsaspekte in der Medizin	25
3.4.2	Integration der CAD in eine Telekonsultationsanwendung	26

<b>4</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>Prototype</b>	<b>28</b>
<b>4.2</b>	<b>Unified Modelling Language (UML)</b>	<b>28</b>
4.2.1	UML und Prozess der Softwareentwicklung	28
4.2.2	Objektorientierte Analyse	30
4.2.3	Objektorientiertes Design	31
<b>4.3</b>	<b>Entwicklungsumgebung</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>33</b>
<b>5.1</b>	<b>Analyse</b>	<b>33</b>
5.1.1	Systemidee und Zielsetzung	33
5.1.2	Anforderungsbeitragende	33
5.1.3	Geschäftsprozesse	35
5.1.3.1	Diagnostik	36
5.1.3.2	Telekonsultation	37
5.1.3.3	Datenerfassung für die Krankengeschichte	40
5.1.3.4	Statistische Auswertungen	42
5.1.4	Interessen der Anforderungsbeitragenden	44
5.1.5	Geschäftsanwendungsfälle	44
5.1.6	Essentielle Beschreibung der Anwendungsfälle	46
5.1.7	Systemanwendungsfälle	47
5.1.8	Anforderungen an das zu entwickelnde System	52
5.1.9	Geschäftsklassen	53
5.1.10	Fachliches Glossar	54
5.1.11	Anwendungsfall-Ablaufmodell	55
5.1.12	Systemschnittstelle beschreiben	57
5.1.13	Exploratives Schnittstellen-Prototyp	59
<b>5.2</b>	<b>Design</b>	<b>65</b>
5.2.1	Anwendungsarchitektur	65
5.2.2	Arbeitspakete für die Entwickler von OTEUS	67
<b>6</b>	<b>Diskussion</b>	<b>68</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>70</b>
<b>8</b>	<b>Summary</b>	<b>71</b>

<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>72</b>
<b>9.1</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>72</b>
<b>9.2</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>74</b>
<b>9.3</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>76</b>
<b>9.4</b>	<b>Fragebogen für die Identifikation der Anforderungen</b>	<b>77</b>
<b>9.5</b>	<b>Stadieneinteilung des Ösophaguskarzinoms</b>	<b>78</b>
<b>9.6</b>	<b>Tabellarische Beschreibung der Geschäftsanwendungsfälle</b>	<b>78</b>
<b>9.7</b>	<b>Tabellarische Beschreibung der essenziellen Anwendungsfälle</b>	<b>81</b>
<b>9.8</b>	<b>Tabellarische Beschreibung der Systemanwendungsfälle</b>	<b>83</b>
<b>9.9</b>	<b>Fachglossar</b>	<b>90</b>
<b>9.10</b>	<b>Systemanwendungsfallablaufmodelle</b>	<b>93</b>
<b>9.11</b>	<b>Detaillierte Schnittstellenbeschreibung</b>	<b>99</b>
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>108</b>
<b>11</b>	<b>Lebenslauf</b>	<b>115</b>
<b>12</b>	<b>Danksagung</b>	<b>118</b>

“The vision of integrating information – from a variety of sources, into the way people work, to improve decisions and process – is one of the cornerstones of biomedical informatics” [91]

## 1. Einleitung

Innerhalb der letzten 25 Jahre hat die Endoskopie in der Gastroenterologie andere Untersuchungsmethoden, wie radiologische Untersuchungen des Magens und des Kolons, aus dem ärztlichen Alltag verdrängt. Primäre konventionelle Röntgenuntersuchungen dieser Organe sind heute noch ein Generations- und gelegentlich ein Amortisationsproblem bei vorhandenen Röntgeneinrichtungen. Die therapeutische Endoskopie wird heutzutage auch in kleinen Krankenhäusern und sogar ambulant durchgeführt [75]. Eine so weite Verbreitung dieser komplexen Methoden in den nicht auf die Endoskopie spezialisierten medizinischen Einrichtungen bedarf umfangreicher Unterstützung von Experten aus diesem Fachgebiet. Der Hauptgrund dafür ist, dass die endoskopische Untersuchungs- und Behandlungsmethoden eine spezielle Schulung und eine langjährige Erfahrung in diesem Gebiet voraussetzen.

Die Entwicklung der Videoendoskopie hat besonders gute Voraussetzungen für den EDV-Einsatz in diesem Bereich geschaffen. Kommerziell verfügbare EDV-Endoskopiesysteme bieten verschiedene Möglichkeiten, wie die Administration von Stamm- und Untersuchungsdaten, Befunderstellung und Archivierung, elektronische Dokumentierung und Dokumentenverwaltung. Das schafft Voraussetzungen für die Anwendung verschiedener bild- und videoverarbeitender Methoden auf diese Daten [2]. Diese können entweder für die Qualitätsverbesserung oder für das Gewinnen zusätzlicher, klinisch relevanter Daten aus den Medien dienen (Computer Aided Diagnosis, CAD). Andererseits, können diese Daten in elektronischer Form über Netzwerke ausgetauscht werden, was besonders dann von Bedeutung ist, wenn der Arzt eine konsiliarische Unterstützung benötigt (Telekonsultation).

Die beiden Themen (Telekonsultation und CAD) werden in der medizinischen Informatik behandelt. Zurzeit existieren bereits mehrere telemedizinische Anwendungen für die Radiologie, Dermatologie, Kardiologie und andere Gebiete der Medizin [59][60]. Einige dieser Projekte befinden sich in der Entwicklungsphase, andere sind bereits im kommerziellen Einsatz (z.B. Teleradiologiesystem CHILI<sup>®</sup> [36][35], Dermatologischer Arbeitsplatz DermoGenius<sup>®</sup> [49]). Die Methoden der CAD umfassen praktisch alle bildgebenden diagnostischen Verfahren in der Medizin (Radiographie, Computer Tomographie, Magnetresonanctomographie, Ultraschall) und ihre Bedeutung wächst genauso schnell wie die der jeweiligen Anwendungsgebiete [31]. CAD-Anwendungen stellen ein zusätzliches Instrument für die Diagnostik dar. Einerseits entlasten sie den Arzt bei sich wiederholenden Untersuchungen als “second reader” (z.B. bei Brustkrebsscreening), andererseits helfen sie in komplizierten klinischen Fällen die richtige Entscheidung zu treffen (z.B. bei der Unterscheidung von benignen und malignen Hautläsionen)[30][40][49]

Telekonsultationsanwendungen und CAD-Systeme stellen verschiedene Typen von sog. *Clinical Software Systems* dar, die zur Unterstützung allgemeiner Aufgaben, wie etwa die Qualitätsteigerung der Patientenbehandlung, Kostensenkung, Fortbildung und Unterstützung des Arztes in komplizierten diagnostischen und therapeutischen Situationen, eingesetzt werden. Es wurde jedoch bis heute zu wenig unternommen, um diese beide Anwendungstypen miteinander zu kombinieren. Vor allem die fehlende oder unzureichende Integration in EDV-Gesamtlösungen behindert eine Verbreitung dieser Systeme und im täglichen Routineinsatz [30][68][53].

## 2. Problemstellung und Aufbau der Arbeit

Diese Doktorarbeit identifiziert und beschreibt die möglichen Einsatzbereiche für CAD in der gastroenterologischen Endoskopie. Da hierbei als Prototyp ein Programm für das halbautomatische Ösophagustumorstaging Verwendung findet, wird die fachspezifische Analyse auf dem Beispiel der gastroenterologischen Endoskopie und Ösophagustumordiagnostik durchgeführt. Das Ergebnis dieser Arbeit ist jedoch auch auf andere medizinische Gebiete übertragbar. Die fachliche Analyse dient als Grundlage für die Entwicklung eines universellen Konzepts für die Integration von CAD-Anwendungen in multimediale Telekonsultationsanwendungen. Dieses Konzept soll einen spezifischen Beitrag zur Lösung von Integrationsproblemen in der von Informations- und Kommunikationstechnik unterstützten modernen Medizin leisten. Es wird erwartet, dass die Integration der CAD in einen Telekonsultationsservice zu einer schnelleren Verbreitung dieser Anwendungen und zur umfassenderen Entscheidungsunterstützung für die Ärzte führen wird. Analyse und Design der zu implementierenden Anwendung sollen mit modernen Methoden der Informatik durchgeführt werden, so dass das Konzept problemlos und unmittelbar programmtechnisch umgesetzt werden kann. Dabei sind die wichtigsten Bestandteile eine optimierte Anwendungsarchitektur für ein in die Telekonsultation integriertes CAD-Modul und eine funktionelle Schnittstellenbeschreibung. Für die Integration muss auch das bestehende Konzept des zugrunde liegenden Projekts ENDOTEL [5][100][101][105] im Hinblick auf die Ausweitung zu einem umfassenden Decision Support System überarbeitet werden. Als Integrationsobjekt wurde ein CAD-Modul für das halbautomatische T-Staging von Ösophagustumoren OTEUS ausgewählt [57].

Der ENDOTEL Store&Forward Telekonsultationsdienst (EST) ist ein Teil des integrierten Decision Support Service Systems ENDOTEL. Die Integration in den ENDOTEL Service basiert auf dem XML-Standard und gehört damit der dritten Generation der Integrationsprojekte an (siehe Kapitel 3.4). Das Integrationskonzept von ENDOTEL sieht für das EST zwei Dokumentenmengen vor. Intern werden CDA-konforme XML-Dokumente verwaltet. Die Erstellung dieser Dokumente kann entweder per manuelle Dateneingabe oder per Datenübernahme aus einem vorhandenen System (KIS, POS) erfolgen. Die internen Dokumente werden fallbezogen in einer Fallmappe abgelegt. Die Fallmappe ist ebenfalls ein CDA-konformes XML-Dokument. Die internen XML-Dokumente können im Vergleich zu den CDA-Dokumenten beliebig oft geändert werden. So kann ein Arzt eine Videoaufnahme bei Bedarf durch eine andere ersetzen, einen Kommentar zum Dokument hinzufügen usw. Dagegen ist ein CDA-Dokument nicht mehr änderbar. Der Arzt kann zwar ein CDA-Dokument ansehen, weiterleiten, in einem anderen Dokument referenzieren und sogar Bestandteile des Dokuments in ein neues Dokument übernehmen, darf aber keine Inhalte löschen oder hinzufügen. Sobald ein internes Dokument das System verlassen soll, wird es in ein CDA-Dokument umgewandelt und in der entsprechenden Fallmappe abgelegt. Das bis zu diesem Zeitpunkt existierende, interne XML-Dokument wird von diesem CDA-Dokument abgelöst. Dieser Ablauf entspricht der üblichen Dokumentenverwaltung in der Medizin [105].

Im Rahmen der Doktorarbeit wird ENDOTEL um ein generisches Integrationskonzept für CAD-Anwendungen in den Telekonsultationsdienst EST erweitert. Das EST ist ein eigenständiges Informationssystem, das offene Schnittstellen zu anderen Systemen bietet. Multimediale Inhalte (Videos, Bilder) werden im EST nicht nur erzeugt und gespeichert, sondern auch aus anderen Systemen (KIS, PACS) übernommen. Dies bietet eine Reihe von Einsatzmöglichkeiten für CAD-Anwendungen. Die Hauptanforderung an das zu entwickelnde Konzept besteht daher in der universellen Einsetzbarkeit für nahezu beliebige neue CAD-Module. Zu diesem Zweck wird eine einheitliche Schnittstellenarchitektur konzipiert und realisiert.

Weitere Anforderungen sind:

*Nahtlose Integration des CAD-Vorgangs in den Workflow der Telekonsultation mit dem EST.* Dabei sind der Zeitdruck beim praktizierenden Arzt und die richtige Positionierung des Decision Supports innerhalb des Entscheidungsprozesses des Arztes zwei besonders kritische Aspekte. Einzelne „Stand-alone“-Anwendungen, die eine umfangreiche Dateneingabe benötigen, sind zeitaufwendig und werden daher in der Praxis kaum verwendet [23]. Darum müssen alle neuen Funktionen an die übliche Telekonsultationsablauf angepasst werden, so dass der Arzt keine zusätzliche Belastung tragen und mit keinem grosseren Zeitaufwand rechnen muss. Mit diesem Aspekt ist auch die richtige Positionierung des Decision Support innerhalb des Workflow verbunden.

*Adäquater Kontext für den Einsatz des CAD-Moduls.* Dem richtigen Zeitpunkt für einen Decision Support kommt eine grosse Bedeutung zu. So muss zum Beispiel die Entscheidungsunterstützung mit dem OTEUS nur dann angeboten werden, wenn die Diagnose Ösophaguskarzinom klinisch schon gestellt ist, das T-Stadium des Tumor jedoch noch unklar ist. Beim Aufruf von OTEUS wird also vorausgesetzt, dass der Patient ein Ösophaguskarzinom hat, er wurde einer EUS-Untersuchung unterzogen und der Arzt hat aus dem EUS-Video passende Standbilder ausgeschnitten und gespeichert. Wenn einer dieser Schritte fehlt, ist die Anwendung von OTEUS nicht mehr sinnvoll möglich.

*Ergonomische Benutzeroberfläche.* Sie ist ein wesentlicher Bestandteil des Integrationskonzeptes, da der Arzt ausschließlich mit diesem Teil des Programms interagiert. Eine intuitiv verständliche Programmbedienung erfordert eine minimale Einarbeitungszeit und trägt zur Verbreitung des Programms in Klinik und Praxis bei. Die Benutzeroberfläche von OTEUS muss den Kriterien von EST-Komponenten entsprechen und leichte Programmbedienung mit einer ausreichenden Hilfefunktionalität bieten.

*Schaffen der Voraussetzungen für die CAD-Evaluierung und für wissenschaftliche Studien.* Um die spätere Evaluierung des Moduls zu ermöglichen, muss das Konzept eine zentrale Datensammlung und Datenarchivierung vorsehen. Dies ist erforderlich, weil die CAD-Module gleichzeitig und voneinander unabhängig auf verschiedenen EST-Clients laufen werden. Ohne zentrale Archivierung können viele wertvolle Daten für Studien verloren gehen. Manuelle Datenübertragung und Datensammlung ist zur Erfüllung dieser Anforderung nicht geeignet, da die Anzahl und die Entfernung der Teilnehmer sehr groß sein kann. Unter diesen Umständen müssen diese Prozesse automatisiert werden. Eine automatisierte oder halbautomatisierte Datenverwaltung muss dabei auf der in der EST-Anwendung verwendeten Multi-Tier Architektur aufbauen.

Die oben genannten Anforderungen wurden im Rahmen einer Anforderungsanalyse mit Einbeziehung einer umfassenden Literaturrecherche und der projektinternen Diskussionen identifiziert. Die Methoden der Analyse werden im Kapitel 3.2.2, die Ergebnisse im Kapitel 4.1 ausführlich beschrieben.

## 3 Schrifttum

### 3.1 Die Bedeutung der Endoskopie und Endosonographie in der Diagnostik von Ösophaguskarzinomen

#### 3.1.1 Allgemeine Aspekte des Ösophaguskarzinom

Unter dem Begriff „Ösophaguskarzinom“ versteht man alle Typen von epithelialen malignen Neubildungen im Bereich der Speiseröhre. Das Ösophaguskarzinom tritt in Europa mit einer Inzidenz von etwa 4 Fällen / 100.000 Einwohner und Jahr auf. Hierbei bestehen große geographische Unterschiede. Am häufigsten kommt diese Erkrankung in China, im Iran und in Südafrika vor. Männer sind vier mal öfter betroffen als Frauen, der Altersgipfel liegt um das 65 Lebensjahr. Die bekannten Risikofaktoren sind Alkohol- und Nikotinabusus, Vitamin und Eisenmangel (Plummer-Vinson-Syndrom), Achalasie, Verzehr nitrosaminhaltiger Speisen, Keratosis palmaris et plantaris und das Barrett-Syndrom [80][19].

Das Ösophaguskarzinom hat trotz der Fortschritte in der Chirurgie und dem Einsatz multimodaler Therapiekonzepte eine schlechte Prognose (die globale 5-Jahres-Überlebensrate liegt zwischen 5 und 11% [12]). Der Grund dafür ist eine frühe regionale lymphatische und häufige hämatogene Metastasierung. Aufgrund der in der Speiseröhrenwand längs verlaufenden Lymphgefäße kommt es bevorzugt zur Ausbreitung des Tumors in Längsrichtung, sowie zur Ausbildung lymphogener Schleimhautmetastasen (skip lesions), die sich oft in beträchtlichem Abstand vom Primärtumor befinden können. Wegen des fehlenden Serosaüberzuges im Bereich des zervikalen und intrathorakalen Ösophagus infiltrieren Tumoren früh das perioesophageale Gewebe und benachbarte Strukturen (Gefäße und Bronchien). Deswegen bestehen bei mehr als der Hälfte der Fälle zum Zeitpunkt der Operation Lymphknotenmetastasen, wobei häufig auch tumorferne Lymphknotenstationen befallen sind. Lymphknotenmetastasen sind bei Adenokarzinomen häufiger. Die häufigsten Ziele für die hämatogene Metastasierung sind: Lunge zu 21%, Knochen zu 8%, Niere zu 7%, Netz zu 5%, Nebenniere zu 4% [21]. Das klassische Symptom, die Dysphagie, kann man erst bei Obstruktion von zwei Dritteln des Ösophaguslumens feststellen. Retrospektive Aufarbeitungen chirurgischer und strahlentherapeutischer Studien ergaben für resektable lokalisierte Tumoren eine Fünfjahresüberlebensrate von 10 bis 30%, für fortgeschrittene, meist nur bestrahlte Patienten 4 bis 6%. Trotz der Anwendung der neusten diagnostischen Verfahren (CT, MR und Endosonographie), wird die Tumorausdehnung und lokoregionäre Infiltration häufig unterschätzt. Der Grund dafür liegt an oben genannten anatomischen Ausbreitungswegen.

Die Entscheidung zur Operation fällt nach Abwägen der OP- bzw. Narkoserisiken während des geplanten Eingriffs, und hängt von der Wahrscheinlichkeit einer R0-Resektion (komplette makro- und mikroskopische Tumorentfernung) ab. Nur die R0-Resektion mit radikaler Tumorentfernung und regionärer Lymphadenektomie ist als kurativer Ansatz zu bewerten. Aber aufgrund der Tumorlokalisierung, der Tumorausdehnung und individueller Patientenmerkmale sind nur etwa 50 bis 60% aller Ösophaguskarzinome prognostisch sinnvoll operabel [90][19]. Für die Verbesserung der Operationsergebnisse wird zur Zeit in einigen Studien eine präoperative, kombinierte und simultane Radiochemotherapie vor kurativer Tumorsektion und Lymphadenektomie getestet. Dies gilt speziell für Patienten mit Plattenepithelkarzinomen im Bereich des zervikalen Ösophagus, oberhalb sowie im Bereich der Bifurkation der Trachea. Die Ergebnisse stehen noch aus [19].



Bei nicht R0-resektablen Ösophaguskarzinomen oder funktionell inoperablen Patienten ist die Strahlenbehandlung die Therapiemodalität der ersten Wahl. Die Strahlentherapie kann perkutan und/oder als intraluminale Brachytherapie durchgeführt werden. Im Rahmen kurativer Therapieansätze ist der kombinierte und simultane Einsatz einer zytostatischen Chemotherapie additiv zur Bestrahlung sinnvoll [12][90].

### 3.1.2 Bedeutung der Endoskopie und Endosonographie für das präoperative Staging von Ösophaguskarzinomen

Bei Spontanverlauf des Ösophaguskarzinoms ist die Lebenserwartung nach dem Auftreten von Dysphagie ca. 8 Monate [21]. Eine Verbesserung der Prognose von Patienten dieser Gruppe kann nur durch eine R0-Resektion erzielt werden. Somit ist ein präzises präoperatives Tumorstaging unerlässlich [87][12][83][80][19].

Für das therapeutische Vorgehen sind folgende Parameter entscheidend:

- Lokalisation des Tumors (zervikales, supra-bifurkales, infrabifurkales, abdominales)
- T-Status (Lokalisation und regionäre Ausdehnung des Tumors)
- N-Status (der klinische Nachweis lymphogener Metastasen)
- M-Status (der klinische Nachweis hämatogener Metastasen)
- Allgemeinzustand und Begleiterkrankungen des Patienten.

Die TNM-Klassifikation und Stadieneinteilung des Ösophaguskarzinoms erfolgt anhand der Richtlinien der UICC (Union Internationale Contre le Cancer) vom 1997 (Abb.1 unten, Tab.1 im Anhang 10.5)

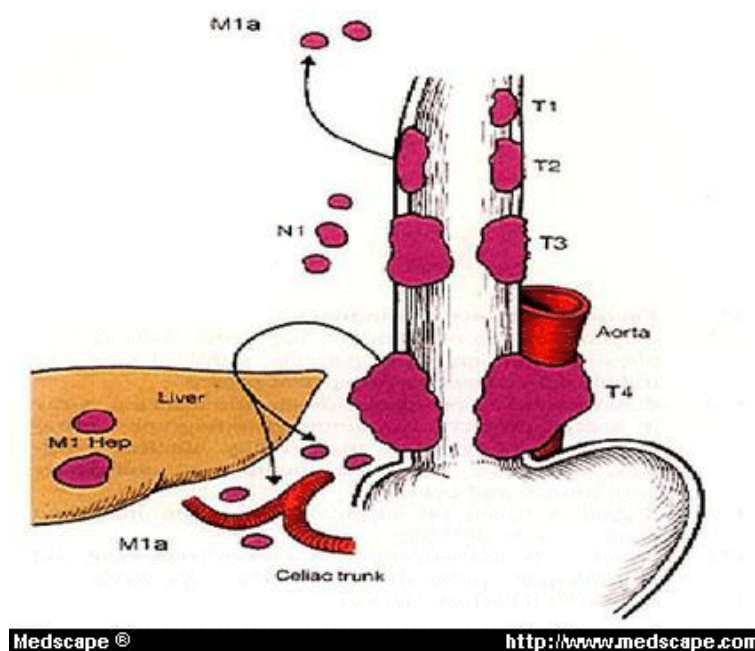


Abb. 1: TNM-Klassifikation des Ösophaguskarzinoms [86]

Die flexible Ösophagoskopie ist der erste instrumentale diagnostische Schritt bei Verdacht auf ein Ösophaguskarzinom. Diese Methode hat mehrere Vorteile, insbesondere geringe Patientenbelastung, Biopsiemöglichkeit und hohe diagnostische Präzision [83]

Die Endoskopie kann dem Arzt folgende, für die Diagnostik relevante Daten, liefern: Tumorlokalisierung (oberes, mittleres, unteres Ösophagusdrittel), Tumorausdehnung, Stenosierungsgrad, makroskopisches Bild (polypöses, diffus infiltrierendes, ulzeröses

Wachstum), Histologie des Tumors (Plattenkarzinom, Adenokarzinom usw.) Die rein endoskopische Untersuchung hat aber auch erhebliche Einschränkungen. Sie erlaubt es nicht, direkt die Tumordinvasion in den Ösophaguswand und den Zustand der regionalen Lymphknoten und Nachbarorgane zu beurteilen. Darum müssen für die Aufklärung des Status Localis und des Zustands der anderen Organe zusätzliche Untersuchungsmethoden angewendet werden. Zur Evaluation von supra- und infradiafragmalen Metastasen sind die CT von Thorax und Abdomen und die US-Untersuchung der abdominalen Organe notwendig. Bei infrabifurkalen Tumoren muss eine Bronchoskopie durchgeführt werden. Bei höheren Lokalisationen im zervikalen Ösophagusteil muss ein HNO-Spezialist bei der Untersuchung miteinbezogen werden. Bei Verdacht auf abdominelle Metastasen kann eine Laparoskopie Aufschluss geben.

Als beste Methode für das T- und N-Staging von Tumoren des Magen-Darm-Traktes hat sich der endoskopische Ultraschall (EUS) erwiesen. Durchgeführte Studien zeigen, dass die Anwendung des EUS den Behandlungsplan bei zwei Drittel der Patienten mit Ösophaguskarzinom geändert hat [86]. Dabei wurden weniger invasive, weniger patientenbelastende und kostengünstigere Maßnahmen durchgeführt. Mit dem EUS erkennt man auch Läsionen, die nur 2-3 mm groß sind. Im Vergleich zu anderen Untersuchungsmethoden wie CT, PET zeichnet sich der EUS durch eine höhere Sensitivität aus. So hat zum Beispiel die CT für die zöliakale Lymphadenopathie noch eine mit EUS (93%) vergleichbare Sensitivität (80%), bei fortgeschrittenen Tumoren dagegen liegt die Sensitivität der CT nur bis 38%. Die Gesamtkorrektheit des EUS bei der Ösophaguskarzinomdiagnostik beträgt beim T-Staging 84%, und beim N-Staging 77% (Tab. 2) [20][66][82][83][97].

Tabelle 2. Präzision von EUS und CT in der Staging von gastrointestinalen Malignomen (übersetzt nach [86][97])

Tumorlokalisierung	N	T-Stadium		N-Stadium	
		EUS	CT	EUS	CT
Ösophagus	367	85%	58%	75%	54%
Magen	326	85%	30%	79%	39%
Pankreas	82	82%	44%	68%	48%

### 3.1.3 Grundlagen des Ösophagustumorstaging mit dem EUS

“The widest application of EUS, however, is the diagnosis and staging of esophageal, gastric, rectal, and pancreatobiliary carcinoma. Endosonography is the most accurate study available for determining the T and N stages of these neoplasms, and EUS-FNA can cytologically confirm the diagnosis and staging of disease with tissue... Thus, EUS is emerging as a valuable addition to the overall preoperative staging and management of patients with benign und malignant lesions of the gastrointestinal tract and adjacent structures.” [97]

Der Begriff „Ultraschall“ beschreibt Schallwellen, deren Frequenzen über dem Hörbereich des Menschen liegen. In der Medizin werden Ultraschallwellen mit Frequenzen zwischen 3,5 bis 7,5 MHz verwendet. Ultraschallwellen breiten sich in Materie in Longitudinalwellen mit einer Geschwindigkeit von 1550 m/sec aus. Je höher die Frequenz ist, desto geringer ist die Eindringtiefe in das Gewebe und desto besser die Bildqualität. Die Ultraschallwellen werden

in sog. „Schallköpfen“ oder „Transducern“ erzeugt, die aus piezoelektrischen Kristallen bestehen. Wenn ein Transducer einem elektrischen Wechselfeld ausgesetzt ist, entsteht der Ultraschall. Die Wellen werden gesendet und von den Gewebe- und Schichtengrenzen der inneren Organe reflektiert. Wenn die reflektierten Schallwellen den Transducer erreichen, entsteht dort elektrischer Strom. Dieser wird von der Speichereinheit registriert. Zur Bilderzeugung werden mehrere Eigenschaften der Ultraschallwellen bei der Ausbreitung im Gewebe ausgenutzt: Absorption, Streuung, Reflexion und Brechung. Verschiedene Gewebe beeinflussen die Schallwellen in unterschiedlichem Maße. Für die Bilderzeugung sind zwei Faktoren wichtig: die Schalllaufzeit (Zeit von der Aussendung bis zum Empfang) und die Schallamplitude (Amplitude des reflektierten Impulses, die die Stärke der Schallreflexion wiedergibt). Anhand dieser zwei Parameter kann die Distanz zwischen dem Transducer und der reflektierenden Oberfläche bestimmt werden. Da der Ultraschall von der Luft stark reflektiert wird, muss für die Untersuchung zwischen dem Transducer und der Organoberfläche ein geeignetes Medium (z.B. Wasser) plaziert werden.

Für die EUS werden zwei Echoendoskoptypen verwendet: radiale (Olympus UM-20, UM-30) und sektorale (z.B. Olympus UC30P, Pentax FG-32UA) Echoendoskope. Beide Typen haben Vor- und Nachteile. So erlauben die radiale Echoendoskope ein 360° - Sicht perpendicular zur Organrichtung. Das ist der CT ähnlich und ermöglicht die komplette Visualisierung der Organwand und der benachbarten Strukturen, aber es ist praktisch unmöglich, unter dieser Sicht die Fine Needle Aspiration für die zytologische Untersuchung durchzuführen. Demgegenüber werden die sektoralen Echoendoskope fast ausschließlich für diese Untersuchungsmethode angewendet, da sie die Sicht parallel zu dem Endoskop erlauben [82][86][87][97].

Die Untersuchung mit dem radialen Transducer liefert beim gesunden Menschen ein Bild, in dem man fünf Ösophaguswandschichten erkennen kann (Abb. 2)

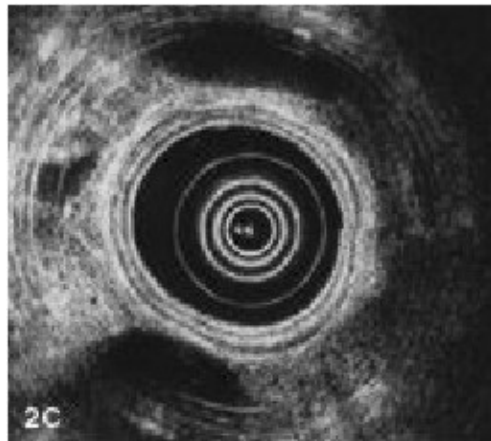


Abb. 2 Normaler Befund im EUS [42].

Diese Schichten entsprechen von innen nach außen den folgenden anatomischen Strukturen: tunica mucosa, tunica mucosa profunda, tunica submucosa, tunica muscularis propria, tunica adventitia (Abb. 3).

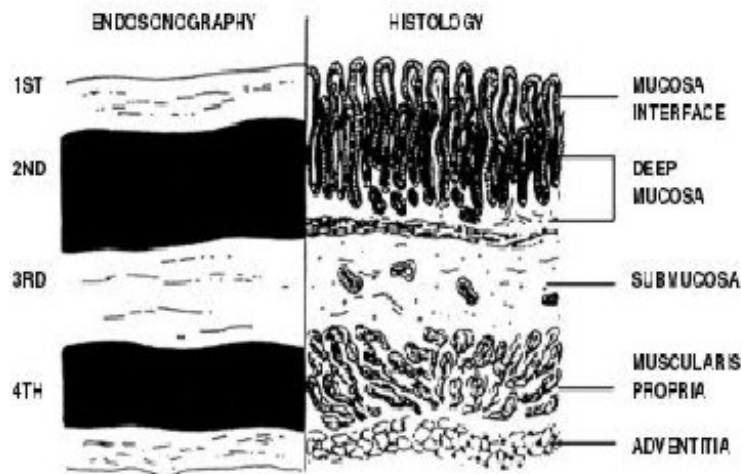


Abb.3 Übereinstimmung zwischen den anatomischen Ösophaguswandschichten und dem entsprechenden EUS-Bild [42]

Die in die Ösophaguswand einwachsenden bösartigen Tumoren zerstören die Schichten, was man in der EUS Aufnahme erkennen kann. In diesem Fall kann man die Schichten nicht voneinander unterscheiden. Zusätzlich kann man im EUS-Bild die Nachbarorgane und befallene Lymphknoten erkennen (Abb. 4).

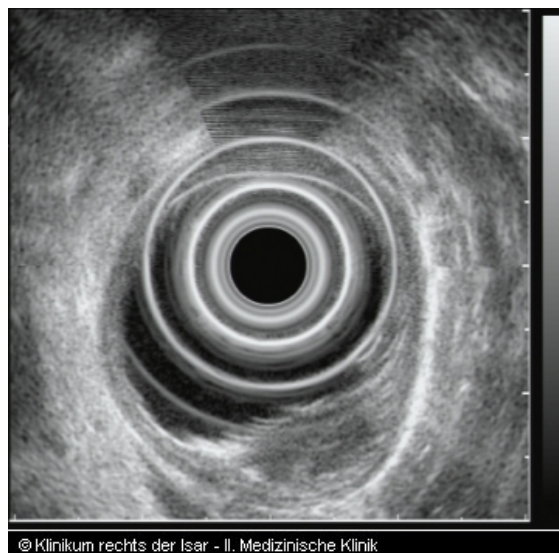


Abb.4 EUS-Untersuchung bei Ösophaguskarzinom T3N1 [50]

Der EUS ist der wichtigste Bestandteil des stadienabhängigen Behandlungsprozesses bei Patienten mit Ösophaguskarzinom. Der EUS kann bei den folgenden Problemstellungen verwendet werden:

1. In T<sub>1</sub> Stadium ist es wichtig festzustellen, ob die Submucosa infiltriert ist, oder ob das Tumorwachstum nur auf die Mucosa begrenzt ist (T<sub>is</sub>). Es wurde gezeigt, dass bei Infiltration der Submucosa in 30% bis 70% der Fälle Lymphknotenmetastasen entdeckt werden. Bei T<sub>is</sub> ist die Wahrscheinlichkeit des Lymphknotenbefalls gering.
2. Auswahl von Patienten mit lokalen Lymphknotenmetastasen für die neoadjuvante Therapie. EUS hat im Vergleich zu CT höhere Präzision in der Diagnostik von lokalen Lymphknotenmetastasen (54% und 75% entsprechend). Die diagnostisch wichtigen

Kriterien sind die folgenden: Größe mehr als 1 cm, Hypoechogenität, Scharfe Grenzen, Runde Form. Wenn alle vier Merkmale vorhanden sind, wird die Malignität histologisch in 80% bis 100% der Fälle festgestellt.

3. Bestätigung einer extraösophagealen Penetration des Tumors bei T<sub>4</sub>. Der EUS ist der CT auch in diesem Falle überlegen (91% vs 49%). Das ist besonders für die Therapiewahl bei fortgeschrittenen Tumoren bedeutsam. So kann entschieden werden, ob der Patient einer Radio-Chemotherapie unterzogen werden muss oder auch nur palliativ behandelt werden kann.
4. Bestätigung einer Metastase in zöliakalen Lymphknoten, was auf M1a hinweist. Diese Diagnose schließt den chirurgischen Eingriff und die neoadjuvante Radio-Chemotherapie aus. Es wurde gezeigt, dass der EUS die in der CT nicht darstellbare Lebermetastasen visualisieren kann.
5. Für die Kontrolle der neoadjuvanten Therapie. In einigen Studien wurde eine niedrige Präzision der EUS-Untersuchung im T- und N-Staging von Ösophaguskarzinomen nach der neoadjuvanten Therapie gezeigt. Neuere Studien berichten dagegen, dass bei mindestens 50%iger Schrumpfung des Tumors die Überlebenschancen steigen [12][20][64][80][82][83][86][97].

#### 3.1.4 Anforderungen an die ärztliche Kompetenz für die Durchführung von EUS-Untersuchung und darausresultierende Konsequenzen

Für die Durchführung von EUS-Untersuchungen ist die ärztliche Kompetenz in der gastroenterologischen Endoskopie ein wichtiger Faktor. Die Technik einer EUS-Untersuchung ist komplizierter als diejenige einer endoskopischen Untersuchung, da die Spitze eines Echoendoskops länger und steifer ist als die bei konventioneller Endoskopie. Darum ist die Gefahr einer iatrogenen Verletzung viel höher als beim üblichen Procedere. Von großer Bedeutung sind Kenntnisse und Erfahrung bei der Ultraschalluntersuchung der Verdauungsorgane. Der American Society of Gastrointestinal Endoscopy zufolge braucht ein Arzt mindestens eine 3-6 monatige Erfahrung mit dem EUS, um eine ausreichende diagnostisches Niveau zu erreichen. Andere Studien berichten, dass nur nach 100 selbst durchgeführten EUS-Prozeduren ein Endoskopiker in der Lage ist, ein präzises Ösophagustumorstaging durchzuführen. Deswegen wird empfohlen, dass die ersten EUS-Untersuchungen unter der Aufsicht eines mit dem EUS erfahrenen Endoskopikers erfolgen [86].

Die oben genannten Anforderungen verdeutlichen, warum es bei EUS-Untersuchungen in der Praxis oft zu Situationen kommen kann, in denen ein Arzt konsiliarische Unterstützung benötigt. Dabei sind die Art und die Qualität der Befunddokumentation von besonderer Bedeutung. Die bis jetzt üblichen Ausdrucke sind statisch, was den Konsiliar in der Beurteilung bestimmter Symptome, wie zum Beispiel eingeschränkter Beweglichkeit der Ösophaguswand, behindert. Eine hervorragende Möglichkeit zur Einholung einer Entscheidungsunterstützung in der Befundinterpretation bieten in diesem Fall, die im nächsten Abschnitt beschriebenen telemedizinische Anwendungen. Sie ermöglichen es, die Untersuchungsaufzeichnung in digitaler Form auf direktem Wege an einen Konsiliar zu schicken. Dies erhöht die Qualität einer Konsultation (im Vergleich zu bis heute üblichen telefonischen oder schriftlichen Konsultationen) und entlastet den Konsiliar [5][94][95]. Ist die Fragestellung in einer Konsultation nur auf das T-Staging begrenzt, kann ein CAD-Programm unter Umständen die Rolle des Konsiliars übernehmen. Auf diesen Aspekt von CAD-Anwendungen wird im Abschnitt 5 detailliert eingegangen.

## 3.2 Telemedizin

### 3.2.1 Definition und Aufgaben der Telemedizin

Die World Healthcare Organisation (WHO) hat 1998 die folgende Definition der Begriffs Telemedizin herausgegeben:

Telemedizin (engl. telemedicine) ist die Erbringung von Gesundheitsdienstleistungen (engl. healthcare services) durch Gesundheitsberufstätige (engl. healthcare professionals) unter Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologie zum Austausch gültiger Informationen für Diagnose, Therapie und Prävention von Krankheiten und Verletzungen, für Forschung und Bewertung, sowie für die kontinuierliche Ausbildung von Gesundheitsdienstleistern (engl. healthcare service providers) im Interesse der Förderung der Gesundheit von Individuen und ihren Gemeinwesen, wenn dabei die räumliche Entfernung einen kritischen Faktor darstellt.

Es gibt eine Reihe anderer Definitionen, die unterschiedliche Aspekte der Telemedizin betonen (vollständigere Liste der Definitionen siehe in [53]).

Wie in der Definition ersichtlich, ist die Hauptaufgabe der Telemedizin der Informationsaustausch. Das moderne Gesundheitssystem erlaubt dem Patienten eine freie Arztauswahl, garantiert den Zugang zu den eigenen medizinischen Daten, sieht bei Bedarf zusätzliche Konsultationen bei Experten vor. Deswegen sind an der Untersuchung, Behandlung und Rehabilitation eines Patienten verschiedene und oft unabhängige Ärzte und Institutionen beteiligt (Hausarzt, Kliniken, Labors usw.). Das führt dazu, dass die Patientendaten verteilt sind. Unter solchen Bedingungen hat der behandelnde Arzt keine Möglichkeit, auf alle behandlungsrelevanten Daten bei Bedarf zuzugreifen. Dies spiegelt sich in der Behandlungsqualität wieder und führt zu unnötigen Kliniküberweisungen, Doppeluntersuchungen und steigenden Kosten [65].

Die Hürden, die durch die Informationsverteilung entstehen, könnten durch eine geeignete informationstechnische Aufbereitung der Patientendaten und eine schnelle Datenübertragung mittels moderner Kommunikationstechnik überwunden werden.

Die Entwicklung einer Elektronischen Patientenakte (EPA) dient dazu, die verteilten Patientendaten logisch zusammenzuführen. Alle relevanten Informationen eines Patienten werden in digitaler Form dokumentiert, indiziert und als Teil einer EPA den anderen Leistungserbringern zur Verfügung gestellt [8]. Das schafft die Voraussetzungen für eine breit angelegte Informationsnutzung und Patientendatenverwaltung. Die Architektur einer EPA und die entsprechenden rechtlichen Rahmenbedingungen und Standards befinden sich zur Zeit in Entwicklung. Als die erste offizielle Architektur für elektronische Dokumente im Gesundheitswesen gilt die von ANSI akkreditierte HL7 Clinical Document Architektur (CDA) [45].

Für den schnellen Austausch medizinischer Daten ist der Aufbau medizinischer Netzwerke notwendig. Die Vernetzung verschiedener Leistungserbringer in der Medizin löst nicht nur das Problem der Datenübertragung, sondern bietet auch zusätzliche Vorteile:

- Qualitätssteigerung und gemeinsames Qualitätsmanagement. Interne und externe Vernetzungen optimieren die logistischen Abläufe innerhalb und zwischen Institutionen des Gesundheitswesens, was das Qualitätsniveau der medizinischen Leistungen erhöht.

- Kostensenkung durch Reduzierung der Verwaltungsaufgaben für jeden einzelnen Leistungserbringer (z.B. bei Einkäufen von Waren und Dienstleistungen) und gemeinsame Nutzung von Geräten.
- Verbesserung der medizinischen Aus- und Weiterbildung [67][101][57].

### 3.2.2 Einsatzmöglichkeiten der Telemedizin

Die Studie „Telematik im Gesundheitswesen“ von Roland Berger & Partner [8] ordnet alle telemedizinischen Anwendungen drei Gruppen zu:

1. Die erste Gruppe unterstützt die Kommunikation und den Datenaustausch der Leistungserbringer untereinander sowie zwischen Leistungserbringer und Patient wie auch den Austausch von Leistungs- und Abrechnungsdaten im Rahmen der Gesundheitsverwaltung. In der Regel ist dabei davon ausgehen, dass es sich um schützenswerte patientenbezogene Daten handelt, d.h. höchste Ansprüche an Datensicherheit und Datenschutz zu stellen sind.
2. In der zweiten Gruppe geht es um öffentliche Gesundheitsinformation für Bürger und Patienten sowie um Informationsdienste für die Gesundheitsberufe. Dabei ist grundsätzlich von nicht patientenbezogenen Daten und Informationen auszugehen, so dass die Informationen auch auf einem nicht geschützten öffentlichen Netz ausgetauscht werden können.
3. Die dritte Anwendungsgruppe umfasst die Kommunikation von nicht patientenbezogenen Daten zum Zwecke der Bildung, Forschung und der Gesundheitsberichterstattung sowie von Daten, die zum Aufbau eines Qualitätssicherungssystem erforderlich sind. In dieser Gruppe sind teilweise hohe Ansprüche an die Datensicherheit zu stellen, teilweise sind die Daten nicht schützbedürftig.

### 3.2.3 Die Telemedizin als Plattform für die Entscheidungsunterstützung

Ein wesentlicher Aspekt der Telemedizin ist die Entscheidungsunterstützung für den behandelnden Arzt. Der moderne praktizierende Arzt befindet sich unter dem Druck schnell wachsenden medizinischen Wissens, so dass die „universelle Fachkompetenz“ praktisch unerreichbar geworden ist [58]. Es wurden verschiedene Anwendungen entwickelt, um dem Arzt dabei zu helfen, praktische Probleme zu lösen. Interaktive computerbasierte Systeme, die zur Problemerkennung, Problemlösung und Entscheidungsunterstützung Daten und Modelle verwenden, werden in der englischsprachigen Literatur als Decision Support Systems (DSS) bezeichnet [76]. Clinical Diagnostical Decision Support Systems (CDDSS) sind DSS für den Bereich Medizin. Definition und Entwicklungsgeschichte von CDDSS sind im Abschnitt 2.3 dargestellt.

Es gibt verschiedene Typen von DSS: Communication-Driven, Data-Driven, Dokument-Driven, Knowledge-Driven, Modell-Driven und Hybride DSS. Die Kommunikationstechnologie ist bei allen Typen der Kern der Entscheidungsunterstützung [76]. Die Communication-Driven DSS ermöglichen die Kommunikation und die Zusammenarbeit von Experten, medizinischen Einrichtungen und Patienten. Dabei handelt es sich um medizinische Telekonsultations- und Telekonferenzsysteme. Die Data-Driven DSS sind Systeme, die für den Decision Support einen Zugang zu internen Daten (z.B. in einem Praxis Office System bei einem niedergelassenen Arzt) oder externen Daten (z.B. in einem Laborsystem einer Klinik) bieten. Mithilfe dieser Daten kann der Arzt z.B. rechtzeitig über den Patientenzustand informiert werden (Telemonitoring). Die Document-Driven DSS bieten

dem Arzt strukturierte Dokumentensammlungen und vielseitige Suchfunktionen (z.B. elektronische Archive und Bibliotheken). Eine besondere Art der DSS sind Knowledge-Based DSS. Diese Systeme sind „intelligent“ und bieten dem Arzt Expertenwissen und Expertenerfahrungen in einem speziellen Gebiet. Modelle für solche Systeme werden in Zusammenarbeit mit mehreren Fachexperten entwickelt und evaluiert. Als Beispiel solcher Systeme können sog. Expertensysteme sowie Anwendungen für die computergestützte Diagnostik genannt werden. Model-Driven DSS benutzen Modelle für die Problemlösung. Diese Modelle werden dem Arzt als Empfehlungen oder Leitlinien angeboten [4]. In den Hybriden DSS werden mehrere Komponenten für die Entscheidungsunterstützung kombiniert. Die Hybriden DSS unterstützen einen mehrstufigen Decision Support. Wenn ein Onlinehandbuch nicht ausreichend ist, kann der Arzt per Email, Videokonferenz oder Internettelefon mit dem Supportzentrum oder einem Experten verbunden werden [101]. So wurde von Westberg und Miller ein Dreischichten-Modell für die Informationsunterstützung für Allgemeinmediziner entwickelt. In diesem Modell werden spezialisierte medizinische Einrichtungen wie etwa Universitätskliniken als Zentren für die Entscheidungsunterstützung der Niedergelassenen benutzt [103]. Das Modell sieht drei Schichten (layers) der Unterstützung vor. Auf der ersten Schicht kann der Benutzer mittels eines sicheren Web-Interfaces mit allgemeinen Suchfunktionen auf die akademische wissenschaftliche Bibliotheken zugreifen. Erbrachte die Nutzung von Schicht 1 kein zufrieden stellendes Resultat, so kann der Benutzer mit vorgegebenen Templates oder in der natürlichen Sprache eine spezialisierte Anfrage erstellen und somit eine bestimmte Information anfordern. Die Anfragen können allgemeine oder spezifische und formale oder informale Information enthalten. Wenn weder Schicht 1 noch Schicht 2 eine befriedigende Antwort geliefert haben, wird die Anfrage an einen Experten oder einen Informationsmanager per Email weitergeleitet. Dieses Modell soll den Informationsbedarf eines Allgemeinmediziners decken und eine rechtzeitige Entscheidungsunterstützung gewährleisten.

### 3.2.4 Der Informations- und Telekonsultationsdienst ENDOTEL als umfassender Decision Support Service für die gastroenterologische Endoskopie

ENDOTEL ist ein Internet-basierter multimedialer Telekonsultations- und Informationsdienst auf dem Gebiet der gastroenterologischen Endoskopie und Endosonographie [59][5][23][52]. Der Dienst ist hierarchisch in drei Stufen einer Pyramide gegliedert (Abb. 5):

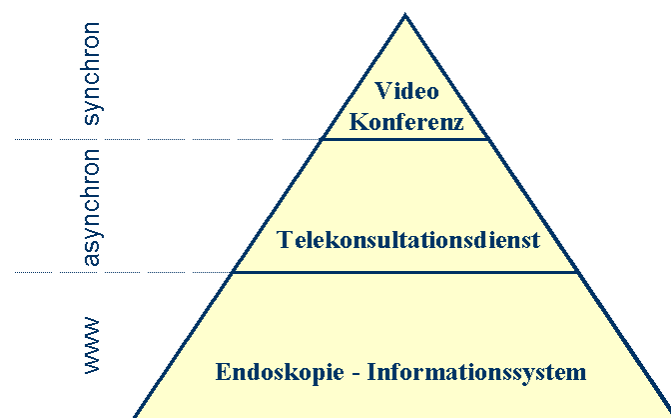


Abb. 5 Die ENDOTEL Pyramide [94]

Als Basis der ENDOTEL Pyramide dient das Endoskopie-Informationssystem (EIS). Es handelt sich dabei um ein frei verfügbares Online-Fachbuch für die Endoskopie. Dieses Informationssystem soll die Mehrzahl der Fragen im Sinne der Aus- und Weiterbildung abdecken. Seine Inhalte werden in einer Access-Datenbank verwaltet. Als Schnittstelle zu der



Datenbank dient ein ColdFusion Server (Allaire Corporation, Cambridge; MA, USA) und die dafür erforderliche Skriptsprache CFML (ColdFusion Markup Language). Wenn der Benutzer bestimmte Inhalte ansehen will, erstellt er in einem üblichen Webbrowser mit einem Formular eine Anfrage. Die Anfrage wird an den ColdFusion Server weitergeleitet. Der ColdFusion Server fragt die Datenbank ab und erstellt eine HTML-Seite. Diese Seite wird an ein Webserver geschickt. Die dynamisch erzeugten Web-Seiten mit Videos, Audios und Bildern werden im Browser mit entsprechen Plug-Ins angezeigt. Die Experten haben einen passwortgeschützten Zugang zum Eingabeformular, so dass sie Inhalte online hinzufügen, löschen oder ändern können [71][38].

Die mittlere Pyramidenebene enthält den ENDOTEL Store-and-Forward Telekonsultationsdienst (EST). Im EST wird eine asynchrone multimediale Anfrage an einen Experten erstellt. Die beteiligten Ärzte können bei Bedarf einem Kollegen die multimedialen Patientendaten (z.B. ein EUS-Video) übermitteln, und in Text- oder Audioform Kommentare hinzufügen. Die Anwendung bietet eine Multi-Tier-Architektur mit Rich Client. Die Multimediabestandteile (Video, Scan, Text, Audio) können mithilfe eingebauter Editoren mit einer einfach bedienbaren Oberfläche erstellt werden.

Beispielhafter Ablauf einer EST-Telekonsultation:

Der anfragende Arzt digitalisiert ein Untersuchungsvideo und schneidet relevante Sequenzen aus. Er scannt ein Röntgenbild ein und nimmt seine Frage mit dem Audioeditor auf. Diese Mediendateien werden der elektronischen Anfrage beigefügt und dem Konsiliar übermittelt. Der Experte bewertet die Befunde und sendet dem anfragenden Kollegen eine Antwort zurück. Die Antwort kann nur Text, oder ebenfalls multimediale Daten (z.B. kommentierte Ausschnitte aus dem Video) enthalten. Als Untersuchungsdaten können auch andere Befunddokumente wie gescannte Röntgenbilder verwendet werden. Eine ausführlichere Beschreibung der Anwendungsarchitektur von EST erfolgt im Kapitel 3.4.

An der Spitze der Telekonsultationspyramide steht der ENDOTEL Video Telekonsultationsdienst (EVT). Damit wird die Möglichkeit einer synchronen Telekonsultation zwischen den beteiligten Partnern geschaffen.

Der Telekonsultationsdienst ENDOTEL bietet also einen vielschichtiges Decision Support in der Endoskopie für Ärzte. Die hierarchische Pyramidenstruktur ist dabei so konzipiert, dass die Belastung des Konsiliars minimiert wird, die Informationsverfügbarkeit jedoch steigt. Bringt die untere Ebene keine Problemlösung, kann der Arzt die Unterstützung auf der nächsten Ebene anfordern. So enthält das EIS das Grundwissen und praktische Beispiele, der EST ermöglicht eine asynchrone multimediale Konsultation eines Experten und das EVT bietet die Möglichkeit der synchronen Telekonferenz [5][92][94][95][99].

### **3.3 Clinical Decision Support Systems und Computer Aided Diagnosis**

#### **3.3.1 Entwicklung der "Clinical Decision Support Systems"**

Die wichtigsten Konzepte für die Entwicklung von Clinical Decision Support Systems sind schon vor 1976 entstanden. Shortliffe, Buchanan und Feigenbaum [69] haben 1979 folgende Typen von CDDSS identifiziert: klinische Algorithmen, klinische Datenbanken mit analytischen Funktionen, mathematische pathophysiologische Modelle, mustererkennende Systeme, Bayessche statistische Systeme, entscheidungsanalysierenden Systeme und Expertensysteme. Die Entwickler der ersten CDDSS glaubten, dass menschliche problemlösende Muster modelliert und auf den Computer übertragen werden können. So schrieb 1970 der William Schwarz aus der Tufts University School of Medicine:

*„Computing science will probably exert major effects by augmenting and, in some cases, largely replacing the intellectual functions of the physician.“ [85]*

Im Laufe der Zeit hat sich die Sicht auf Decision Support in der Medizin stark geändert. Ralf Engle aus dem Cornell University Medical College schrieb 20 Jahre später:

*„Our experience confirms the great difficulty, and even the impossibility, of incorporating the complexity of human thought into a system that can be handled by a computer. We concluded that we should stop trying to make a computer act like a diagnostician and concentrate instead on ways of making computer-generated relevant information available to physician as they make decisions.“ [37]*

An diesen beiden Aussagen erkennt man, wie sich die Zielsetzung von Decision Support Systemen in der Medizin gewandelt ist.

Man kann zwei Gruppen von CDDSS unterscheiden. Zu der ersten Gruppe gehören die „general purpose broad-spectrum“ Systeme wie INTERNIST, QMR, Iliad und Dxplain. Zur zweiten Gruppe zählen dedizierte Systeme für eingeschränkte Aufgaben, wie z.B. Dombal's System für das akute Abdomen [32]. Die Systeme der ersten Gruppe behandeln große Bereiche der Medizin. Sie versuchen jegliches „Expertenwissen“ und alle bekannten „Denkmuster“ in einem Programm zusammenzufassen. Diese Programme sollen danach im Sinne eines Expertensystems bei schwierigen klinische Fälle die Expertenrolle übernehmen. Diese Systeme wurden als allwissende Fachexperten für Allgemeinmediziner konzipiert. Die spezialisierten Softwareanwendungen bleiben in einem engeren Rahmen, wie z.B. für die Auswertung von Labordaten, und werden als zusätzliche Komponenten betrachtet [9].

Die „broad-spectrum“ Systeme wurden nie breit in die klinische Routine eingefügt. Neue Studien zeigen, dass alle diese Anwendungen eine relevante Diagnose in nur 19% bis 20% der Fälle liefern [62]. Dafür gibt es mehrere Gründe. Erstens fehlt den computerbasierten Systemen das allgemeine Kontextwissen. Ärzte bedenken im Gegensatz zu solchen Systemen unter anderem den Einfluss spezifischer patientenbezogener Daten (z.B. den sozialen Status des Patienten). Zweitens verwenden die Ärzte bei der Befundung häufig heuristische Methoden und machen Gebrauch von ihrer Intuition. Es ist praktisch unmöglich, diese Einflussfaktoren zu modellieren. Drittens arbeiten die Ärzte unter Zeitdruck und benötigen eine schnelle Datenpräsentation. Die derzeit verfügbaren CDDSS brauchen für eine gute Performanz zahlreiche erhobenen Befunde und Informationen (Beschwerden, Laborbefunde usw.) als Input, was zu einer zusätzlichen Belastung der Ärzte führt. Viertens wurden die meisten CDDSS im Rahmen des früher gebräuchlichen „Greek Oracle“ Modells für CDDSS entwickelt [70]. Dieses Modell sieht den Arzt als passives Subjekt der Konsultation. Diesem Modell zufolge gibt der Arzt alle erhobenen Patientendaten in das System ein und bekommt als Ausgabe die richtige Diagnose. Ärzte brauchen jedoch Entscheidungsunterstützung nur in den Situationen, in denen ihre eigene Fachkompetenz nicht ausreicht, und sie erwarten, dass für die Konsultation eine Zusammenfassung und Präsentation der wichtigsten Daten ausreicht. Fünftens verwendet ein Fachexperte unterschiedliche kognitive Techniken und Empathie, um eine richtige Diagnose zu stellen. Das geschieht meist unbewusst, und dieser Aspekt geht deswegen bei der Modellierung weitgehend verloren [13][62][23].

Demgegenüber konnten sich CDDSS mit begrenzter Aufgabenstellung in einigen Bereichen gut in der praktischen Anwendung etablieren. Als Beispiel können die Systeme für die EKG-Analyse dienen. Diese Systeme können z.B. EKG-Änderungen verfolgen und, wenn diese Änderungen vorgegebene Grenzwerte überschreiten, den Arzt mit einem Alarm benachrichtigen (sog. Alerting Systeme) [9][29][23].

Die wichtigste Frage beim Decision Support in der Medizin also lautet nicht nur: „Wann kann der Computer eingesetzt werden?“, sondern auch „Wann setzt man den Menschen ein?“. Um die zweite Frage zu beantworten hat Marsden Blois den Trichter als Modell vorgeschlagen [18] (Abb. 6). Die Bewertung des Patientenstatus, das Einschätzen von Beschwerden und die Entstehung diagnostischer Hypothesen erfolgen auf dem weiten Ende des Trichters. Die fokussierten Entscheidungen bei spezifischen klinischen Fragen werden am engen Ende des Trichters getroffen. Der Autor meint, dass die CDDSS am besten an diesem engen Ende des Trichter eingesetzt werden können. Das weite Ende verlangt Allgemeinwissen und eine breite Palette von Entscheidungstechniken. Diese Bedingungen kann eine Software im Vergleich zum Arzt kaum jemals erfüllen [18].

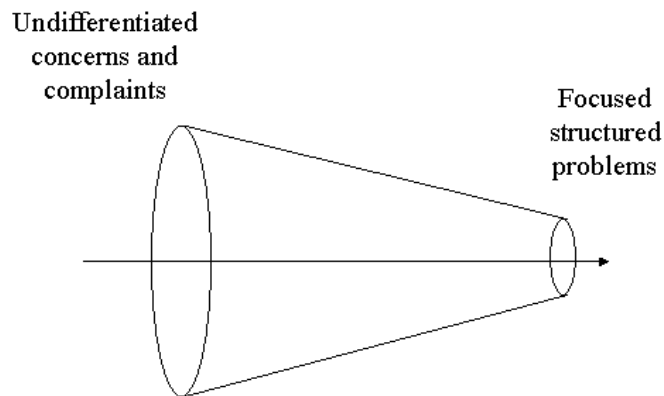


Abb.6 Blois' Trichter

Das Trichtermodell basiert auf der Idee von Simon (1977), dass die Prozesse der Entscheidungsunterstützung eine Bandbreite von hochstrukturierten (programmed) bis zu unstrukturierten (non-programmed) Entscheidungen umfassen [100]. Simon's Modell entsprechend besteht der Entscheidungsfindungsprozess aus drei Phasen: Intelligenz, Design und Auswahl. In der Intelligenzphase identifiziert man Problembereiche und definiert das Problem. In der Designphase wird ein Systemmodell entwickelt, das die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Variablen des System widerspiegelt. Bei der Entwicklung dieses Modells werden alternative Lösungsmöglichkeiten identifiziert. In der Auswahlphase wird eine der Problemlösungen ausgewählt und evaluiert. Die Implementierungsphase führt zur Problemlösung. Bei Misserfolg der Lösung springt man zurück zu früheren Phasen. Ein *strukturiertes Problem* ist in diesem Fall ein Problem, in dem alle drei Phasen strukturiert sind, d.h. wenn das diagnostische Problem und der Lösungsalgorithmus dem Arzt bekannt sind, und er alle für die Berechnung notwendige Daten (z.B. Laborwerte und Befunde) zur Verfügung hat. Ein *unstrukturiertes Problem* ist ein Problem, in dem mindestens eine Phase nicht strukturiert ist. Hier muss man zwei Situationen unterscheiden: Dem Arzt fehlt die strukturierte Information (wenn z.B. die Fragestellung die ärztliche Fachkompetenz überschreitet), oder es handelt sich um ein noch nicht gelöstes medizinisches Problem, also noch nirgendwo eine strukturierte Information vorhanden ist. Im ersten Fall kann der Arzt eine Entscheidungsunterstützung aus einer Informationsquelle (Bücher, Journals, Internet) oder von einem Experten (Konsultation) erhalten. Im zweiten Fall hängen Diagnose und Behandlung streng von subjektiven Urteilen eines oder mehrerer Fachexperten ab. Deswegen kann die Diagnosenvariabilität sehr groß sein. Unterschiedliche Urteile verschiedener Experten zu einem Befund nennt man *Inter-Observer-Variabilität*. Wenn derselbe Befund einem Arzt mit einer Zeitverschiebung angeboten wird, kann es ebenfalls zu unterschiedlichen Diagnosen kommen. In diesem Fall spricht man von *Intra-Observer-Variabilität* [30].

Auf der Grundlage des oben Beschriebenen versteht man ein CDDSS als einen auf einem Computer implementierten Algorithmus, der den Arzt bei einem oder mehreren diagnostischen Schritten unterstützt [69].

Wenn ein System die Entscheidung als einen monolithischen Prozess betrachtet, der dem Arzt eine passive Rolle zuweist, spricht man von einem *monolithischen Decision Support System*. Monolithische Systeme unterstützen ein Modell, das vom „Greek Oracle“ Modell abgeleitet ist. Das Anwendungsgebiet und der Problembereich solcher Systeme ist klar begrenzt (z.B. Alarmierungssysteme in der Intensivmedizin). Im Gegensatz dazu sind *katalytische Decision Support Systeme* auf einen kompetenten Benutzer angewiesen, der für das System als „Katalysator“ für die weiteren Schritte dient. So wird bei den katalytischen Systemen der Arzt in den Entscheidungsprozess mit einbezogen [70].

Mehrere Autoren weisen darauf hin, dass die Anwendung von Clinical Decision Support Systemen in der medizinischen Praxis zur Erhöhung der Performanz und Qualität in Diagnostik und Therapie führen kann. Aber sie verdeutlichen auch, dass eine breite Einführung solcher Systeme in die klinische Routine der Ausarbeitung von Entwicklungs- und Evaluierungsstandards für solche Anwendungen bedarf [14][15][16][73][102].

### 3.3.2 Computer Aided Diagnosis

Die Anwendungen für die Computer Aided Diagnosis (CAD) stellen eine eigene Gruppe der CDDSS dar. In der einschlägigen Literatur wird eine CAD als eine von einem Radiologen gestellte Diagnose, die ein von einem Computer erzeugte Datenausgabe als zweite Meinung mit einbezieht, definiert [30]. Als computererzeugte Datenausgabe versteht man in diesem Fall die Ergebnisse einer quantitativen Analyse von radiologischen Bildern. Es muss aber betont werden, dass der Anwendungsbereich von CAD auch andere bildgebenden Verfahren in der Medizin (wie Videoendoskopie) umfassen kann. Als Beispiel dafür dient die in dieser Doktorarbeit behandelte Anwendung OTEUS (Absch. 3.3.4)

Die Tatsache, dass der Computer keine Diagnosen stellt, sondern nur zusätzliche diagnostisch relevante Informationen liefert, unterscheidet klar das Konzept der CAD von der Idee der „automated diagnosis“. Hinter dem Begriff „automated diagnosis“ steht das „Greek Oracle“ Modell für die medizinische Bildverarbeitung. Die Grundannahme bei der „automated diagnosis“ war, dass ein Computer einem Menschen in der medizinischen Diagnostik überlegen sein kann. Diese Annahme konnte jedoch nicht bestätigt werden, da keine der in 60er und 70er Jahren entwickelten Anwendungen die erwarteten Leistungen erbrachte. Der stattdessen eingeführte Begriff der *Zweitmeinung* betont die neue Position der bildanalytischen Programme im diagnostischen Prozess. Der Arzt wird in diesem neuen Modell als einziger Entscheidungsträger angesehen. Die CAD-Anwendungen liefern dem Arzt zusätzliche, diagnoserelevante Daten, die von ihm jederzeit verworfen werden können.

Die Architektur von CAD-Anwendungen enthält drei grundlegende Komponenten:

1. Bildverarbeitende Komponente
2. Komponente für die Quantifizierung von Bildmerkmalen
3. Datenbearbeitende Komponente

Die bildverarbeitende Komponente extrahiert relevante Objekte aus dem Bild. Dafür werden verschiedenste Techniken eingesetzt [41]. Als Ergebnis erscheinen im Bild ein oder mehrere markierte Bereiche. Da der Computer von sich aus keine Zusammenhänge in dem Bild feststellen kann, muss das zu suchende Muster in irgendeiner Form vorgegeben werden (z.B. wie ein Template). Dieser Schritt schafft die Voraussetzung für die Merkmalsextraktion. Unter den *Merkmalen* versteht man quantifizierte Läsioneneigenschaften, die einzelne zusammenhängende Bereiche im Bild eindeutig identifizieren (z.B. Homogenität, Helligkeit, Kontrast). Die Merkmalsextraktion wird von der zweiten Komponente der CAD-Anwendung durchgeführt. Die Merkmale werden in digitaler Form an die dritte Komponente übergeben. Diese unterscheidet aufgrund der Merkmale pathologische Formen von den normalen Strukturen. Da die Merkmale oft nur in der digitalen, für den Menschen schlecht lesbaren Form vorhanden sind, ist es oft nicht möglich dem Computer die pathologische Merkmalswerte per Eingabe zu vermitteln. Deswegen muss das CAD-Programm „lernfähig“ sein. Ein „lernfähiges“ Programm kann mit einer Reihe von mit einem Goldstandard Verfahren gesicherten Befunden trainiert werden. Nach dem Training kann die Anwendung dann die berechneten Merkmale als pathologisch oder normal einstufen. Für diese Aufgabe verwendet man Techniken aus dem Gebiet der künstlichen Intelligenz (z.B. regelbasierte Systeme, Künstliches Neuronales Netzwerk, Entscheidungsbaum und Diskriminanzanalyse)[30][42][47][61][88].

Da der letzte Schritt für den gesamten Prozess der Entscheidungsunterstützung besonders wichtig ist, kann man CAD auch wie folgt definieren:

*Computer aided diagnosis is a general term used for a variety of artificial intelligence techniques applied to medical images [24].*

### 3.3.3 Einsatzmöglichkeiten der CAD

Das Ziel der CAD-Anwendungen ist es, die Präzision und Konsistenz bei der Interpretation von radiologischen Aufnahmen zu verbessern. Die radiologische Diagnose ist sehr stark von subjektiven Entscheidungen abhängig. Dabei neigen die Diagnostiker dazu, bestimmte Strukturen wie Lungenlymphknoten und Mikrokalzinate in der Brust zu übersehen. Hier kann der Computereinsatz hilfreich sein [30][24].

CAD-Anwendungen können dem Arzt die folgenden Funktionen bieten:

1. Bildverbesserung und Bildverarbeitung
2. Läsionenerkennung
3. diagnostische Unterstützung

Bildverbessernde und bildverarbeitende Algorithmen können die Bildqualität so erhöhen, dass der Diagnostiker auch eine stark verwaschene oder kaum zu erkennende Läsionen feststellen kann. Bildverarbeitung kann auch als Vorbereitung für weitere Schritte wie die Läsionenerkennung sein.

Die halb- oder vollautomatische Läsionenerkennung im Bild ist besonders bei Screeninguntersuchungen von großer Bedeutung. Eine große Informationsflut kann die Wahrnehmungsfähigkeit eines Menschen sehr stark überfordern. In diesem Fall tritt der

Computer als „zweiter Diagnostiker“ auf. Das Programm analysiert die vorliegenden Bilder und markiert die Befunde als „normal“ oder „verdächtig“. Auf diese Weise kann der Informationsstrom für den Arzt erheblich reduziert werden. Dadurch wird eine Verbesserung der Sensitivität bei der Läsionenerkennung, eine Reduzierung der Variabilität bei der Bildinterpretation und eine Erhöhung der Effizienz bei der Interpretation von Bildreihen erreicht. Da die für eine CAD benötigten Daten in elektronischen Form vorliegen, kann man auch Experten an einem anderen Ort in den diagnostischen Prozess miteinbeziehen (Telekonsultation) [40].

Die Extraktion verschiedener Merkmale und unterschiedliche Entscheidungsalgorithmen stellen die diagnostische Unterstützung dar. In diesem Fall liefert die Anwendung dem Arzt eine Zweitmeinung. Diese kann als die Meinung eines externen Experten betrachtet werden, obwohl die Entscheidungsmechanismen und Entscheidungskriterien eines Rechners für den Menschen nicht immer nachvollziehbar sind (siehe auch 3.3.2).

### 3.3.4 Die Anwendung OTEUS für das computerunterstützte T-Staging von Ösophaguskarzinomen

Bei OTEUS handelt es sich um eine Anwendung für das halbautomatische Ösophagustumorstaging [42]. Das Programm analysiert Ultraschallbilder des Ösophagus und als Ergebnis wird ein bestimmtes Tumorstadium vorgeschlagen. Die für das Tumorstaging notwendigen bildverarbeitenden und mustererkennenden Algorithmen wurden im Rahmen des RECIPE-Teilprojektes Sonographiebildverarbeitung entwickelt und evaluiert [25]. In der ersten Evaluierungsstudie mit 85 Ultraschallbildern mit histologisch gesicherten Diagnosen wurde eine diagnostische Genauigkeit von bis zu 95% gezeigt [22]. In der zweiten Studie wurde jedoch eine wesentlich schlechtere Präzision erreicht, besonders bei T1 und T2 Stadien. In den fortgeschrittenen Stadien (T3-T4) wurde die hohe Genauigkeit bis zu 90% zwar bestätigt, in den Stadien T1 und T2 erreichte die Treffsicherheit jedoch nur 20 bis 25% [93]. Den beträchtlichen Unterschied zwischen den Ergebnissen beiden Studien kann man dadurch erklären, dass für die Evaluation in der ersten Studie keine aus der Praxis stammende, sondern für einen gastroenterologischen Atlas gesammelte Bilder mit „typischen“ Befunden verwendet wurden [93][42].

Die für das Staging benötigten Bilder sind Standbilder (Frames) aus der Videoaufnahme einer endoskopischen Ultraschalluntersuchung der Speiseröhre (EUS). Wie jede CAD-Anwendung umfasst das OTEUS alle drei in 3.3.3 beschriebenen Komponenten. Im Weiteren werden diese Komponenten kurz beschrieben. Eine ausführlichere Erläuterung siehe in [51][47][42].

#### 3.3.4.1 Bildverbesserung und Bildverarbeitung in der OTEUS Anwendung

Da Aufnahme und Bilderzeugung unter Umständen in unterschiedlichen Systemen erfolgen, wird die Bildqualität entsprechend heterogen sein. Deswegen müssen die Bilder, die mit dem OTEUS analysiert werden, zuerst korrigiert werden. Um die Bildunterschiede zu nivellieren, wird die Grauverteilung der Bilder normiert. Dazu erfolgt eine Auswertung des in den Bildern eingeblendeten Graukeils [47]. Für die spätere Merkmalsextraktion werden im Bild die Transducerposition und die äußere Tumorgrenze festgelegt. Um die Transducerposition zu erkennen, werden alle auffälligen ellipsenförmigen Schallartefakte ausgenutzt, die den Transducer konzentrisch als helle Bänder inmitten einer sehr dunklen Bildregion umgeben. Im Zentrum der hellen Ellipsenbänder befindet sich eine dunkle Ellipsenfläche, deren Mittelpunkt dem gesuchten Zentrum des Transducers entspricht. Die Tumorgrenze im Ultraschallbild ist fast immer durch einen Zunahme der Helligkeit beim Übergang vom Tumorgewebe zum umliegenden Gewebe zu erkennen. Um diese Helligkeitszunahme

automatisch zu bestimmen, wird zunächst ein starke Glättungsfilter angewendet. Dieser Filter unterdrückt das Rauschen und schwache Kanten im Bild. Die tangential zur Ösophaguswand verlaufenden, starken Kanten werden ausgewählt [42][47]. Diese Kanten gelten als die wahrscheinlichen äußeren Grenzen des Tumors. Damit sind die möglichen Positionen der Tumorgrenze zwar stark eingegrenzt, es wird jedoch keine Entscheidung über die genaue Lage des Tumors getroffen.

#### 3.3.4.2 Läsionenerkennung

Eine vollautomatische Lokalisierung des Tumors im Bild ist technisch unmöglich, da dies auch für einen erfahrenen Arzt ein Problem sein kann. Deshalb wurde ein halbautomatisches Verfahren gewählt. Dabei muss der Arzt mit der Maus einige Stützpunkte an der Tumorgrenze im Ultraschallbild markieren. Diese Punkte werden dann automatisch vom Computer auf der Grenze zwischen Muskularis und Umgebung verbunden. Dabei werden die in dem obenbeschriebenen Verfahren gefundene Kanten als Verbindungslinien verwendet.

Die Kriterien für das Tumorstaging wurden in 3.1.2 beschrieben. Für das halbautomatische Tumorstagingverfahren mit EUS-Bildern sind Tumorausdehnung, Muskulariserhaltungsgrad und Randirregularität des Tumors von Bedeutung. Im Anfangsstadium T1 hat der Tumor eine geringe Ausdehnung und dringt nicht in die Muskularis ein. Im EUS erscheint diese Schicht homogener und etwas heller als in fortgeschrittenen Stadien und der Tumorrand ist meist glatter. In T2 Stadium dringt der Tumor in die Muskularis ein, ohne sie zu durchbrechen. In Stadien T3 und T4 wird die Muskularis durchbrochen oder zerstört. In T4 werden auch die Nachbarorgane befallen. Dementsprechend wurden drei Merkmale für das Ösophagustumorstaging modelliert [47] :

- Muskulariserhaltungsgrad ( $B_{\text{musc}}$ )
- Randirregularität ( $B_{\text{irreg}}$ )
- Einschlusswinkel( $B_{\text{angle}}$ )

#### 3.3.4.3 diagnostische Unterstützung

Beim Staging zunächst die oben genannten Merkmale berechnet. Der Erhaltungsgrad der Muskularis in der Nähe des Tumors ist ein Indikator für das Tumorstadium. Bei T1 ist diese Schicht intakt, bei T2 teilweise erhalten, bei T3 völlig zerstört.

Ein Streifen um den gefundenen Muskularis wird aus dem Bild ausgeschnitten (Profilbild). Der Streifen liegt etwas verschoben zur Bildmitte, da die äußere Grenze markiert ist und so die innere Begrenzung weiter vom markierten Rand entfernt ist. Um aus diesem Profilbild den Erhaltungsgrad der Muskularis zu gewinnen, werden Templates aus einem weißen, schwarzen und weißen Streifen erstellt (das entspricht der Submukosa-Muskularis-Adventitia im normalen EUS-Bild). Da nicht bekannt ist, wie dick die Muskularis ist (bzw. mit welcher Vergrößerung das Originalbild aufgenommen wurde), werden drei Templates verschiedener Größe (12, 16 und 20 Pixel) verwendet. Der Ausschnitt wird von links nach rechts und von oben nach unten mit jedem Template durchlaufen. Die Übereinstimmung zwischen dem aktuellen Template und dem Grauwertverlauf des Ausschnittes wird berechnet. Das Ergebnis ist für jede Zeile des Profilbildes ein Wert zwischen 0 und 1. Für jede Zeile wird das beste Ergebnis vermerkt. Wenn man diese Werte als Grauwert darstellt, entsteht ein gestreiftes Band (Abb. 7). Schließlich werden die Grauwerte aufsummiert und durch die Anzahl der Zeilen geteilt, was wiederum einen Wert zwischen 0 und 1 als Ergebnis der Muskulariserhaltung ergibt.

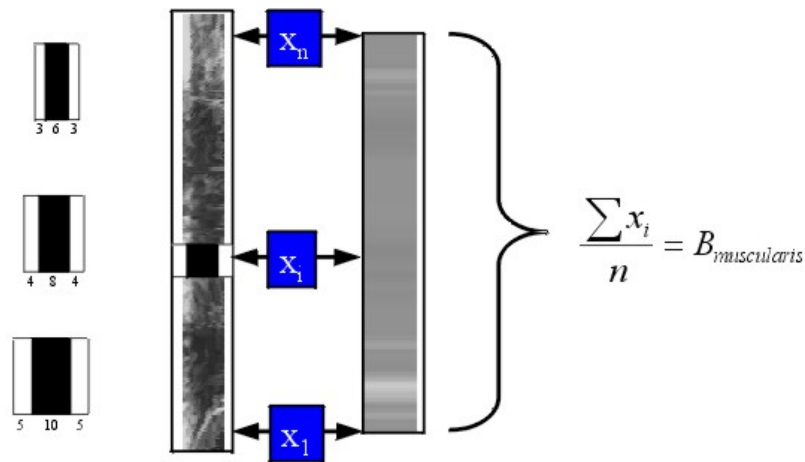


Abb. 7 grafische Darstellung der Bildanalyse mit Templates

Die ab dem Stadium T3 unregelmäßig erscheinende, äußere Tumorgrenze ist ein wichtiges endosonographisches Merkmal für dieses Stadium. Dieses Merkmal wurde durch eine Bewertung der Stärke und Häufigkeit lokaler Richtungsänderungen der Tumorgrenze modelliert. Dafür wurde für jeden n-ten Punkt der Tumorgrenze der Neigungswinkel der Kurve gegenüber der x-Achse bestimmt. Wenn eine Kurve glatt ist, verändert sich der Neigungswinkel monoton. Weist die Kurve dagegen Zacken auf, nimmt der Neigungswinkel abrupt zu und ab. Absolute Winkeldifferenzen werden addiert und die Differenz zwischen der Neigungswinkel von Kurvenanfang und -ende davon subtrahiert. Abschließend wird die Summe durch die Länge der Kurve normiert. Das ergibt den gewünschten Merkmalswert.

Der Einschlusswinkel ist die Größe eines Winkels, in dem ein Tumor den Ösophagus umschließt. Der Einschlusswinkel ist definiert als der Winkel, der durch die vom Arzt gesetzten Endpunkte der Tumorgrenze und der Transducerposition entsteht. Ein kleiner Winkel deutet auf ein früheres T-Stadium hin. Ein großer Winkel dagegen weist auf ein fortgeschrittenes Stadium hin.

Nachdem die Merkmale extrahiert wurden, muss aufgrund der drei berechneten Merkmalswerte (alle im Bereich zwischen 0 und 1) ein Stadienvorschlag generiert werden. Dafür werden drei verschiedene Klassifikatoren verwendet. Die Klassifikatoren sind "lernfähige" Elemente des Programms, die mit Reihen von histologisch gesicherten Befunden trainiert wurden. Die trainierten Klassifikatoren bewerten die errechneten Merkmale und schlagen ein Tumorstadium vor. In der OTEUS Anwendung werden ein dreischichtiges Neuronales Netz (NN), das k-Nearest-Neighbourhood (kNN) und Classification and Regression Trees (CART) als Klassifikatoren konstruiert und evaluiert [47].

Ein Neuronales Netz besteht aus mehreren Neuronen, die in drei Schichten übereinander angeordnet und miteinander verbunden sind. Dabei stellt ein Neuron eine mathematische Funktion dar (siehe Abb. 8). Jedem Neuron wird eine bestimmte Aktivierungsenergie zugeordnet. Die Aktivierungsenergie für die erste Neuronenschicht sind die Merkmalswerte. Die Aktivierungsenergien der untergeordneten Neuronen berechnen sich aus den mit einem Faktor gewichteten Ergebnissen der oberen Schicht. Die Aktivierungsenergien der untersten Schicht (Ausgabeneurone) werden schließlich dazu verwendet, das Staging-Ergebnis festzulegen. Das Festlegen der Gewichte für die neuronale Verbindungen entspricht im übertragenen Sinne dem Lernprozess. Beim Anlernen werden für die histologisch gesicherten Bilder die Merkmalswerte berechnet und die optimalen Ergebnisse des Neuronalen Netzes festgestellt. Danach werden die Gewichte der Verbindungen so geändert, dass sich die Aktivierungsenergie der Ausgabeneuronen diesen optimalen Ergebnissen anpasst.



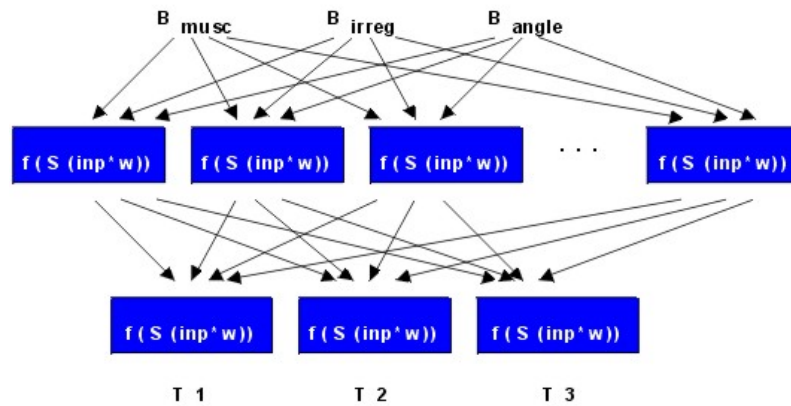


Abb.8 Aufbau eines Neuronalen Netzes [42]

Der kNN-Klassifikator erstellt beim Trainieren aus der Bildmenge mit gesicherten histologischen Diagnosen eine Liste von Merkmalwerten ( $B_{musc}$ ,  $B_{irreg}$ ,  $B_{angle}$ ) und zugehörigen T-Stadien ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ). Soll jetzt das Staging für einen neuen Tumor bestimmt werden, so werden in dieser Liste solche Einträge herausgesucht, den neuen Werten mit am nächsten sind. Das Ergebnis wird als eine Liste aus bei diesen Merkmalswerten möglichen T-Stadien dargestellt. Das in dieser Liste am häufigsten vorkommende T-Stadium wird als Resultat der Klassifizierung angenommen.

Der CART-Klassifikator entspricht einem Entscheidungsbaum (Abb. 8). Dieser Baum ist die graphische Darstellung eines Entscheidungsalgorithmus. Um diesen Baum zu erstellen wird wieder eine Liste von Merkmalwerten (entsprechend dem des kNN-Klassifikators) verwendet. Anhand einer solchen Liste kann nun mit einer geeigneten Statistiksoftware ein Baum automatisch generiert werden. Je höher der Baum wird, umso genauere Klassifikationsergebnisse werden geliefert.

### 3.4 Systemintegration im Gesundheitswesen

#### 3.4.1 Allgemeine Integrationsaspekte in der Medizin

Das Hauptziel der medizinischen Informatik ist die Entwicklung und Evaluierung von Methoden und Systemen für die Akquisition, Verarbeitung und Interpretation von Patientendaten mit Hilfe von wissenschaftlich gewonnenen Erkenntnissen [11]. Da die Medizin Forschungsergebnisse und die Methodologie auch aus vielen anderen Fachgebieten (Physik, Chemie, Physiologie, Psychologie u.s.w.) verwendet, ist die Struktur des medizinischen Wissens sehr komplex. Die Palette der für diesen Bereich entwickelten Computersysteme ist dementsprechend breit. Der Terminus Computer Software Systeme umfasst individuelle Anwendungen oder kommunizierende Gruppen solcher Anwendungen, die direkt zu Erbringung medizinischer Leistungen eingesetzt werden. Die Clinical Software Systeme umfassen Krankenhaus- und Praxisinformationssysteme (KIS und POS) und electronic record-keeping systems; clinical data repositories (Laborsysteme, pharmakologischen Datenbanken); Decision Support Systeme für die Diagnostik, Therapie und Prognose; Alerting Systeme; Telekommunikationssysteme (Telekonsultation, Telechirurgie, Teleradiologie u.s.w.); Bildarchivierende (picture archival and communications systems -PACS) und Bildverarbeitende (z.B. Computer Aided Diagnosis Systeme-CAD) Systeme; Signalverarbeitende Systeme und andere medizinisch wichtige Programme. Der maximale Nutzen dieser Systeme kann nur bei voller Integration in die Klinische Routine erzielt werden [68].

Die ersten Versuche, die Integrationsprobleme in der Medizin zu lösen wurden schon in 1970 unternommen. Man unterscheidet drei Generationen von Integrationsprojekten [91]. Die Projekte der ersten Generation sehen eine allgemeinzugängliche Datenbank mit allen relevanten patientenbezogenen Daten vor. Als Ergebnis dieser Projekte kann man die Entwicklung von medizinischen Informationssystemen betrachten. Die zweite Generation verwendete lokale Netze, um die einzelnen Informationssysteme zu integrieren. Der HL7 Message-Standard war der erste Schritt auf diesem Weg. HL7 spezifiziert Kommunikationsinhalte und Austauschformate auf der Anwendungsebene und ermöglicht damit elektronische Kommunikation zwischen unterschiedlichen Systemen [45]. Die dritte Generation von Integrationsprojekten befindet sich noch im Anfangsstadium. Diese Projekte schaffen Voraussetzungen für die systemübergreifende Referenzierung von Daten aus verschiedenen Quellen. Damit wird der Aufbau einer verteilten elektronischen Patientenakte (EPA) angestrebt. Dieses Ziel verfolgt z.B. die XML-basierte Clinical Document Architecture. CDA ist eine innerhalb der HL7-Gruppe erarbeitete und zwischenzeitlich als so genannte CDA Level 1 Release 1 von ANSI akkreditierte Dokumentarchitektur für klinische Inhalte. Die CDA stellt ein Austauschmodell für klinische Dokumente zur Verfügung und gilt als erster offizieller Standard im Gesundheitswesen auf der Basis von XML. Ein CDA Dokument ist ein definiertes und vollständiges Informationsobjekt, das Text, Bilder, Audio und andere multimediale Objekte enthalten kann [45].

### 3.4.2 Integration der CAD in eine Telekonsultationsanwendung

Sowohl die Telemedizin als auch die CAD erleben als Spezialgebiete der medizinischen Informatik eine rasante Entwicklung. Zur Zeit existieren schon mehrere telemedizinische Anwendungen für die Radiologie, Dermatologie, Kardiologie und andere medizinische Fachdisziplinen. Manche befinden sich in der Entwicklungsphase, andere werden schon vermarktet [53]. Der Bereich der CAD wächst schnell und umfasst praktisch alle bildgebenden diagnostischen Verfahren in der Medizin (z.B. Röntgen, Computer Tomographie, Magnetresonanztomographie, Ultraschall). CAD-Anwendungen stellen ein zusätzliches Instrument für die Diagnostik dar. Einerseits entlasten sie den Arzt bei sich wiederholenden Untersuchungen als Zweitbefunder (z.B. bei Brustkrebscreening), andererseits helfen sie in komplizierten klinischen Fällen die richtige Entscheidung zu treffen (z.B. bei der differentialdiagnostischen Unterscheidung zwischen benignen und malignen melanozytären Hautläsionen) [30].

Die beiden Anwendungsgruppen (Telekonsultation und CAD) haben mehrere allgemeine Ziele zu erreichen: Qualitätsverbesserung der Patientenbehandlung, Kostensenkung, Fortbildung und Unterstützung des Arztes in komplizierten diagnostischen und therapeutischen Situationen [30][68]. Die Entwicklung vieler solcher Systeme hat in Form von Forschungsprojekten angefangen. Dabei wurden viele eigenständige Programme konzipiert. Die daraus entstandene fehlende Integration in die vorhandene Systeme (KIS, POS, PACS) behindert die Weiterentwicklung und Verbreitung dieser Systeme in der Praxis [1][3][23][58][89]. Die Integration solcher Systeme miteinander und somit das Entstehen von hybriden integrierten Systemen scheint eine vielversprechende Lösung für dieses Problem zu sein. Die hybriden Systeme bieten mehr Funktionalität und haben gemeinsame Integrationschnittstellen. So kann die in den ENDOTEL Store-and-Forward Telekonsultationsdienst (EST) zu integrierende CAD-Komponente die im Rahmen von ENDOTEL implementierten Integrationsmechanismen benutzen, um die erzeugten patientenbezogenen Daten für eine elektronische Patientenakte bereitzustellen. Nur auf diesem Weg können die CAD-Anwendungen mit ihrer sehr begrenzten Aufgabenstellungen ein Teil eines umfassendes Informationssystem werden.

Bezüglich der Integration von entscheidungsunterstützenden Systemen sollte man die drei folgenden Aspekte unterscheiden:

1. Datenintegration – das integrierte DSS entnimmt die benötigten Daten (z.B. digitale Röntgenaufnahmen) direkt aus dem Informationssystem des Klinikums.
2. Funktionsintegration – die Funktionalität des DSS wird bei der routinemässigen Nutzung des Informationssystems angeboten
3. Präsentationsintegration - die vom DSS erzeugten Daten sollen adäquat und konsistent in dem integrierten Kontext präsentiert werden [10][89].

Bei der Integration einer CAD-Komponente in einen Telekonsultationsservice müssen diese drei Aspekte berücksichtigt werden. Das Modul muss also dazu fähig sein, die für eine Telekonsultation erzeugten multimediale Inhalte zu übernehmen, zu bearbeiten und die neu erzeugten Inhalte (Merkmalswerte, Klassifikationsergebnisse usw.) an die Telekonsultationsanwendung zurückzugeben. Damit wird Datenintegration erreicht. Um die Funktionalität von CAD in den Prozess der Telekonsultation vollständig zu integrieren, muss der Telekonsultationsablauf möglichst präzise modelliert und analysiert werden. So kann festgestellt werden, wann und in welcher Form die CAD-Funktionalität aufgerufen werden kann. Die Präsentationsintegration bedarf einer umfassenden Analyse und Modellierung des klinischen Kontexts einer Telekonsultation.

## 4 Material und Methoden

### 4.1 Prototyp

Diese Arbeit erweitert das im Rahmen von ENDOTEL entwickelte Konzept eines Kommunikationssystems zur asynchronen Telekonsultation in der Gastroenterologie [56]. Das Konzept wurde in der ersten Version des ENDOTEL Store&Forward Telekonsultationsdiensts (EST) implementiert, und Teile davon werden auch in der neu entwickelten Version des EST verwendet. Als CAD-Anwendungsprototyp für das neue Programm dient die in Kapitel 3.3.4 beschriebene Anwendung OTEUS [51][47][42]. Im Zuge der Doktorarbeit wurde eine neue, an die Integration angepasste Version des Programms entwickelt. In dieser neuen Version sollten zusätzliche Merkmale und neue bildverarbeitende Algorithmen implementiert werden. Das zu entwickelnde Konzept sollte unmittelbar in der neuen Programmversion umgesetzt werden.

### 4.2 Unified Modeling Language (UML)

#### 4.2.1 UML und Prozess der Softwareentwicklung

Software gehört zu den komplexesten von Menschen geschaffenen Systemen. Seit jeher versucht der Mensch, die Weltkomplexität mit Modellen zu bewältigen. Ein Modell dient dabei als eine vereinfachte Darstellung der Wirklichkeit. Es enthält nur die für den jeweiligen Zweck wichtigsten Fakten und Zusammenhänge der Realität. Ein Modell wird als Wahrheit angenommen, immer wieder in passenden Situationen angewendet und bei Bedarf verfeinert oder verworfen. Die aus der Anwendung des Modells entstehenden Ergebnisse werden als Kriterien für die Angemessenheit des Modells betrachtet. Infolgedessen existieren adäquate fachspezifische Modelle nur in den Köpfen von Fachexperten [68][56][74][39].

Der Prozess der Softwareentwicklung ist der Vielfältigkeit der Umwelt entsprechend komplex. Man spricht von der technischen und sozialen Komplexität der Software. Unter *technischer Komplexität* versteht man die Vielseitigkeit der Aufgabenstellung an ein Programm. So bietet z.B. das ENDOTEL System verschiedene Funktionen für Text-, Bild-, Audio- und Videoverarbeitung und Datentransport, sowie eine Komponente für das Teleconferencing und ein internetbasiertes Lehrbuch (siehe 2.2.4). Da moderne Software einerseits in einem Team entwickelt werden muss, andererseits in ein soziales Umfeld (z.B. Krankenhaus, Betrieb) eingebettet ist, spricht man von *sozialer Komplexität* der Software. Der Prozess der Softwareentwicklung ist ein sehr personenbezogener Vorgang, bei dem zunehmend psychologisches, linguistisches und erkenntnistheoretisches Wissen sowie kommunikative Fähigkeiten wichtig sind [56][74][39].

Die Objektorientierung ist eine der modernsten und am weitesten verbreiteten Entwicklungsmethoden. Objektorientierung ist eine Weltsicht. Ein objektorientiertes Modell ist als eine Abstraktion des zugrundeliegenden Problems definiert. Der Bereich, aus dem Problem stammt, nennt man *Domäne* (engl. *Domain*). Ein objektorientiertes Modell besteht aus Objekten. Als *Objekt* kann man eine beliebige Entität aus der realen Welt bezeichnen. Ein Objekt ist durch seine Attribute und Funktionalität gekennzeichnet. Die Objekte interagieren miteinander, indem sie bestimmte Nachrichten versenden und empfangen. Die Klassen (classes) in den objektorientierten Programmiersprachen entsprechen den Objektentwürfen. Eine Klasse fasst die Objektattribute und das Objektverhalten in einer Einheit zusammen. Objekte sind Instanzen von Klassen [6][46][77][72].

UML dient der Spezifikation, Visualisierung und Dokumentierung von Softwaresystemmodellen, einschließlich deren Struktur und Design, um die Anforderungen an das System bestmöglich zu erfüllen. UML ist eine hauptsächlich graphische Notation für die objektorientierte Modellbeschreibung und stellt damit ein universelles Werkzeug für die fachübergreifende Kommunikation zur Unterstützung objektorientierter Softwareentwicklung dar. Die Abstraktionsstufe von UML unterstützt am besten die Teamarbeit, indem sich die Mitarbeiter mit unterschiedlichen Qualifikationen mit einer Gruppe von identifizierten Objekten beschäftigen. Am Ende entsteht ein System, das aus einer Menge von Klassen besteht, deren Exemplare (Objekte) miteinander interagieren, um die Aufgabe zu lösen [55][74][77].

Softwareentwicklung ist ein iterativer Prozess, der aus verschiedenen Stadien von der Modellierung bis zur Systemevaluierung besteht. Es werden so viele Iterationen durchlaufen, bis das Programm die notwendige Reife erreicht hat. Es wurden verschiedene Modelle des Softwareentwicklungsprozesses erarbeitet (z.B. V-Modell, Rational Unified Process) [28][79][72]. In dieser Arbeit wurde der von oose.de GmbH entwickelte Object Engineering Process (OEP) verwendet (Abb. 9). Dieses Modell ist ein praxisorientierter und praxiserprobter Vorgehensleitfaden für die objektorientierte Softwareentwicklung, der verhältnismäßig einfach an unternehmensspezifische Bedürfnisse anzupassen ist. [74][46]. Die Praxisorientierung, Flexibilität und eine gute methodische Auslegung dieses Prozesses sind die Hauptgründe für die Anwendung des OEP im Rahmen dieser Doktorarbeit.

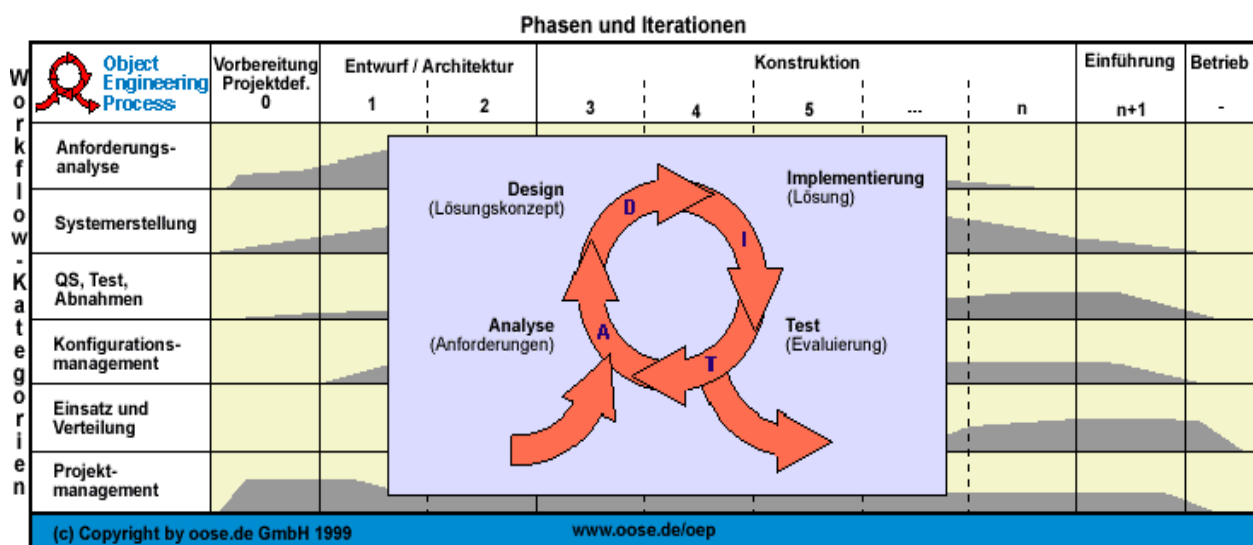


Abb. 9 Object Engineering Process (OEP) nach oose.de GmbH [46]

Das OEP-Modell sieht 5 Phasen vor, von denen die Entwurfs- und Konstruktionsphase iterativ abgewickelt werden. Der Vorgehensleitfaden besteht aus Phasenbeschreibungen, Meilensteinen, Iterationen, Prozessen, Aktivitäten, Akteuren, Ergebnissen u.a., wobei die Aktivitäten zur Anforderungsanalyse und Systemerstellung umfasst das OEP Modell auch die Bereiche Tests, AbnahmeprozEDUREN, praktischer Einsatz, Qualitäts-, Konfigurations-, Änderungs-, Prozess- und Projektmanagement. Dieses Modell ist auf eine dreischichtige Architektur (Client, Server, Host) mit Business-Objekten auf den Servern, zentraler relationaler oder hierarchischer Datenbank auf dem Großrechner und Integration von prozeduralen Legacy-Anwendungen zugeschnitten. Dieses Profil entspricht der Anwendungsarchitektur und den Integrationsanforderungen von ENDOTEL.

Die Doktorarbeit beschäftigt sich mit den beiden ersten Schritte des beschriebenen Prozesses, der Objektorientierten Analyse und dem Objektorientierten Design.

#### 4.2.2 Objektorientierte Analyse

Die Objektorientierte Analyse (OOA) beschäftigt sich mit der Entwicklung von Systemanforderungen und Spezifikationen in der Form eines Systemobjektmodells. Dieses Modell beschreibt das zu entwickelnde System als eine Menge interagierender Entitäten (Objekte), was die OOA von anderen Analysemethoden unterscheidet [57][74][39][96]. Die OOA betrachtet die Welt als Objekte und Ereignisse. Objekte haben eine bestimmte Datenstruktur und ein vorgegebenes Verhalten. Bestimmte Ereignisse lösen Aktionen aus und ändern das Verhalten oder den Zustand von Objekten.

Die Systemanalyse gehört zu den anspruchsvollsten Tätigkeiten der Softwareentwicklung, da die Anforderungen der Anwender in der Regel unklar, widersprüchlich sowie fallorientiert sind und sich auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen befinden [57]. Um alle Anforderungen an ein Objekt zu beschreiben, muss der Analytiker verschiedene Submodelle entwickeln. So enthält das Objektmodell (information or object model) die Definitionen der identifizierten Objekte (Name, Attribute, Beziehungen zu den anderen Objekten), wobei ein Statusmodell (state or behavior model) das Verhalten der Objekte als eine Reihe verschiedener Zustände (states), möglicher Zustandsübergänge (transitions) und zustandsverändernder Ereignisse (events) beschreibt. Das Ziel der OOA ist also ein, von der Implementierung unabhängiges und maximal den Vorstellungen der Benutzer entsprechendes, Systemmodell zu entwickeln. Auf der Basis dieses Modells entwickelte Software hat die folgenden Eigenschaften: Wartbarkeit (maintainability), Wiederverwendbarkeit (reusability) und Produktivität (productivity). Unter Wartbarkeit versteht man einen möglichst kleinen Aufwand für System- oder Komponentenänderungen, für die Fehlerbehebung, eine Attribut und Leistungsverbesserung oder die Anpassung des Systems an geänderte Betriebsbedingungen. Die Wiederverwendbarkeit bezeichnet das Maß, in dem die Softwaremodule und andere Arbeitskomponenten in mehreren Programmen verwendet werden können. Die Produktivität ist die Qualität des Systemnutzens [96].

Die OOA ist als erste Phase der Softwareentwicklung aus folgenden Gründen besonders wichtig:

1. Der Softwareentwickler lernt den Problembereich kennen. Wie schon in Kapitel 4.2.1. erwähnt wurde, existieren fachspezifische Modelle und das Fachwissen nur in den Köpfen der Experten. Um mit dem Experten diskutieren zu können, braucht auch der Softwareentwickler die problembezogene Information. Das mit der OOA entwickelte Systemobjektmodell stellt das benötigte Wissen in einer für den Entwickler verständlichen Form (als Diagramm oder standardisierte Beschreibung) dar.
2. Der Anwender ist in den Prozess der Softwareentwicklung miteinbezogen und kennt seinen Einfluss darauf. Die enge Zusammenarbeit den Anwender und Entwickler schafft die Voraussetzungen für praxisbezogene Lösungen und bessere Akzeptanz des neuen Systems bei Fachexperten. Damit werden auch viele praktische Probleme wie Standardabläufe, Schwerpunkte usw. effizienter gelöst. In der Analysephase miteinbezogene Fachexperten werden dadurch motiviert, genauer über ihre Vorstellungen nachzudenken.
3. Als Ergebnis der Analyse entsteht ein Dokument mit Anforderungen an das System (Pflichtenheft). Das Pflichtenheft dient als Vertragsgrundlage zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer. Die Anforderungen sollen möglichst eindeutig, widerspruchsfrei, vollständig, überprüfbar und nachvollziehbar formuliert werden.

4. Es entsteht ein Systemobjektmodell, das die Entitäten, deren Beziehungen und Verhalten beschreibt. Das Modell fließt in das Design der Softwarearchitektur ein und wird dort ergänzt und verfeinert [57][74][46][79][72].

#### 4.2.3 Objektorientiertes Design

Objektorientiertes Design (OOD) bezieht sich auf die Entwicklung eines objektorientierten Modells des zu entwickelnden Softwaresystems. Dieses Modell baut auf dem Systemobjektmodell aus der OOA auf und implementiert möglichst alle in der ersten Phase identifizierten Anforderungen. Das OOD wandelt die identifizierten Objekte in Klassen um, definiert Nachrichtenprotokolle, Datenstrukturen und Funktionen für die Objekte und stellt sie in einer Objektorientierten Programmiersprache (JAVA, C++ usw.) dar. Das OOD besteht aus zwei Schritten. Im ersten Schritt wird das System in mehrere große und komplexe Objekte zerlegt (high-level design). Diese Objekte entsprechen den Softwarearchitekturkomponenten und verkörpern damit die funktionellen Einheiten der Anwendung. In dieser Phase kann man die existierenden Objekte aus anderen Systemen oder aus Standardbibliotheken verwenden oder eigene Objekte entwickeln. So wird die Wiederverwendbarkeit von Objektorientierten Modellen realisiert. Im zweiten Schritt werden Attribute und Methoden der einzelnen Objekte und die für die Kommunikation der Objekte untereinander benötigten Ereignisse näher spezifiziert (low-level design). Diese Beschreibung in Form einer Dokumentation ist die Grundlage für die spätere Implementierung. Während der Implementierung werden die Attribute als Variablen und die Methoden als Funktionen dargestellt. Die Ereignismodelle hängen von der ausgewählten Programmiersprache ab.

OOA und OOD sind eng miteinander verbunden. Deswegen werden in den beiden Phasen die gleichen Notationen verwendet. Aber die äußerlich ähnlichen Diagramme befinden sich auf verschiedenen Abstraktionsebenen. Die OOA befasst sich grundsätzlich mit Systemanforderungen, während das OOD ist ein Übergang zu der technischen Realisierung der Anwendung. Nach dem OOD besteht eine gut strukturierte Softwarearchitektur aus einer in Hierarchien geordneten Menge von Klassen und einer Anzahl von Interaktionen zwischen diesen Klassen. Das Hauptziel dieser Architektur ist ein bestimmtes Systemverhalten zu realisieren [57][74][96].

### 4.3 **Entwicklungsumgebung**

Für die Unterstützung der objektorientierten Softwareentwicklung wurde eine Reihe von sog. CASE-Tools (Computer-Aided Software Engineering Tools) entwickelt. Diese Anwendungen unterstützen das Entwicklerteam in verschiedenen Phasen der Softwareentwicklung. Das Cornegie Mellon Software Engineering Institute[104] gibt folgende Definition:

*“A CASE-Tool is a computer-based product aimed at supporting one or more software engineering activities within a software development process“.*

Da unter den Begriff sehr unterschiedliche Programmtypen wie Compiler, Modellierungsanwendungen, Debugger usw. fallen, wurde eine Klassifikation von CASE-Tools erarbeitet [104]

1. Anwendungen für die Unterstützung des Anwendungsdesigns (design methods support tool) und der Anwendungsentwicklung (development tools). Häufig wird mit dem Begriff CASE-Tool nur die erste Gruppe bezeichnet.
2. Anwendungen für die Unterstützung von früheren (requirements und design support tools) und späteren (test support tools) Phasen. Die ersten werden front-end CASE tools, die letzteren back-end CASE tools genannt.

3. Vertikale und horizontale CASE-Tools. Die zwei Gruppen haben unterschiedliche Geltungsbereiche. Die horizontalen Tools werden nur in einer Phase (z.B. Kodierung) eingesetzt, die vertikalen unterstützen mehrere Lebenszyklen (documentation tools)

Die ersten CASE-Tools konzentrierten sich auf einzelne Schritten der Softwareentwicklung (z.B. Dokumentation, Versionsverwaltung, Design). Als sich die einzelnen Anwendungen in diesem Bereich etablierten, wurde die Notwendigkeit der Integration der einzelnen Module erkannt. So entstanden die integrierten CASE-Umgebungen.

*“A CASE-environment is a collection of CASE tools and other components together with an integration approach that supports most or all of the interactions that occur among the environment components, and between the users of the environment and the environment itself” [104].*

Solche integrierten Plattformen unterstützen durchgehend alle oder mehrere Schritte der Softwareentwicklung von der Analyse bis zur Quellcode- und Versionsverwaltung. Diese Plattformen ermöglichen eine Abstraktion des Quellcodes, was sich in einer höheren Systemeffizienz niederschlägt. Die Abstraktionsebene des Systemmodells erleichtert die Zusammenarbeit in einem großen Entwicklungsteam, da die Entwickler nur mit einem Teil des Systems interagieren und einen schnellen Zugang zu den allgemeinen Klassen, Methoden und Schnittstellen haben. Die modernen CASE-Plattformen unterstützen mehrere Programmiersprachen (JAVA, C++, C#, XML usw.) und können aus UML-dokumentierten Modellen die Grundstruktur einer Applikation in Form von Klassendefinitionen und Funktionsprototypen erstellen [43]. In eine Plattform integrierte Compiler, Debugger, Systemdesign-, Versionsverwaltung-, Dokument-, Netzwerk- und andere Tools haben normalerweise eine einheitliche Oberfläche und ein allgemeines Managementsystem.

Im Rahmen von ENDOTEL und dieser Doktorarbeit wird das *Together Control Center Version 6.0* (TogetherSoft Corporation, USA) als CASE-Tool verwendet [48]. Das Tool ist eine integrierte Model-Build-Deploy Plattform für die objektorientierte Softwareentwicklung.

Die Version 6.0 des Together Control Center unterstützt die Version 1.3 der UML. Für die Implementierung und Integration des Moduls werden Programmiersprache JAVA (Sun Microsystems Inc., USA) und die Entwicklungsumgebung JBuilder Version 5.0 (Borland Software Corporation, USA) eingesetzt.

Als Hardwareplattform wird ein IBM PC mit dem Pentium IV Prozessor, Frequenz 1,8 GHz, Festplatte 18 GB und Arbeitsspeicher 512 MB verwendet. Die notwendigen Textdokumente werden mit Hilfe von Microsoft Word 2000 (Microsoft Corporation, USA) erfasst.



## 5 Ergebnis

### 5.1 Analyse

#### 5.1.1 Systemidee und Zielsetzung

Die Entwicklung eines Systems beginnt damit, dass die grundsätzliche Zielsetzung und Systemidee festgelegt wird. Die genaue Zielsetzung und Systemideebeschreibung wird mit den Fachexperten und End-Usern abgestimmt. Aus der kurzen Beschreibung der angestrebten Systemfunktionalitäten werden auch die Kriterien für die Bewertung des entwickelten Systems abgeleitet. Wird ein System ohne eine ausführliche Beschreibung der Ziele entwickelt, so besteht die große Gefahr, dass der Entwicklungsprozess von unrealistischen Visionen und naiven Wünschen geprägt ist, was sich in aller Regel in einer unzureichenden Systemeffizienz und einer verlängerten Entwicklungsdauer niederschlägt. Nicht selten werden dann die erreichten Ziele zu den Projektzielen ernannt. Auf diesem Weg „fertig gestellte“ Systeme können sich jedoch, wenn überhaupt, nur schwer in der realen Welt etablieren [6][63][80].

Danach erfolgt eine kurze Beschreibung der Idee und der Zielsetzung des in dieser Doktorarbeit beschriebenen Integrationsvorhabens.

*Systemidee.* Es soll ein Modul für das halbautomatische Ösophagustumorstaging in das EST integriert werden. Dieses Modul sollte sowohl dem anfragenden Arzt als auch dem Konsiliar eine Entscheidungsunterstützung bei der Fragestellung bezüglich des T-Stadiums eines Ösophagustumors bieten. Dabei muss die Möglichkeit geschaffen werden, die mit diesem Modul erzeugten, multimedialen Inhalte zwischen den beteiligten Ärzten auszutauschen und für wissenschaftliche Zwecke zu sammeln und zu bewerten.

*Zielsetzung.* Der Entscheidungsunterstützungsprozess soll in den Telekonsultationsablauf so eingebettet werden, dass es zu keiner zusätzlichen Belastung und erhöhtem Zeitaufwand kommt. Das integrierte Modul soll sowohl im EST aus einem Video ausgeschnittene Standbilder, als auch extern erzeugte Dateien in unterschiedlichen Bildformaten bewerten und für die Telekonsultation bereitstellen können. Das Modul soll auf der Basis des bestehenden Prototypen neu implementiert werden. Bei der Neuimplementierung muss die Anwendungsarchitektur des Prototypen revidiert und verfeinert werden.

#### 5.1.2 Anforderungsbeitragende

Bevor man die Systemanforderungen ermittelt, muss zunächst herausgefunden werden, wer die Anforderungen an das System liefern könnte. Solche Personen nennt man Anforderungsbeitragende (in der englischsprachigen Literatur - stakeholders). Einige Anforderungsbeitragende sind von vornherein bekannt, andere können erst im Laufe der Analyse festgestellt werden. Es ist sehr wichtig, möglichst alle Anforderungsbeitragende in einer frühen Phase der Projektentwicklung zu identifizieren, da nicht berücksichtigte Anforderungen später den praktischen Einsatz des Systems erschweren oder sogar verhindern können. Als praktisches Beispiel kann man die Anforderungen der Buchhaltung nehmen. Wenn es um ein Forschungsprojekt geht, kann es unnötig erscheinen, diese Option zu berücksichtigen. Aber wenn das System erfolgreich ist und in die medizinische Praxis integriert wird, kann diese Anforderung sich als kritisch erweisen [80][48].

Das Diagramm in Abb. 10 fasst alle identifizierten Anforderungsbeitragenden für das Integrationskonzept der vorliegenden Arbeit zusammen.

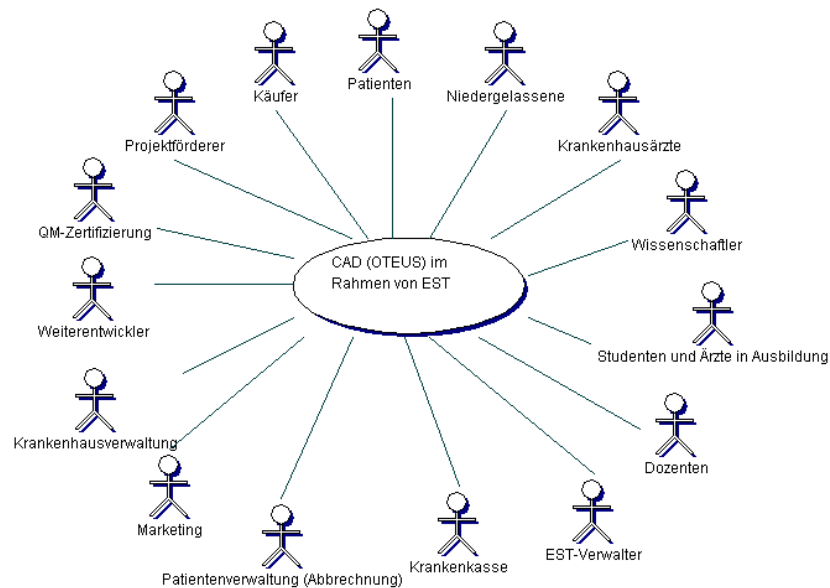


Abb. 10 Anforderungsbeitrager für das Integrationskonzept

Die Anforderungsbeitrager werden als s.g. Akteure (die Strichmännchen) im Diagramm dargestellt. Ein *Akteur* in UML stellt eine außerhalb des zu realisierenden Systems liegende Einheit dar, die an der beschriebenen Interaktion mit dem System beteiligt ist. Die entsprechende Interaktion wird mit einem Anwendungsfall (eine Ellipse) beschrieben. Ein *Anwendungsfall* in UML ist zeitlich Konsistent, hat einen Auslöser und führt zu einem für den Akteur wahrnehmbaren Ergebnis. Diese drei Kriterien sind für die Identifikation eines Anwendungsfalles besonders wichtig. Eine durchgezogene Linie zwischen einem Anwendungsfall und einem Akteur entspricht der Teilnahme dieses Akteurs an dem Anwendungsfall [39][80][83].

Alle Anforderungsbeitrager für das Integrationskonzept sind an der Anwendung von CAD im Rahmen von EST beteiligt. Die Anforderungsbeitrager kommunizieren direkt oder indirekt mit dem EST. Im Rahmen dieses Dienstes werden ein oder mehrere Module für die CAD für bestimmte Fragestellungen angeboten. Deswegen wird als einziger Anwendungsfall in diesem Diagramm das *CAD-Modul im Rahmen des EST* dargestellt. Der Auslöser dieses Anwendungsfalles ist eine ärztliche Anforderung von Entscheidungsunterstützung. Die zeitliche Konsistenz und ein wahrnehmbares Ergebnis des CAD-Prozesses (Zweitmeinung) sind auch vorhanden. Diese drei Kriterien erlauben es zu behaupten, dass es sich bei diesem Anwendungsfall um eine neue Systemfunktion des EST handelt. Deswegen wird das in dieser Doktorarbeit entwickelte Konzept als eine Erweiterung des EST-Konzeptes betrachtet. Dabei müssen alle Anforderungsbeitrager des EST miteinbezogen werden.

Als die zwei wichtigsten Gruppen von Anforderungsbeitrager für das Integrationskonzept sind zu unterscheiden: das Projektteam und die Fachexperten. Das Projektteam belegt die Rollen des Wissenschaftlers, des EST-Verwalters und des Weiterentwicklers. Die Fachexperten können die Rolle des Dozenten, des Niedergelassenen, des Krankenhausarztes, des auszubildenden Arztes und des Käufers annehmen. Damit sind die meisten Gruppen von Anforderungsbeitrager abgedeckt. Die Tabelle 3 repräsentiert die festgelegten Ansprechpartner.

Tabelle 3. Ansprechpartner für das Integrationskonzept

Position	Ansprechpartner
ENDOTEL-Projektleiter	Herr Dr. Horsch
Projektmitarbeiter	Herr Sussmann
Projektmitarbeiterin	Frau Dr. Nätscher
Oberarzt der II Med. Klinik Klinikum rechts der Isar	Prof. Dr. Allescher

### 5.1.3 Geschäftsprozesse

Ein *Geschäftsprozess* ist eine Zusammenfassung von organisatorisch von evt. verteilten, fachlich jedoch zusammenhängenden Aktivitäten, die notwendig sind, um einen Geschäftsvorfall ergebnisorientiert zu bearbeiten. Die Aktivitäten eines Geschäftsprozesses stehen in zeitlichen und logischen Abhängigkeiten zueinander. Ein Geschäftsprozess wird durch ein Ereignis gestartet und hat mindestens ein sichtbares Ergebnis [80]. Geschäftsprozesse beschreiben das fachliche Gebiet in abstrakter Form. Die identifizierten Geschäftsprozesse spiegeln die wichtigsten Abläufe wieder, in denen die Akteure verwickelt sind. In diesem Sinne setzt die Beschreibung von Geschäftsprozessen einen groben Rahmen für die Funktionalität des zu entwickelnden Systems.

Der Hauptprozess in der praktischen Medizin ist die Patientenbehandlung. Abb. 11 beschreibt in der Form eines Aktivitätsdiagramms den Prozess der Patientenbehandlung. Da die wichtigsten Geschäftsprozesse einer asynchronen, computergestützten Telekonsultation im Rahmen einer Diplomarbeit im Institut identifiziert wurden, bauen die folgenden Diagrammen auf dieser Arbeit auf [63].

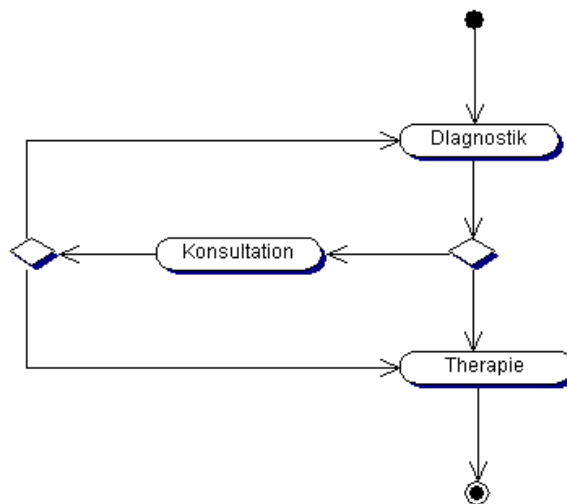


Abb. 11 Prozess der Patientenbehandlung

Das Diagramm beschreibt den Prozess der Patientenbehandlung als ein komplexes Vorgehen, das im einfachsten Fall aus Diagnostik und Therapie besteht. In manchen Situationen wird es durch den Zwischenschritt einer Konsultation erweitert. Da die CAD als Service primär die Prozesse der Diagnostik und der Konsultation unterstützt und die Therapieentscheidungen dem Arzt überlässt, wird der Geschäftsprozess Therapie hier weggelassen. Die unterschiedlichen Typen der Konsultation wurden in der Diplomarbeit von Thorsten Jansen

ausführlich beschrieben, auf sie wird deswegen hier nicht näher eingegangen. Stattdessen wird nur der Prozess der Telekonsultation näher betrachtet.

Im Ablauf einer Patientenbehandlung kann man die in der Abb. 12 dargestellten Geschäftsprozesse identifizieren, wobei hier nur jene Geschäftsprozesse betrachtet wurden, in die das zu entwickelnde System eingebunden ist.

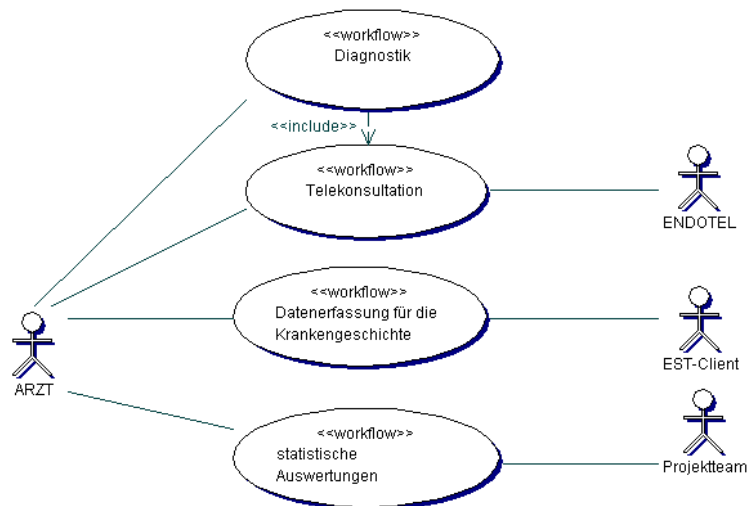


Abb. 12 CAD-relevante Geschäftsprozesse der Patientenbehandlung

Die Bezeichnung <<workflow>> (ein sog. *stereotype* in UML) weist darauf hin, dass das Diagramm Geschäftsprozesse beschreibt. Das EST und die CAD-Module werden in vier Geschäftsprozesse der Patientenbehandlung eingebunden: Diagnostik, Telekonsultation, Datenerfassung für die Krankengeschichte und statistische Auswertungen. Der gestrichelte Pfeil mit dem Stereotyp <<include>> zeigt, dass der diagnostische Prozess eine Telekonsultation beinhalten kann. In den folgenden Abschnitten werden alle Geschäftsprozesse erläutert. Zusätzlich wird jeder Geschäftsprozess mit einem Aktivitätsdiagramm beschrieben, das den grundsätzlichen zeitlichen Ablauf eines Prozesses und seine Untergliederung in einzelne Schritte zeigt [80][61].

### 5.1.3.1 Diagnostik

Als *Diagnose* bezeichnet man in der Medizin die nosologisch-systematische Benennung eines Krankheitsbildes. In der Praxis wird mit diesem Begriff die Summe der Erkenntnisse benannt, auf denen das ärztliche Handeln beruht. Alle auf die Diagnosererkennung gerichtete Maßnahmen werden unter dem Terminus *Diagnostik* zusammengefasst. Der Prozess der *Diagnostik* umfasst die Erhebung der Anamnese, die Untersuchung des Patienten, evt. auch seiner Ausscheidungen, Körpersäfte, Gewebe bzw. Zellen, Strahlenanwendung, Nutzung bioelektrischer Ströme oder des Schalls. Man unterscheidet im Rahmen der Diagnostik die klinische Untersuchung (Auskultation, Perkussion, Palpation, digitale Untersuchung) von zusätzlichen Untersuchungen. Die zusätzlichen Untersuchungen werden in Laboruntersuchungen (z.B. Blut-, Urinprobe, Biopsie, Zytologie, Bakteriologie) und apparative Verfahren (z.B. Endoskopie, Röntgen-, Ultraschall-, nuklearmedizinische Untersuchung) unterteilt [87].

Aus der Definition der Diagnostik ergibt sich, dass der diagnostische Prozess in der Medizin aus mehreren Schritten besteht, wobei manche Schritte (wie z.B. die Untersuchung der Körpersäfte) mehrmals wiederholt werden kann. Das Aktivitätsdiagramm in Abb.13 beschreibt die Diagnostik als mehrstufigen iterativen Prozess mit dem Endziel, eine

ausführliche standardisierte Diagnose zu formulieren. Nach den gesetzlichen Vorgaben der §295 und §301 des Fünften Sozialgesetzbuchs (SGB V) müssen die Diagnosen auf den Abrechnungsunterlagen und den Arbeitsunfähigkeitsbescheinigungen nach den Schlüsselziffern der Internationalen statistischen Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme verschlüsselt werden [60].

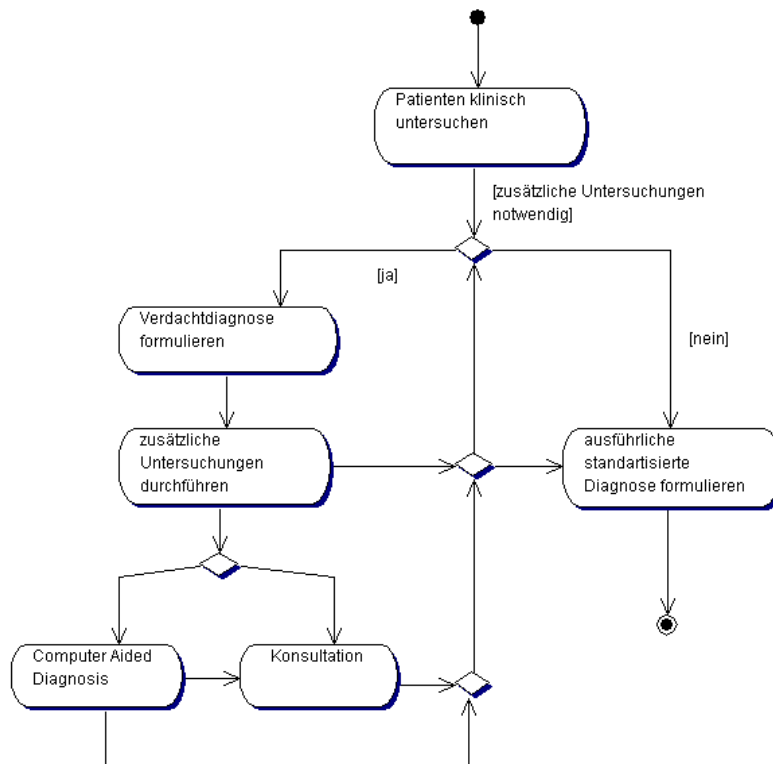


Abb. 13 Prozess der Diagnostik in der Medizin

Als eine der Aktivitäten im diagnostischen Prozess wurde die Möglichkeit der CAD integriert, obwohl CAD-Anwendungen heute noch keinen festen Platz in der Diagnostik besitzen. Nach Meinung des Autors kann ein CAD-Modul als Erweiterung der üblichen bildgebenden Untersuchungsmethoden betrachtet werden. Es kann entweder als Bestandteil einer Konsultation (besonders einer Telekonsultation), oder als eigenständiger “Konsiliar” bei passenden Fragestellungen (z.B. T-Staging von Ösophagustumoren) auftreten.

### 5.1.3.2 Telekonsultation

Als Konsultation in der Medizin wird die ärztliche Beratung im Sinne des Konsiliums, oder auch das Sich-beraten-lassen durch einen Arzt bezeichnet. Eine Konsultation ist die älteste Form der Entscheidungsunterstützung in der Medizin [87].

Die modernen Kommunikationstechnologien stellen dem Arzt neue Mittel für die praktische Durchführung einer Konsultation zur Verfügung.

Eine *Telekonsultation* ist eine Konsultation unter Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologie zum Austausch gültiger Informationen für Diagnose und kontinuierliche Weiterbildung von Gesundheitsdienstleistern, wenn die räumliche Entfernung einen kritischen Faktor darstellt (vgl. 3.2.1).

Bei der asynchronen Telekonsultation stehen behandelnder Arzt und Konsiliar in indirektem Kontakt miteinander, um gemeinsam einen Fall zu beraten. Eine synchrone Telekonsultation ermöglicht einen direkten Kontakt zwischen beiden Ärzten in Form einer Telekonferenz. Bei einer asynchronen Telekonsultation im EST initiiert der behandelnde Arzt die Konsultation, indem er eine Anfrage als Paket mit verschiedenen Medien (Text, Audio, Video, Bilder) erstellt und an den Konsiliar verschickt. Der Konsiliar bewertet die Inhalte der Anfrage und verfasst und sendet sodann eine multimediale Antwort. Der schematische Ablauf einer Telekonsultation ist in Abb. 14 in Form eines Aktivitätsdiagramms dargestellt.

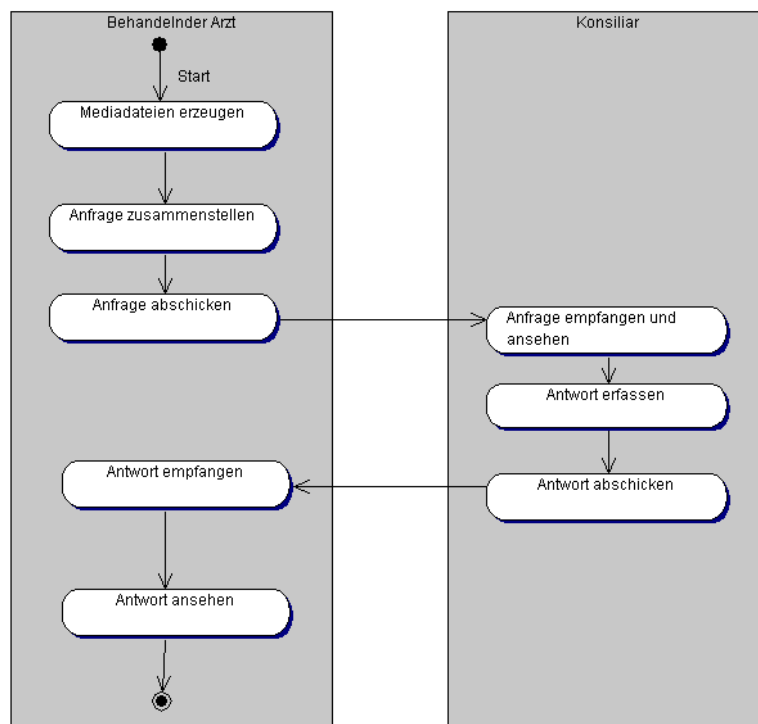


Abb. 14 Ablauf einer Telekonsultation

Die Rechtecke mit grauem Hintergrund (sog. *Schwimmbahnen*) ordnen die Aktivitäten unterschiedlichen Elementen und Strukturen zu. Sie legen fest, welches Objekt für welche Aktivität verantwortlich ist.

Die Integration einer CAD-Komponente in die Telekonsultation fügt der Diagnostik einen neuen Teilprozess CAD hinzu. Dieser Prozess verändert einerseits den Ablauf der Diagnostik, beeinflusst andererseits aber auch die Durchführung der Telekonsultation. Der anfragende Arzt und auch der Konsiliar können die CAD-Komponente für die Entscheidungsunterstützung anwenden. Nach der Integration der CAD in ein Telekonsultationssystem entstehen zwei Typen der Telekonsultation: 1) Telekonsultation ohne CAD-Komponente und 2) Telekonsultation mit CAD-Komponente. Der Ablauf einer Telekonsultation ohne CAD wurde schon in der Abb. 14 vorgestellt, das Aktivitätsdiagramm in Abb. 15 beschreibt den Ablauf einer Telekonsultation mit CAD-Komponente.

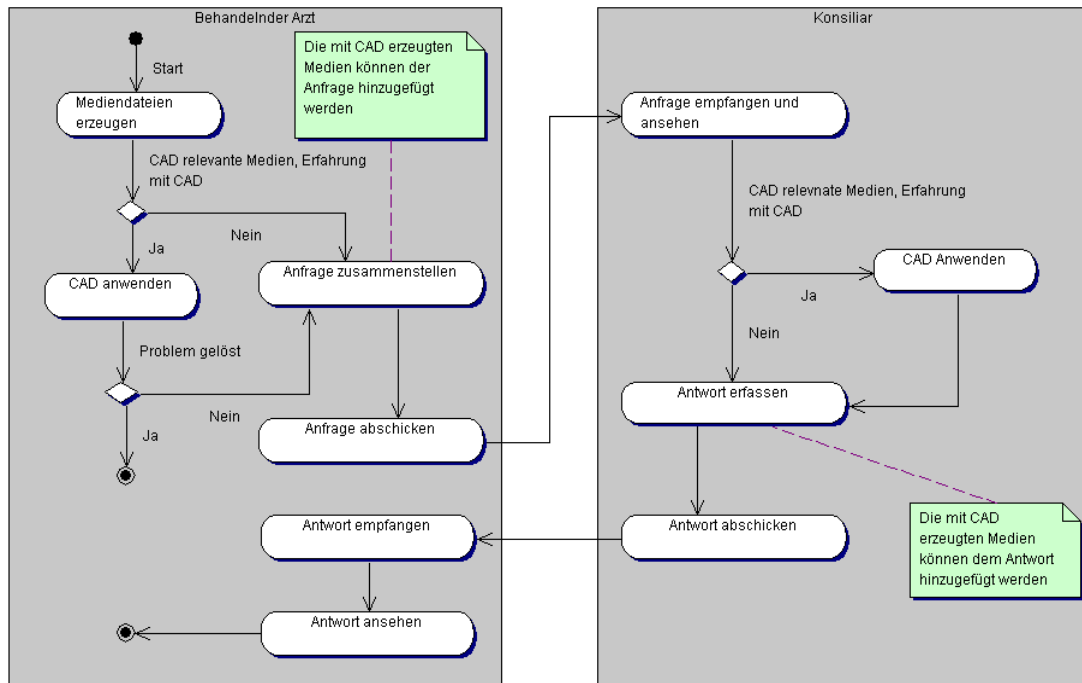


Abb. 15 Asynchrone computergestützte Konsultation mit CAD

Im Diagramm werden zwei Voraussetzungen für die Anwendung der CAD dargestellt: Nachdem die Mediendateien erzeugt wurden, muss entschieden werden, ob die für die CAD relevanten Medien im passenden Format vorhanden sind (Voraussetzung 1), und ob der Arzt genügend Erfahrung mit der CAD hat (Voraussetzung 2). Sind beide Voraussetzungen erfüllt, so kann der Arzt mit dem CAD-Modul die entsprechenden Daten bearbeiten. Dabei werden neue Mediendateien erzeugt (im hier verwendeten Tumorstagingmodul sind das z.B. Profilbilder und Overlays), die zu der Anfrage hinzugefügt werden können. Das Dargelegte gilt sinngemäß auch für den Konsiliar. Bei beiden Kommunikationspartnern wird angenommen, dass das CAD-Modul in ihrer Telekonsultationsinterface integriert und verfügbar ist.

Durch die erfolgreiche Verwendung der CAD-Komponente kann u.U. die Konsultation hinfällig werden. In diesem Fall wird der Vorgang der Telekonsultation beendet, ohne dass es tatsächlich zu einer Anfrage beim entfernten Experten gekommen ist. An dieser Stelle überschneiden sich die beiden Geschäftsprozesse Diagnostik und Telekonsultation. Einerseits erweitert die Integration der CAD-Option in den Telekonsultationsprozess die diagnostischen Möglichkeiten eines Arztes. Andererseits bietet der Konsultationsprozess mit der Aktivität "Erzeugen von Mediendateien" als einem festen Bestandteil jeder Telekonsultation die für die CAD notwendige Voraussetzung der Bilddatenbereitstellung. Sie erlaubt es dem Arzt, auch nicht-digitale Medien im Rahmen der Telekonsultationsanwendung zu digitalisieren und in dieser Form als Eingabe für die CAD zu verwenden, womit die gesamte Funktionalität der Telekonsultationsanwendung erweitert wird. Im Idealfall entsteht so ein integriertes DSS mit zwei Schichten (CAD und Telekonsultation). In der Abb. 16 ist das um den Geschäftsprozess CAD erweiterte Geschäftsprozessdiagramm der Patientenbehandlung dargestellt (vgl. Abb. 12).

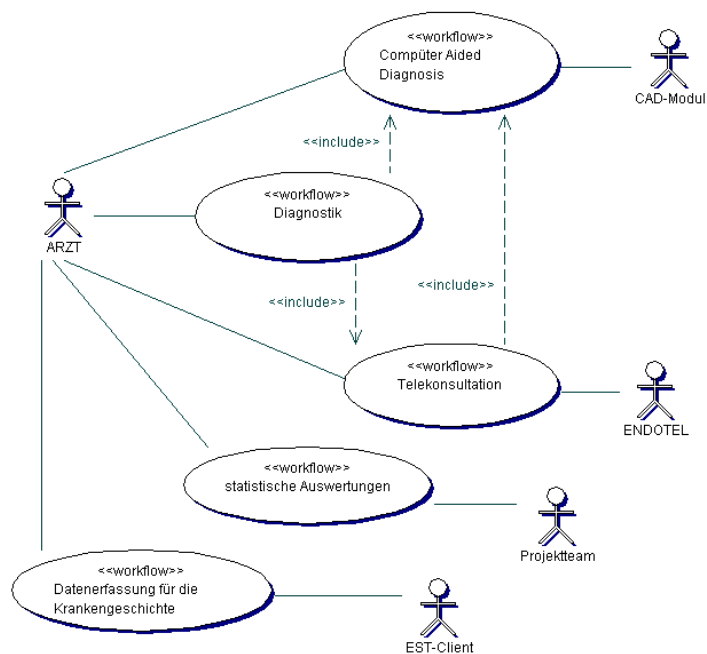


Abb. 16 Geschäftsprozesse der Patientenbehandlung mit einer CAD-Komponente

Ein Arzt hat zwei Möglichkeiten zur Einholung einer Zweitmeinung: Die erste Möglichkeit ist die Anwendung einer CAD-Komponente bei einer passenden Fragestellung. Die zweite Möglichkeit ist eine asynchrone oder synchrone Telekonsultation bei einem Konsiliar. Aber auch in diesem Fall kann die CAD-Komponente eine Entscheidungsunterstützung bieten, indem der Konsiliar die CAD-Komponente anwendet. Da der Geschäftsprozess der Telekonsultation die computergestützte Diagnostik einschließen kann, werden die beiden Geschäftsprozesse mit einem gestrichelten Pfeil mit dem Schlüsselwort <<include>> verbunden. Es muss jedoch betont werden, dass der neue Geschäftsprozess der computergestützten Diagnostik bei manchen Fragestellungen die Telekonsultation überflüssig machen kann, er ist aber bei den meisten klinischen Problemen außerhalb seiner Domäne kaum hilfreich. Der Grund dafür ist, dass die meisten CAD-Anwendungen sich auf dem engeren Ende des Blois-Trichters befinden und deswegen eher selten eine umfassende Unterstützung anbieten (vgl. 2.3).

#### 5.1.3.3 Datenerfassung für die Krankengeschichte

In §10 “Dokumentationspflicht” der Berufsordnung für die Ärzte Bayerns vom 12. Oktober 1997 (letzte Änderung am 14. Oktober 2001) heißt es:

„(1) Der Arzt hat über die in Ausübung seines Berufes gemachten Feststellungen und getroffenen Maßnahmen die erforderlichen Aufzeichnungen zu machen. Diese sind nicht nur Gedächtnisstützen für den Arzt, sie dienen auch dem Interesse des Patienten an einer ordnungsgemäßen Dokumentation.

(2) Der Arzt hat dem Patienten auf dessen Verlangen grundsätzlich in die ihn betreffenden Krankenunterlagen Einsicht zu gewähren; ausgenommen sind diejenigen Teile, welche subjektive Eindrücke oder Wahrnehmungen des Arztes enthalten. Auf Verlangen sind dem Patienten Kopien der Unterlagen gegen Erstattung der Kosten herauszugeben.

(3) Ärztliche Aufzeichnungen sind für die Dauer von zehn Jahren nach Abschluss der Behandlung aufzubewahren, soweit nicht nach gesetzlichen Vorschriften eine längere Aufbewahrungspflicht besteht.



(4) Nach Aufgabe der ärztlichen Praxis hat der Arzt seine ärztlichen Aufzeichnungen und Untersuchungsbefunde gemäß Absatz 3 aufzubewahren oder dafür Sorge zu tragen, dass sie in gehörige Obhut gegeben werden. Der Arzt, dem bei einer Praxisaufgabe oder Praxisübergabe ärztliche Aufzeichnungen über Patienten in Obhut gegeben werden, muss diese Aufzeichnungen unter Verschluss halten und darf sie nur mit Einwilligung des Patienten einsehen oder weitergeben.

(5) Aufzeichnungen auf elektronischen Datenträgern oder anderen Speichermedien bedürfen besonderer Sicherungs- und Schutzmaßnahmen, um deren Veränderung, Vernichtung oder unrechtmäßige Verwendung zu verhindern.“ [17]

Die Dokumentationspflicht ist also eine der grundlegenden ärztlichen Pflichten gegenüber dem Patienten. Die Gesamtheit der in den Krankenunterlagen, Arztbriefen etc. dokumentierten Daten des Patienten (eventuell einschließlich des aktuellen Vorgangs und der Epikrise) nennt man *Krankengeschichte*. Sie enthält die durch den Arzt und das Hilfspersonal vom Patienten und/oder von seinen Angehörigen in Erfahrung gebrachten Informationen über den bisherigen Gesundheitszustand (einschließlich bekannter Diagnosen, Heilmaßnahmen etc.; Anamnese) und die aktuelle Gesundheitsstörung. Mit diesem Begriff wird auch das Krankenblatt (die ärztlichen Aufzeichnungen eines aktuellen Krankheitsgeschehens) bezeichnet [87][105]. Die Erstellung einer Krankengeschichte ist ein mehrstufiger iterativer Prozess, der parallel zur Patientenbehandlung abläuft. Das folgende Aktivitätsdiagramm beschreibt den Prozess der Datenerfassung für die Krankengeschichte (Abb. 17).

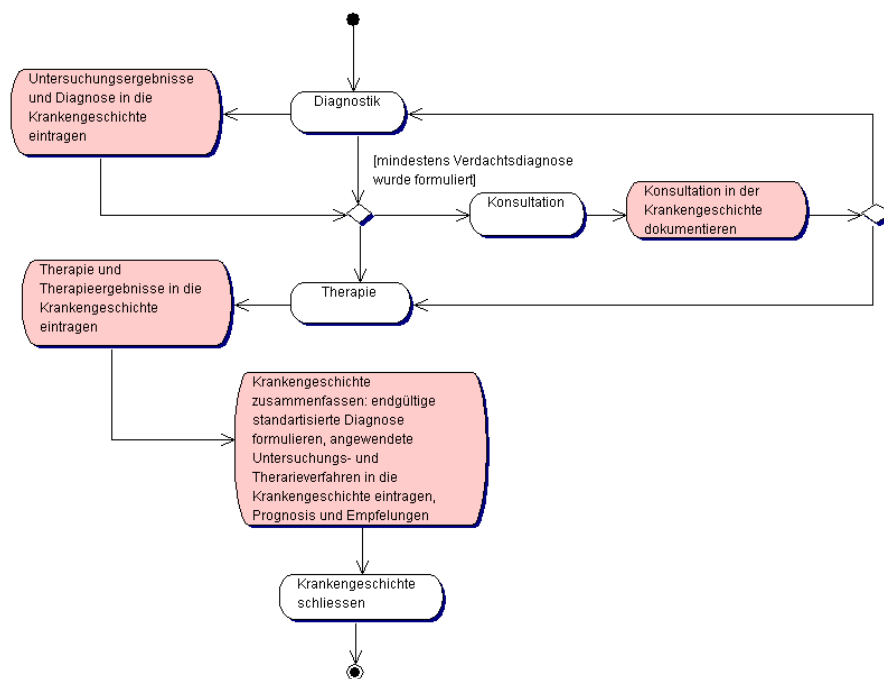


Abb. 17: Datenerfassung für die Krankengeschichte während einer Behandlungsepisode

In der Empfehlung der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung in der Gastrointestinalen Endoskopie vom 28.02.2000 unter §6.1 werden die Anforderungen an die medizinische Dokumentation im Bereich der gastroenterologischen Endoskopie formuliert. Der Empfehlung entsprechend sollen endoskopische Befunde unter Berücksichtigung einer einheitlichen Befundstruktur und Terminologie in einem einheitlichen Bogen dokumentiert werden. Hierbei soll die Befundbeschreibung mindestens folgende Punkte enthalten: Normalbefund, Ausdehnung und Vollständigkeit, Beurteilbarkeit, pathologischer Inhalt (z.B.

Blut), Läsion und ihre Attribute, Lokalisation und Ausdehnung (ggf. in Maßeinheiten), endoskopische Diagnose und endoskopische Therapie. Unter anderem muss die Abschlussdiagnose unter Einbeziehung der Zusatzuntersuchungen eingetragen werden. In diesem Sinne muss eine CAD als eine Zusatzuntersuchung betrachtet und dokumentiert werden, weil dieses Verfahren immer mit einem der bildgebenden Verfahren in der Medizin verbunden ist. Da die mit der CAD erhobenen Daten die diagnostischen und therapeutischen Entscheidungen beeinflussen, müssen sie unbedingt in der Krankengeschichte dokumentiert werden. Die dabei erzeugten multimedialen Daten müssen dem Punkt 5 des §10 der Berufsordnung gemäß mit besonderen Sicherungs- und Schutzmaßnahmen behandelt werden [17][33].

#### 5.1.3.4 Statistische Auswertungen

Dem §6.2 der Empfehlung der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung in der gastrointestinalen Endoskopie vom 28.02.2000 zufolge sind die statistischen Auswertungen ein wesentlicher Bestandteil der Qualitätssicherung in der Gastroenterologie [33].

Qualitätssicherung ist ein zielgerichteter Prozess zur Verbesserung der Patientenversorgung. Sie ist damit ein wichtiger Bestandteil der ärztlichen Berufsausübung. Voraussetzung zur Qualitätssicherung ist die Bereitschaft zur selbstkritischen Überprüfung der diagnostischen und therapeutischen Prozesse. Die Qualitätssicherung führt nur dann zum gewünschten Erfolg, wenn sie angstfrei und von direkt Betroffenen verantwortlich getragen und gemeinsam durchgeführt wird [84].

Zur Qualitätssicherung gehören:

- die Qualifikation von Ärzten und Fachpersonal sowie die Ausstattung der Arbeitsstätte (*Strukturqualität*).
- die Bewertung des Nutzens von Diagnostik und Therapie für den Patienten zur Optimierung der Indikationsstellung bei Durchführung der diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen (*Prozessqualität*).
- die Beobachtung und Prüfung der Ergebnisse diagnostischer und therapeutischer Maßnahmen (*Ergebnisqualität*)

Diesen drei Kategorien der Qualitätssicherung entsprechend kann man drei Gruppen von statistischen Auswertungen in Bezug auf eine CAD-Komponente identifizieren:

- 1) Statistiken über die Verbreitung und Nutzung der CAD spiegeln die Strukturqualität wieder. Man kann vermuten, dass, je höher die Qualifikation von Ärzten und besser die technische Ausrüstung der medizinischen Einrichtung ist, umso öfter CAD-Komponenten in der klinischen Routine verwendet werden. So kann ein CAD-Modul für das halbautomatische Ösophagustumorstaging nur in den spezialisierten Abteilungen für die gastroenterologische Endoskopie mit im Einsatz des EUS geschulten Personal und modernen Videoendoskopiegeräten zur Anwendung kommen.
- 2) Statistiken über die Bewertung des Nutzens der CAD im diagnostischen Routineeinsatz, was zur genauen Formulierung der Indikationen für eine CAD führen wird. Dies ist besonders für die Erforschung von Einsatzmöglichkeiten der CAD wichtig. Statistiken dieser Art reflektieren eine spezifische Komponente von Prozessqualität.
- 3) Statistiken über Veränderungen der Diagnose- und Therapiequalität unter Verwendung von CAD geben Aufschluss über den Einfluss auf die Ergebnisqualität. Im Falle positiver Auswirkungen darf erwartet werden, dass sie die Etablierung solcher Verfahren in der

Praxis beschleunigen.

Die oben genannten drei Typen der statistischen Auswertungen sind nicht nur für die Qualitätssicherung, sondern auch für die Systemevaluierung und die projektbegleitende wissenschaftliche Studien notwendig (vgl. Paragraph 2). Um die CDA-Komponente in diese drei Prozesse (Qualitätssicherung, Systemevaluierung, wissenschaftliche Studien) zu integrieren soll zuerst der wissenschaftliche Arbeitsprozess analysiert werden. In der Abb. 18 wird der wissenschaftliche Arbeitsprozess dargestellt.

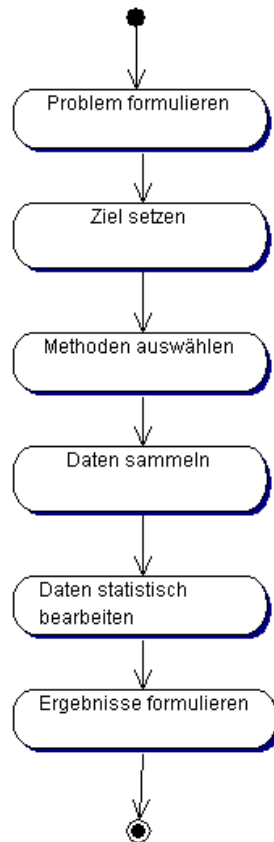


Abb. 18: Prozess der Durchführung statistischer Studien zum CAD-Einsatz

Die statistischen Auswertungen sind der Kern dieses Prozesses. Sie beziehen sich auf die Phase 5 „Daten statistisch bearbeiten“. Die zu integrierende CAD-Komponente kann die Phase 4 „Daten sammeln“ erleichtern, indem alle erzeugten Daten von Anfang an in einer strukturierten Form für die Wissenschaftler bereitgestellt werden. Dazu müssen möglichst alle künftigen Fragestellungen (Planung), Zugriffsmöglichkeiten und die Datenstruktur (Vorarbeiten, Materialübersicht und Materialauswahl) berücksichtigt werden.

#### 5.1.4 Interessen der Anforderungsbeitragenden

In dieser Phase müssen die Anforderungen der einzelnen Anforderungsbeitragenden identifiziert und dokumentiert werden. Diese Aufgabe ist nicht trivial, da verschiedene Anforderungsbeitragende unterschiedliche Interessen an dem zu erstellenden System haben. Diese Interessen können sich widersprechen und sind oft auch den Anforderungsbeitragenden nicht oder nicht ausreichend bewusst [74]. Unter solchen Bedingungen sind die Kommunikationskompetenz, eine gründliche Vorbereitung und passende Methoden für die Datenakquisition von besonderer Bedeutung. Die Anforderungen des EST-Projektteams wurden im Laufe projektinterner Besprechungen ausformuliert. Dabei wurden die Ergebnisse der früheren Besprechungen mit den Fachexperten miteinbezogen. Wichtig zu bemerken ist, dass das größte Teil der Systemanforderungen wurden im Laufe der Entwicklung der ersten und der zweiten Versionen des Projekts ENDOTEL identifiziert. Für die spätere schriftliche Befragung der potenziellen Anwender wurde ein Fragebogen entwickelt (Anhang 9.4). Diese Befragung soll die Erkenntnisse über die tatsächliche Marktsituation für die Integrierte CAD-Anwendungen bringen. Die identifizierten Anforderungen werden im Kapitel 5.1.8 ausführlich beschrieben.

#### 5.1.5 Geschäftsanwendungsfälle

Ein *Anwendungsfall* (engl.: use case) beschreibt in der natürlichen Sprache eine konsistente, zielgerichtete, zeitlich nicht unterbrochene Folge von Aktivitäten (zumeist) eines Akteurs, durch die ein für den Akteur sichtbares Ergebnis von fachlichem Wert entsteht. Die zeitliche Konsistenz, ein Auslöser und ein fachlicher Wert erlauben es, einen echten Anwendungsfall von untergeordneten Anwendungsfällen und einzelnen Funktionen zu unterscheiden. Ein Anwendungsfall beschreibt das gewünschte Systemverhalten aus der Sicht des Anwenders und bezieht sich auf die Anforderungen, die das System erfüllen soll [74]. Wichtig ist es, mit den Geschäftsanwendungsfällen den Fachbereich des späteren Anwendungsgebiets zu beschreiben, so dass später eine klare Systemgrenze gezogen werden kann. In den späteren Phasen der Analyse werden die Geschäftsanwendungsfälle in einzelne, vom System unterstützte Systemanwendungsfälle zerlegt. Aber bereits auf dieser Abstraktionsebene muss entschieden werden, welche Teile des identifizierten Geschäftsprozesses vom System unterstützt werden müssen und welche von den anderen Akteuren, bzw. schon existierenden Systemen unterstützt werden. Das Anwendungsfalldiagramm im Abb. 19 beschreibt Geschäftsanwendungsfälle und ihre Akteure für ein in den EST integriertes CAD-Modul.

Das integrierte CAD-Modul soll die folgenden vier Geschäftsanwendungsfälle unterstützen: „Daten Transport (import-export)“, „Bildanalyse (Merkmalsextraktion)“, „Merkmalswerte mit Klassifikatoren einschätzen“ und „Daten für die Auswertung bereitstellen“. Die Erstellung und die Verwaltung von EST-Dokumente liegt im Kompetenzbereich des EST-Clients, wobei die vom CAD-Modul erzeugten Multimediendateien als Dokumentenbestandteil verwendet werden (siehe Paragraf 3.4). Die Untersuchung von Patienten, die Diagnoseformulierung, das Entscheidungstreffen, die Patientenbehandlung und eine schriftliche Dokumentierung einer Telekonsultation in der Krankengeschichte sind die Aufgaben eines Arztes und werden somit aus der weiteren Analyse und Implementierung ausgeschlossen. Im weiteren Abschnitt werden nur für das CAD-Modul relevanten Anwendungsfälle behandelt

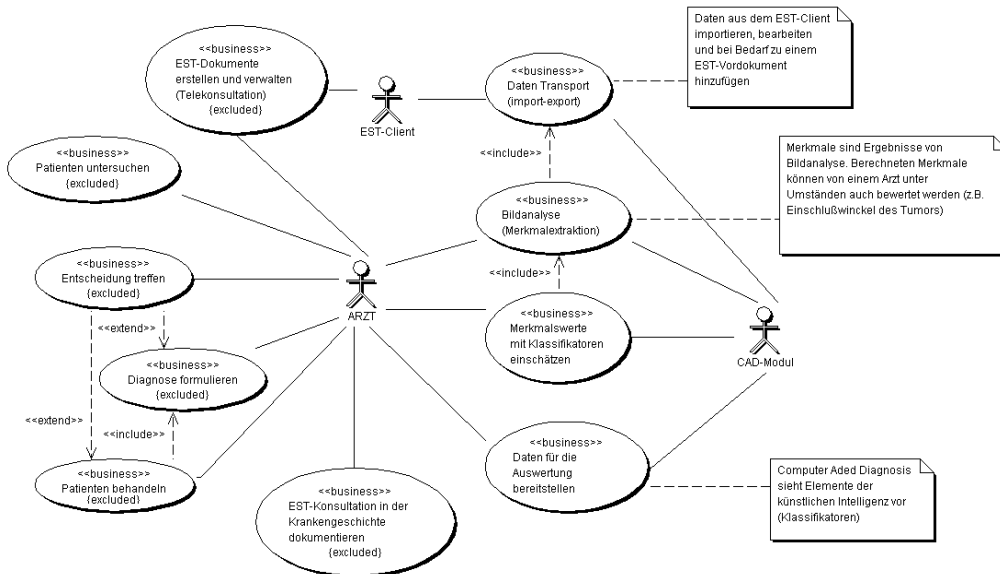


Abb. 19 Geschäftsanwendungsfälle und ihre Akteure

Der Geschäftsanwendungsfall „Daten Transport (import-export)“ stellt keinen echten Geschäftsanwendungsfall dar. Mit diesem Element werden zwei Prozesse zusammengefasst, die für die Datenübertragung aus dem EST-Client zum CAD-Modul und umgekehrt dienen. Im Konzept einer integrierten CAD-Anwendung entsprechen jedoch die beiden Prozesse (Import und Export von Multimediendateien) einer Kommunikationsschnittstelle zwischen dem EST-Client und dem CAD-Modul. Sie können deswegen mit einem Geschäftsanwendungsfall mit dem geschäftlichen Wert „Kommunikation zwischen CAD-Anwendung und EST-Client“ zusammengefasst werden.

Die Geschäftsanwendungsfälle „Bildanalyse (Merkmalsextraktion)“ und „Merkmalswerte mit Klassifikatoren einschätzen“ beschreiben die Logik und Funktionalität einer CAD-Anwendung (siehe Paragraph 3.3.2). Dabei stellt der Import einer oder mehrerer Multimediendateien (z.B. EUS-Bilder) aus dem EST-Client die Voraussetzung für die Bildanalyse dar. Die Berechnung der Merkmalswerte selber wird der Einschätzung mit Klassifikatoren vorausgesetzt. Diese Verhältnisse zwischen den Geschäftsanwendungsfälle werden im Diagramm mit den gestrichelten Pfeilen mit dem Stereotyp <<include>> dargestellt.

Des weiteren müssen alle identifizierten Geschäftsanwendungsfälle in Form von standardisierten Tabellen beschrieben werden. Für jeden Geschäftsanwendungsfall sollten Name, Kurzbeschreibung, Akteur(e), Auslöser, Ergebnis(se) notiert werden. In den Tabellen 4-13 (Anhang 10.6) werden die identifizierten Geschäftsanwendungsfälle beschrieben.

Aus diesen Anwendungsfällen ergibt sich das folgende Szenario:

Der Arzt untersucht einen Patienten mittels einer Gastroskopie. Dabei tritt ein diagnostisches Problem auf. In dieser Situation benötigt der Arzt eine Zweitmeinung und fordert eine Telekonsultation an. Die erhobenen Befunde werden mit den im EST-Client eingebauten Editoren digitalisiert und in Form einer Anfrage an den Konsiliar geschickt. Der Konsiliar bewertet die Befunde, formuliert seine Antwort und erfasst sie in Form einer oder mehreren Medien (z.B. Audiodatei und Bild) und schickt das Paket an den anfragenden Arzt zurück [56][57]. Aufgrunddessen kann ein CAD-Szenario im Rahmen einer Telekonsultation wie folgt aussehen: Nach dem Erzeugen von Medien, werden diese direkt zum CAD-Modul übertragen. Dabei bleiben die Originaldaten unberührt. Die Medien werden bei Bedarf im

Rahmen des EST-Client zusätzlich bearbeitet (z.B. Standbilder aus einem Video erzeugen, Qualitätsverbesserung mit einem Bildeditor) und erst dann zum CAD-Modul übertragen. Danach wird eine Bildanalyse durchgeführt und Merkmale werden extrahiert. Die Merkmalswerte werden von einem oder mehreren Klassifikatoren der TNM-Klassifikation nach eingestuft und das Endergebnis in einer menschlich lesbaren Form dem Arzt präsentiert. So erhält der Arzt eine zweistufige Entscheidungsunterstützung. Nach der Bildanalyse werden Merkmale extrahiert, die als objektive Bildeigenschaften dienen können. Im zweiten Schritt werden die Merkmale von trainierten Klassifikatoren eingestuft. Nach diesem Schritt erhält der Arzt vom System eine der Fragestellung angepasste Antwort. Dieser Vorgang wird als Teil einer Telekonsultation im EST-Client dokumentiert.

#### 5.1.6 Essentielle Beschreibung der Anwendungsfälle

Bevor die Anwendungsfälle inhaltlich konkretisiert und detailliert werden, muss der eigentliche Zweck jedes Anwendungsfalles herausgearbeitet werden [74]. Dabei ist es besonders wichtig, die stabilen Teile des System von voraussichtlich variablen Teilen zu unterscheiden. Dazu müssen die einzelnen Schritte jedes Anwendungsfalles daraufhin untersucht werden, ob sie für den Prozess essentiell (d.h. unveränderbar) sind. Es kann später z.B. vorkommen, dass die Medien für die CAD direkt aus dem KIS/POS geladen werden. Deswegen ist es nicht sinnvoll, als Essenz “Transport von Medien aus dem EST-Client” aufzuschreiben. Als Ergebnis dieser Phase der Analyse entstehen *essentielle Anwendungsfälle*, die eine vereinfachte, generalisierte, abstrakte, technologie- und implementierungsunabhängige Beschreibung der Anwendungsfälle darstellen [46].

Die essentiellen Anwendungsfälle für ein integriertes CAD-Modul sind in der Abb. 20 dargestellt.

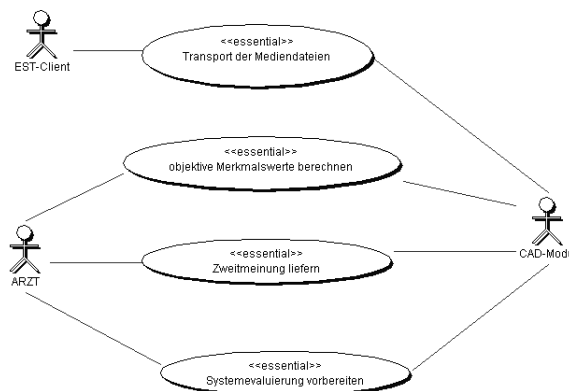


Abb. 20 Anwendungsfalldiagramm mit essentiellen Anwendungsfällen

Die essentiellen Anwendungsfälle “objektive Merkmalswerte berechnen” und “Zweitmeinung liefern” sind ein fester Bestandteil des CAD-Moduls, die beiden anderen sind spezifisch für die integrierte CAD-Komponente. Die Merkmalswerte entstehen als Ergebnis einer Bildanalyse. Das Ergebnis wird für die Erzeugung der Zweitmeinung verwendet (siehe Paragraph 3.3.2.). Der Transport von Mediendateien entspricht einer Kommunikationsschnittstelle zwischen CAD-Modul und EST-Client. Der Begriff Mediendateien stammt aus der Spezifikation des EST und stellt somit einen spezifischen Terminus des Fachbereichs dar. Der Vorbereitung des Systems für die Evaluierung kommt eine besondere Rolle beim verteilten Betrieb mehrerer CAD-Module im Rahmen einer Telekonsultationsanwendung zu. Darunter wird die Sammlung und die Bereitstellung von mit CAD-Modul erzeugten Daten verstanden. Dieses Vorgang ist auch für die Qualitätssicherung und projektbegleitende wissenschaftliche Studien von besonderen Bedeutung (siehe

Paragraph 5.1.3.4). In den Tabellen 14-17 (Anhang 10.7) werden die essenzielle Anwendungsfälle tabellarisch beschrieben.

### 5.1.7 Systemanwendungsfälle

Ein *Systemanwendungsfall* ist ein Anwendungsfall, der Sachverhalte und Geschäftsprozesse beschreibt, die die zu entwickelnde Software betreffen und von dieser zu berücksichtigen sind. Ein Systemanwendungsfall beschreibt neben den Umgebungsbedingungen und Systemanforderungen die Abläufe, die sich auf genau eine technisch relevante Systemeinheit (z.B. Hardware) abbilden lassen. Bei der Ausarbeitung von Systemanwendungsfällen müssen die Abläufe, die sich über mehrere Systeme erstrecken, oder über bereits existierende Systeme laufen, in einzelne für die technische Umsetzung relevante Schritte zerlegt werden. Als Basis für die Analyse der Systemanwendungsfälle dienen die in den früheren Phasen identifizierten essentiellen Anwendungsfälle [74]. Das Diagramm in Abb. 21 beschreibt die identifizierten Systemanwendungsfälle des CAD-Moduls und deren Beziehungen zu den essentiellen Anwendungsfällen.

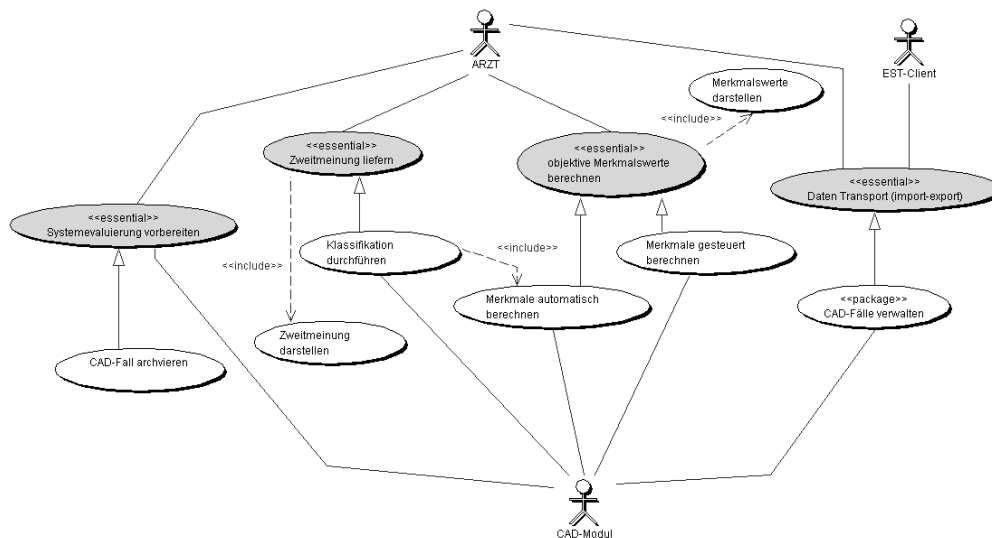


Abb. 21 Systemanwendungsfälle eines CAD-Moduls im Rahmen des EST

Die essentiellen Anwendungsfälle sind im Diagramm mit einem grauen Hintergrund gekennzeichnet. Die Systemanwendungsfälle beschreiben die zu implementierende Funktionalität des Systems aus Entwicklersicht und haben Bezug auf die spätere Implementierung. Die durchgezogenen Pfeile werden in UML von einem Anwendungsfall zu seinem Mutteranwendungsfall gezeichnet. Diese Beziehung besagt, dass der Mutteranwendungsfall die Funktionalität allgemeiner und oft abstrakt beschreibt, wobei der Tochteranwendungsfall diese Funktionen technisch wiederlegt. Im Folgenden werden einzelne Systemanwendungsfälle erklärt.

**Systemanwendungsfall „CAD-Fälle verwalten“:** Hier handelt es um keinen echten Systemanwendungsfall, sondern um ein Paket, das mehrere Systemanwendungsfälle zusammenfasst. Dies wird durch den Stereotyp `<<package>>` gekennzeichnet. Diese Notation ist nicht UML-konform und dient nur der besseren Übersichtlichkeit.

Als CAD-Fall wird eine Datenmenge aus den Multimediendateien, berechneten Merkmalswerten, Klassifikationsergebnissen und gegebenenfalls Layouts und zusätzlich von dem CAD-Modul erzeugten Mediendateien bezeichnet. Startet der Arzt ein CAD-Modul, muss automatisch ein neuer CAD-Fall angelegt werden. Der Arzt fügt zu dem Fall

ausgewählte Medien hinzu und führt den CAD-Vorgang durch. Ist die CAD abgeschlossen, wird der CAD-Fall zum aktuellen Dokument hinzugefügt. Als Bestandteil eines EST-Dokumentes kann der CAD-Fall in einem Viewer angezeigt werden. Dieses Szenario beschreibt die benötigte Funktionalität der CAD-Fallverwaltung. Sie bezieht sich hauptsächlich auf den Transport von Multimediendateien, was im Diagramm durch einen durchgezogenen Pfeil zum Anwendungsfall "Daten Transport (import-export)" gekennzeichnet ist. Der Inhalt des Pakets "CAD-Fälle verwalten" ist in Abb. 22 dargestellt.

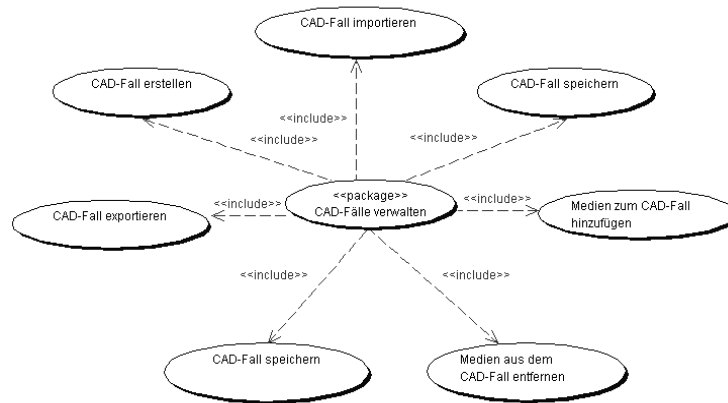


Abb. 22 Systemanwendungsfall "CAD-Fälle verwalten"

**Systemanwendungsfall „Merkmale gesteuert berechnen und Merkmale automatisch berechnen“:** Der essentielle Anwendungsfall "objektive Merkmalswerte berechnen" kann entweder voll automatisch oder vom Arzt / Benutzer gesteuert realisiert werden. Es hängt von der Merkmalsart ab, welche der beiden Strategien ausgewählt wird. Dieser Anwendungsfall enthält auch den Anwendungsfall "Merkmalswerte darstellen". Eine vernünftige Darstellung mancher Merkmalswerte kann deren Interpretation durch den Arzt ohne Klassifikatoreneinsatz ermöglichen (z.B. Einschusswinkel eines Tumors).

**Systemanwendungsfälle „Klassifikation durchführen“ und „Zweitmeinung darstellen“:** Der essentielle Anwendungsfall "Zweitmeinung liefern" schließt diese Systemanwendungsfälle ein, da einerseits nur die Betätigung der Klassifikatoren eine "zweite Meinung" liefern kann und andererseits die Darstellung der Ergebnisse ein kritischer Punkt im Gesamtsystem ist. Bei der Darstellung von CAD-Ergebnissen muss eine passende Form ausgearbeitet und mit den Ärzten besonders ausführlich besprochen werden. Die Klassifizierung selbst setzt die Merkmalsextraktion voraus, da die Merkmalswerte die eingehende Information für die Klassifikatoren darstellen. Diese Anwendungsfallverhältnisse werden durch zwei gestrichelte Pfeile mit dem Schlüsselwort <<include>> im Diagramm dargestellt (Abb. 21).

**Systemanwendungsfall „CAD-Fall archivieren“:** Um die Systemevaluierung vorzubereiten, müssen alle mit dem CAD-Modul erzeugten Daten archiviert werden. Da ein CAD-Fall ein integraler Teil einer Telekonsultation ist, wird er dementsprechend in der Datenbank des EST-Clients abgespeichert. Die besondere Stellung von CAD-Fälle gegenüber allen anderen Medien bedarf aber eines speziellen Archivierungsverfahrens. Die lokal gespeicherten CAD-Fälle sollen von den Originaldokumenten unabhängig an einer zentralen Stelle gesammelt werden können. Die Bereitstellung der archivierten Daten ist also eine Aufgabe des EST-Client. Dieser Teil des EST-Systems ist noch nicht implementiert. Beim Konzipieren und der Implementierung dieses Archivs müssen die oben genannten Besonderheiten berücksichtigt werden.





bearbeitet werden. Die mit einem CAD-Modul erzeugten Medien werden ihrerseits im EST als Bestandteil eines EST-Dokumentes behandelt. Als Teil eines EST-Dokumentes werden die CAD-Fälle in das Dokument eingebettet und können verschickt werden. Damit der Anwender einen ihm zugesandten CAD-Fall betrachten kann, soll das CAD-Modul auch in einem Viewer-Modus benutzt werden können. In diesem Fall wird der CAD-Systemanwendungsfall "CAD-Fall importieren" zu einem festen Bestandteil des EST-Systemanwendungsfalls "Dokument ansehen". Im Anhang 10.7 werden die identifizierten Systemanwendungsfälle in tabellarischer Form beschrieben. Anwendungsfälle AF1.2 und AF1.7 wurden aus der ersten Implementierung ausgeschlossen und sind daher als {excluded} markiert, um eine unnötige Komplexität der CAD-Fallverwaltung in der ersten Version zu vermeiden. Werden sich diese Optionen jedoch in Zukunft als sinnvoll erweisen, sollen sie im Rahmen einer Weiterentwicklung implementiert werden. Dies entspricht dem iterativen Prozess der OEP (siehe Abschnitt 3.2.1).

Nach der Identifikation und Beschreibung einzelner Systemanwendungsfälle muss die Dokumentation um die zusätzlichen Informationen erweitert werden. Der Analytiker muss die Risiken, Wichtigkeit und Nutzen, Umsetzungsaufwand und Stabilität aller Systemanwendungsfällen Abschätzen [8].

#### Die mit den Systemanwendungsfällen verbundenen Risiken:

Die AF1.2 "CAD-Fälle öffnen" und AF1.7 "CAD-Fall speichern" sind mit einem hohen Managementrisiko verbunden. Wenn die erzeugten CAD-Fälle lokal auf der Festplatte verwaltet und weiterverwendet werden können, ist es technisch nicht möglich, diese zu verwalten und somit deren Authentizität zu gewährleisten. Aus diesem Grund sind diese Fälle aus der ersten Implementierung ausgeschlossen.

Der AF1.3 sieht die Übernahme von Patientendaten und Mediendateien aus einem vorhandenen Informationssystem vor. Dies setzt eine implementierte Schnittstelle zu diesem System voraus. Implementierung solcher Schnittstellen zur vorhandenen Informationssysteme (KIS, POS) ist ein sehr aufwendiger Prozess, der mit höheren Kosten verbunden ist. Er wird in der Regel vom Anbieter des Informationssystems selbst oder von spezialisierten Drittanbietern durchgeführt. Deswegen muss das zu implementierende System zunächst nur die Übernahme von Mediendateien aus dem EST unterstützen.

Schließen eines CAD-Falles in AF3 ist ein kritischer Prozess, da die mit dem CAD-Modul erzeugten Daten in der ersten Linie der Evaluierung des Systems dienen. Integration dieser Komponente in das Telekonsultationsdienst führt zur Verteilung von erhobenen Daten auf mehreren Client-Rechner. Unter diesen Bedingungen kommt der systematischen und standardisierten Archivierung allergrößte Bedeutung zu. Eine Evaluierungsdatenbank muss als unentbehrliches Teil der CAD-Komponente implementiert werden. Für die zentralisierte Bewertung braucht die Datenbank eine standardisierte Schnittstelle und/oder ein Importtool, was die Datensammlung von verteilten Rechnern ermöglicht. Ein weiteres Problem bei diesem Anwendungsfall stellt die Erstellung von Klassifikatoren. Das zu entwickelnde System verwendet eine Reihe von "trainierten" Klassifikatoren (siehe Absch. 2.3.4). Erst nach dem Training sind sie in der Lage unbekannte Befunde einzustufen. Die Erstellung, Testen und Versionsverwaltung von Klassifikatoren muss außerhalb des CAD-Moduls erfolgen. Für diese Zwecke muss eine unabhängige Komponente (ein Klassifikatoren Testlabor) entwickelt werden. In dem Prototyp von OTEUS implementierte Lösung für die in CAD-Modul eingebaute Funktion für Trainieren von Klassifikatoren ist in dem verteilten Szenario nicht plausibel.

Das weitere Risiko enthält die Ergebnisdarstellung (AF4). Nur richtig dargestellte Ergebnisse

liefern dem Arzt die gewünschte Unterstützung. Daher wird die Ergebnisausgabeformat genau an die Fragestellung und klinische Situation angepasst. Dabei müssen die folgenden Punkte berücksichtigt werden:

- Welche Merkmale können die ärztliche Entscheidung unterstützen?
- Wie sollen die berechneten Merkmale und die Klassifikationsergebnisse dargestellt werden? Die Darstellung muss aussagekräftig und nach Möglichkeit intuitiv verständlich sein.
- Es sollten mehrere Darstellungsmöglichkeiten implementiert werden, unter denen der Arzt auswählen kann.

### Wichtigkeit der Systemanwendungsfälle

Alle identifizierten Systemanwendungsfälle müssen implementiert werden. Man kann nur auf einige Funktionen verzichten. Darunter fallen die schon erwähnte Übernahme von Mediendateien aus einem externen System, erweiterte Darstellung der Merkmale und erweitertes Auswahl von Darstellungsmethoden. Da die Integration eines CAD-Moduls in das Telekonsultationsdienst das Transport von Mediendateien voraussetzt, ist es denkbar die für das EIS implementierte Schnittstelle für die spätere Kommunikation mit PACS und anderen Informationssystemen zu benutzen. Werden die Merkmalswerte nicht angezeigt, kann man den Systemanwendungsfall „Merkmale berechnen“ als Teil des Systemanwendungsfalles „Klassifikation durchführen“ betrachten. In diesem Fall direkt nach dem gesteuerten Berechnen von Merkmale wird die Klassifikation durchgeführt und deren Ergebnisse ausgegeben. Aber um die Funktionalität des Systems für den Arzt nachvollziehbar und verständlich zu halten, sollen diese Schritte getrennt implementiert werden.

### Aufwand für die Implementierung

Der größte programmtechnische Aufwand verlangen die Extraktion der Merkmalswerte, Klassifikatoren und Implementierung der Schnittstelle zum EIS.

Der Auswahl der Klassifikatoren ist begrenzt. Drei davon (KNN, decision tree und neuronales Netz) wurden im Rahmen des OTEUS-Prototypen bereits implementiert. Die Reimplementierung dieses Programmteils muss deswegen maximal modular durchgeführt werden, so dass die Klassifikatoren für alle CAD-Module in EST eingesetzt werden können. Werden die Klassifikatoren auf diese Weise programmiert, wird der Aufwand für die Programmierung weiterer CAD-Module im EST deutlich verringert.

Die Implementierung der Schnittstelle zum EST betrifft die Spezifikation vom EST. Grund dafür ist die Tatsache, dass die CAD-Module im programmtechnischen Sinne als externe Editoren für die Erzeugung von multimedialen Inhalten betrachtet werden können. Deswegen können sie auch die vorhandenen Schnittstellen für den Transport von Mediendateien in EST benutzen.

### Stabilität der Systemanwendungsfälle

Unter Stabilität versteht man die Wahrscheinlichkeit, dass der Systemanwendungsfall sich im Laufe der Zeit wesentlich ändert. Die identifizierten Systemanwendungsfälle sind stabil. Dies betrifft nicht nur die grundlegende Funktionalität eines CAD-Programms wie Merkmalsextraktion, Klassifizierung und Ergebnisdarstellung. Da ein integriertes CAD-Modul die Standardschnittstellen des EST-Clients benutzt und die erzeugten CAD-Fälle zu verwalten hat, bleiben auch die Integrationskomponente für Austausch von Mediendateien und CAD-Fallverwaltung im Laufe der Weiterentwicklung und Evaluierung stabil.

### 5.1.8 Anforderungen an das zu entwickelnde System

Anwendungsfälle stellen eine eigene Form von Anforderungsbeschreibung dar. Sie sind maximal für die Beschreibung funktioneller Systemanforderungen geeignet, reichen jedoch wegen eines geringen Formalisierungsgrad und Unschärfe nicht aus um alle Anforderungen an das System zu erfassen. Deswegen ist es wichtig, die Systemanforderungen allgemein und von Anwendungsfällen unabhängig zu definieren und zu verwalten. Dabei bilden die in den früheren Phasen identifizierten Anwendungsfälle einen guten Rahmen für die Analyse der Systemanforderungen [74].

Im folgenden werden die Systemanforderungen in einer tabellarischen Form beschrieben (Tab. 31). Die erste Spalte der Tabelle enthält die laufende Anforderungsnummer, in der zweiten Spalte wird die Notwendigkeit der Anforderung durch drei Schlüsselwörter (Pflicht, Absicht und Option) festgelegt, in der dritten Spalte wird die Anforderung kurz beschrieben. Es ist wichtig noch mal zu betonen, dass nur die funktionelle Systemanforderungen (wie z.B. Anf. 6) aus der vorher identifizierten Anwendungsfälle abgeleitet werden können. Die anderen Anforderungen werden im Laufe der Analyse in Absprache mit den Anforderungsbeitragenden identifiziert.

Tabelle 31: Systemanforderungen an das in EST integrierte CAD-Modul

Anf. 1	Pflicht	Das CAD-Modul ist ein eigenständiges Teil des EST.
Anf. 2	Pflicht	Das CAD-Modul muss aus dem EST heraus aufrufbar sein.
Anf. 3	Pflicht	Das CAD-Modul erfüllt die EST Layoutanforderungen.
Anf. 4	Pflicht	Das Layout des CAD-Moduls ist einfach änderbar.
Anf. 5	Pflicht	Das CAD-Modul muss dem Arzt eine einfache, intuitiv verständliche Bedienoberfläche bieten, mit der er die Mediendateien laden und bearbeiten kann.
Anf. 6	Pflicht	Das CAD-Modul muss die Mediendateien aus dem EST-Client über die für die integrierten Editoren implementierte Schnittstelle laden können.
Anf. 7	Absicht	Das CAD-Modul soll die Mediendateien aus einem Informationssystem (z.B. PACS) übernehmen können.
Anf. 8	Pflicht	Das ganze Prozess des Ladens und Übernehmens von Mediendateien muss über die grafische Oberfläche gesteuert werden.
Anf. 9	Option	Die Darstellung von Merkmalswerte und Klassifikationsergebnisse muss steuerbar sein.
Anf. 10	Pflicht	Der Status des aktuellen CAD-Falls (geladen, Merkmalsextraktion, klassifiziert) muss immer angezeigt werden.
Anf. 11	Pflicht	Das CAD-Modul muss die folgenden Bildformate unterstützen: TIFF, JPEG, GIF.
Anf. 12	Pflicht	Alle erzeugten Mediendateien müssen in einer Evaluierungsdatenbank gespeichert werden. Dabei müssen das Originalbild, erzeugte Mediendateien und Ergebnisse getrennt gespeichert werden (z.B. Bilddatei für Originalbild, Bilddatei für Overlays und ASCII-Datei für Merkmale und Klassifikationsergebnisse).
Anf. 13	Pflicht	Unabhängig von der Speicherung in der Evaluierungsdatenbank muss ein CAD-Fall an einer anderen Stelle gespeichert bzw. an den EST-Client übertragen werden können.
Anf. 14	Option	Der Prozess der Archivierung in der Evaluierungsdatenbank soll protokolliert werden, so dass der Arzt bei Bedarf auf die archivierten Fälle leicht zugreifen kann.
Anf. 15	Pflicht	Das CAD-Modul darf keine zusätzliche Hardware erforderlich machen.
Anf. 16	Pflicht	Das CAD-Modul muss in JAVA programmiert sein. Es ist möglich die zeitaufwendigen Algorithmen in einer anderer Sprache (z.B. C++) zu implementieren. Die Oberfläche muss jedoch auch in diesem Fall in JAVA implementiert werden
Anf. 17	Pflicht	Die Entwicklung des CAD-Moduls muss mit UML Version 1.3 dokumentiert werden.
Anf. 18	Pflicht	Der Quellcode muss gut gegliedert sein und in englischen oder deutschen Sprache kommentiert werden.
Anf. 19	Pflicht	Für die Implementierung des CAD-Moduls dürfen keine kommerziellen API-Bibliotheken verwendet werden. Alle benötigten Algorithmen müssen von dem Modulentwickler implementiert werden.

### 5.1.9 Geschäftsklassen

Eine *Geschäftsklasse* beschreibt einen Gegenstand, ein Konzept, einen Ort oder eine Person aus dem realen Geschäftsleben in einem Detaillierungsgrad, wie er vor allem auch von Fachabteilungen und Entscheidungsträger verstanden werden. Die Klassen sind hier auf rein fachlich motivierte Eigenschaft reduziert [74]. Die Geschäftsklassen beschreiben auf einer hohen Abstraktionsebene die im fachlichen Bereich der zu implementierenden Anwendung existierenden Objekte. Somit stellen die Geschäftsklassen ein Übergang zum Anwendungsdesign dar. Bei der Beschreibung von Geschäftsklassen wird die Basis für die spätere Anwendungsarchitektur gelegt [77]. Die Geschäftsklassen werden mit einem Klassendiagramm beschrieben. Obwohl es in UML mehrere Typen der Klassenbeziehungen unterschieden werden (Assoziation, Aggregation, Generalisierung usw.), ist es für die Beschreibung von Geschäftsklassen nicht wichtig. Viel mehr Bedeutung kommt der bloßen Identifikation von Geschäftsklassen und generell vorhandener Beziehungen zwischen ihnen zu. Für die Beschreibung von Geschäftsklassen werden deswegen die einfachsten Elemente eines Klassendiagramms verwendet. Die Klassen werden als dreigeteilte Rechtecke und die Beziehungen als durchgezogenen Linien dargestellt. Eine durchgezogene Linie entspricht in UML der Assoziationsbeziehung zwischen zwei Klassen. Eine Assoziation bedeutet, dass die Instanzen beider Klassen miteinander kommunizieren müssen, um eigene Operationen durchführen zu können. Eine Assoziation wird mit einem Namen und einem Richtungs Pfeil versehen, die die Beziehung näher beschreiben (Abb. 24).

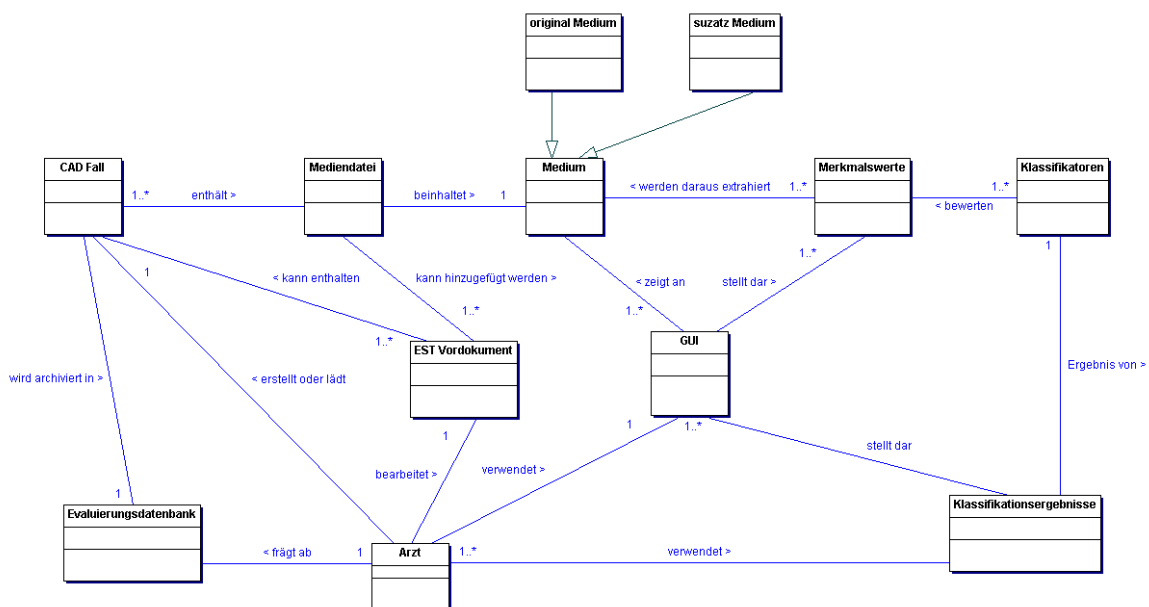


Abb. 24: Geschäftsklassen eines in den EST integrierten CAD-Moduls

Das Diagramm in der Abb. 24 beschreibt wesentliche Klassen eines CAD-Moduls und deren Zusammenhänge. Ein Arzt stellt die zentrale Klasse des Diagramms dar. Er fragt bei Bedarf die Evaluierungsdatenbank ab, legt einen neuen CAD-Fall an, verfasst eine Anfrage oder eine Antwort, wobei er jeweils ein EST-Dokument erstellt, steuert das Programm durch ein GUI und verwendet die Klassifikationsergebnisse als Zweitmeinung. Da die Erstellung eines EST-Dokuments durch das Anlegen, Bearbeiten und Abschließen eines EST-Vordokumentes erfolgt, wird die Erstellung eines CDA-Dokumentes im Diagramm als Bearbeitung eines EST-Vordokumentes dargestellt. Die Teilnahme des Arztes an der Merkmalsextraktion ist aus Gründen der Übersichtlichkeit im Diagramm nicht präsentiert. Die Assistenz des Arztes benötigt das Modul nur bei einer halbautomatischen Extraktion von Merkmalen.

Ein CAD-Fall enthält eine oder mehrere Mediendateien, kann ein Teil eines EST-Vordokumentes werden und wird nach dem Abschließen in der Evaluierungsdatenbank abgelegt. Jede Mediendatei beinhaltet jeweils ein Medium. Als *Medium* bezeichnen wir EST-konforme Bild-, Audio-, Video- oder Text in der digitalen Form.

Aus der Sicht einer CAD-Komponente muss man zwei Medientypen unterscheiden. Das *Originalmedium* für die CAD ist z.B. ein Bild (siehe Abschnitt 2.3.2). Im Laufe des CAD-Vorgangs werden *zusätzliche Medien* erzeugt (z.B. Layouts, Profilbild, ASCII-Dateien mit Klassifikationsergebnissen). Grundsätzlich werden jedoch die beide Medientypen im CAD-Modul technisch gleich behandelt. Die beiden Klassen „original\_Medium“ und „zusatz\_Medium“ müssen also von der Klasse Medium erben. Die Klasse Medium muss daher alle Attribute und Operationen für die Medienprozessing im CAD-Modul definieren. Die aus dem Medium extrahierten Merkmalswerte werden von den Klassifikatoren bewertet. Als Ergebnis bekommt der Arzt eine Instanz der Klasse „Klassifikationsergebnisse“ zu sehen. Die Medien, Merkmalswerte und Klassifikationsergebnisse werden im Grafischen User Interface (GUI) angezeigt. Die Rolle von GUI ist nicht nur an Anzeige begrenzt, die GUI stellt auch die Verwaltungsoberfläche dar, wo der Arzt seine Aktivitäten (CAD-Fallverwaltung usw.) durchführt. Auf weitere Details der Anwendungsarchitektur wird später in der Beschreibung der Designphase eingegangen

#### 5.1.10 Fachliches Glossar

Die Definition der Begriffe in einem Fachlexikon hilft dem Entwickler bei der Einarbeitung in den Anwendungsbereich und sorgt für die Konfrontation unterschiedlichen Auslegungen. Das Glossar muss zwei Begriffsgruppen berücksichtigen. Zu der ersten Gruppe gehören Fachbegriffe des Anwendungsgebiets ( für CAD sind z.B. die Fachausdrücke aus den Gebieten der bildgebenden Diagnostik und der Telemedizin relevant). Diese Begriffe werden von Fachexperten oft unbewusst verwendet ohne sie zu erklären. Klare Definition der Fachausdrücke trägt nicht nur zur Erhöhung der Produktivität und Effizienz der Kommunikation zwischen Entwicklern und Anforderungsbeitragenden bei, sondern verbessert auch die Qualität der Anwendung. Es ist z.B. für die Entwicklung von Benutzeroberfläche sehr wichtig, die grafische Komponenten (Buttons, Textelemente) mit sorgfältig ausgewählten Fachbegriffen zu versehen, so dass die Bedienung dieser Oberfläche intuitiv erfolgen kann. Die andere Gruppe fasst die „selbsterklärenden“ Begriffe wie z.B. „Konsultation“ oder „Fall“ zusammen. Andernfalls kommt leicht vor, dass Anwender und Entwickler bei ihren Gesprächen zwar gleiche Begriffe verwenden, jedoch unterschiedliche Aspekte des Problems oder gar unterschiedliche Gegenstände und Prozesse darunter verstehen. Beim Erstellen eines fachlichen Glossars muss man folgende Regeln beachten [74]:

##### 1. Für die Definitionen müssen aktive Formulierungen verwendet werden.

Passive Formulierungen vertuschen die Akteure und Verantwortlichen. Deswegen muss z.B. statt „ein neuer CAD-Fall wird angelegt“ heißen: „der Arzt legt einen neuen Fall an“.

##### 2. Man soll keine Synonyme, Homonyme oder Tautologien verwenden.

Bei Definitionen geht es um Präzision und Korrektheit. Deswegen muss auf sprachliche Abwechslung durch Verwendung von Synonymen bewusst verzichtet werden. So ist es z.B. nicht sinnvoll, statt „Mediendatei“ in der Definition einmal den Begriff „Datei mit multimedialen Inhalten“, an anderer Stelle aber das Wort „Medienfile“ zu verwenden. Solche Homonyme und Tautologien führen oft zur Verwirrung und müssen deshalb vermieden werden.

### 3. Anstelle von Substantiven (besonders Fachbegriffen) muss man Verben verwenden.

Eine Prozessbeschreibung trägt zur Klarheit der Definition bei. In der Formulierung „Der Arzt fordert eine Konsultation an“ ist der Begriff Konsultation ein verschleierter Vorgang. Alternativ kann man den Satz so formulieren: „Der Arzt erstellt und verschickt ein Dokument mit einer Anfrage an den Konsiliar.“

### 4. Begriffe werden nur in begründeten Fällen im Plural verwendet.

Man könnte im Glossar der vorliegenden Arbeit den Begriff „Dokumente“ einführen, da es in einer Telekonsultation normalerweise um mindestens zwei Dokumente (eine Anfrage und eine Antwort) geht. Die Definition dieses Begriffs im Plural ist jedoch nicht sinnvoll, da der Arzt immer nur mit einem Dokument (bzw. Vordokument) arbeitet.

### 5. Die Begriffe müssen möglichst qualifiziert sein.

Eine Qualifizierung ist ein einschränkendes Merkmal, das einen Begriff präzisiert. So wird in dem CAD-Glossar der vorliegenden Arbeit der Begriff „leerer CAD-Fall“ definiert, um die Verwendung von verwandten Ausdrücken wie z.B. „CAD-Fall ohne Inhalt“ zu vermeiden.

### 6. Man soll Information und Informationsträger nicht miteinander verwechseln.

Im EST-Glossar werden die vier Begriffe „Medium“, „Medienträger“, „Mediendatei“ und „Medienquelle“ definiert. Das ermöglicht eine saubere Trennung zwischen der Information und dem Informationsträger.

Als Grundlage für die Erstellung eines fachlichen Glossars für ein CAD-Modul im EST dient das EST-Fachglossar. Für diese Arbeit wurde die aktuellste Version 2.26 vom 06 Aug. 2002 dieses Glossars verwendet [34]. Im Anhang 10.8 werden alle für die Integration eines CAD-Modules relevanten Begriffe definiert. Die in runden Klammern stehende Abkürzung „EST“ weist daraufhin, dass die Definition aus dem EST-Glossar übernommen ist. Dementsprechend besteht das Fachglossar aus zwei Teilen: EST-Fachglossar und CAD-Fachglossar, die Querverweise (mit einem Pfeil vor dem Wort dargestellt) verbinden die beide Teile miteinander.

#### 5.1.11 Anwendungsfall-Ablaufmodell

Nachdem die geschäftlichen Essenzen (essenzielle Anwendungsfälle) und konkrete Ausprägungen einzelner Anwendungsfälle herausgearbeitet wurden, folgt nun ihre detaillierte Betrachtung. Dafür werden die einzelnen Stufen jedes Anwendungsfalles ausführlich beschrieben. Dies erfolgt in mehreren Schritten. Zuerst wird für jeden Anwendungsfall sein Standardablauf in Form eines Aktivitätsdiagramms dargestellt. Im zweiten Schritt wird das Diagramm um fachlich vorgesehenen Ausnahmen und Ablaufvarianten erweitert. In dieser Phase werden Abbruchmöglichkeiten und zu testende Prozesse identifiziert. Im letzten Schritt werden zu allen Aktivitäten die eingehenden und resultierenden Objekte und/oder Objektzustände hinzugefügt [74]. Neben den üblichen Komponenten wie Aktivitäten, Transitionen und Verzweigungen enthalten die resultierenden Diagramme auch Objekte und Objektflusselemente. Ein *Objekt* wird in einem Aktivitätsdiagramm als beschriftetes Rechteck dargestellt. In eckigen Klammern unter dem Objektnamen wird der Objektzustand notiert. *Objektfluss* stellt man als gestrichelte Pfeile von einer Aktivität zum Objekt und vom Objekt zu einer Aktivität dar. Übersichtlichkeitshalber haben Objektelemente in den Diagrammen einen grauen Hintergrund.

Die in dieser Phase identifizierten Standardabläufe, Ausnahmesituationen, Ablaufvarianten, Objekte und Objektzustände spiegeln die Funktionalität der zu entwickelnden Anwendung wieder. Auf dieser Basis werden zuerst die zu implementierenden Systemschnittstellen

erarbeitet. Die identifizierten Objekte, Ausnahmesituationen und Ablaufvarianten müssen beim späteren Design und der Implementierung besonders berücksichtigt werden. In Abb. 25 wird das Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall „CAD-Fall erstellen“ als Beispiel gezeigt. Die Anwendungsfall-Ablaufmodelle für die anderen Systemanwendungsfälle kann man im Anhang 10.9 finden.

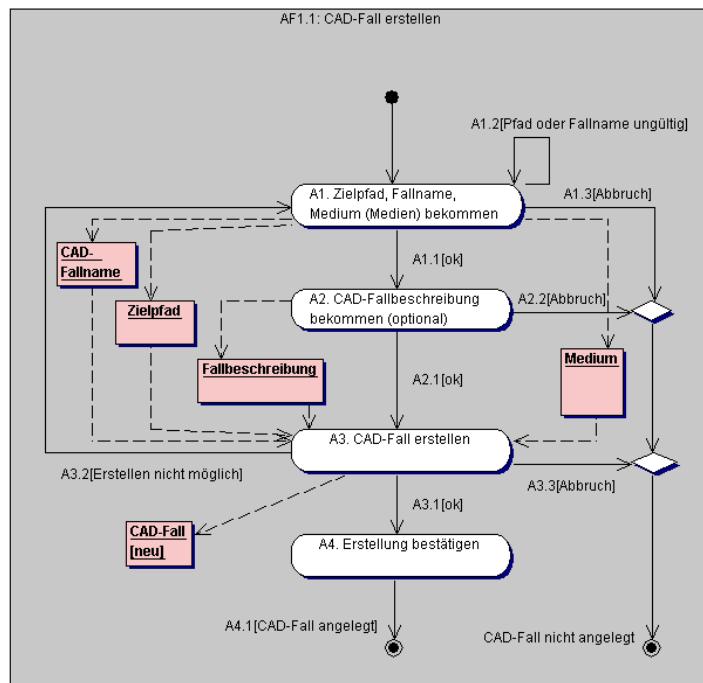


Abb. 25 Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall „CAD-Fall erstellen“

Um einen CAD-Fall zu erstellen ist die Eingabe eines Namens sowie eines Zielverzeichnisses notwendig. Beim Anlegen eines neuen CAD-Falls im Rahmen einer multimedialen Telekonsultation ist es auch sinnvoll, das Hinzufügen von Medien als Teil des Anlegens eines CAD-Falls zu betrachten, da die CAD-Originalmedien schon vor dem Anlegen eines neuen CAD-Falls erzeugt werden. Deswegen wird das Objekt „Medium“ als eine für das Anlegen eines neuen CAD-Falls notwendige Komponente betrachtet. Als erstes wird geprüft, ob der Pfad und der Dateiname gültig sind. Ist das nicht der Fall, wird der Anwender aufgefordert, die Eingaben zu ändern oder den Prozess abubrechen. Sind die Eingaben gültig, werden zwei Objekte „CAD-Fallname“ und „Zielpfad“ erzeugt. Im zweiten Schritt soll eine Fallbeschreibung eingegeben werden. Dieser Schritt ist optional, aber wünschenswert. Es wird angenommen, dass der Arzt immer eine Beschreibung für jeden neuen CAD-Fall eingibt. Aus diesem Grund wird im Diagramm auf ein Verzweigungselement verzichtet. Das nach dem zweiten Schritt entstandene Objekt „Fallbeschreibung“ wird zusammen mit den anderen Objekten („CAD-Fallname“, „Zielpfad“ und „Medium“) für das Anlegen eines CAD-Falls verwendet. Anzumerken ist, dass für das Anlegen eines CAD-Falls keine Patientendaten erforderlich sind. Somit ist jeder im Rahmen des EST erzeugte CAD-Fall anonym und kann nur im Kontext einer Telekonsultation als Bestandteil einer EPA verwendet werden. Am Ende des beschriebenen Anwendungsfalls entsteht ein neues Objekt „CAD-Fall“.



### 5.1.12 Systemschnittstelle beschreiben

Nachdem die Standardabläufe mit Hilfe von Anwendungsfällen, Ablauf- und Objektflussdiagrammen detailliert beschrieben sind, muss man die an Systemgrenzen liegenden Strukturelemente identifizieren. Diese Elemente sind für Ein- und Ausgabe des zu entwickelnden Systems und dessen Kommunikation mit anderen Systemen verantwortlich. Jedem Systemanwendungsfall wird in diesem Schritt eine involvierte Schnittstelle zugeordnet. Dabei ist die genaue Zuordnung weniger wichtig, als die möglichst komplette Beschreibung allen involvierten Systemschnittstellenelementen. Man unterscheidet vier Arten der Systemschnittstellen [74]:

- Dialogschnittstellen
- Ausgabeprodukte (Berichte, Briefe usw.)
- Daten-Schnittstellen von oder zu externen Systemen
- Funktionelle Schnittstellen zu externen Systemen.

Jede Schnittstelle wird untersucht und ausführlich standardisiert beschrieben. Die Dokumentation der Daten-Schnittstellen und funktionellen Schnittstellen muss nach Möglichkeit die Information über das betroffene externe System, Art der Kommunikation (synchron, asynchron), Richtung, Häufigkeit der Aktivierungen, Wichtigkeit und Besonderheiten der Schnittstelle enthalten. Die Beschreibung von Dialogen und Ausgabeprodukte schließt zusätzlich die Personen, die das Dialog verwenden werden und deren Umfeld ein. In der Tabelle 32 werden die involvierten Schnittstellen formal beschrieben.

Tabelle 32: Zuordnung involvierter Schnittstellen zu den einzelnen Anwendungsfallschritten

Anwendungsfallschritt/-aktivität	Involvierte Schnittstelle
<b>CAD-Fall erstellen</b> Falldaten erfassen (Zielpfad, Fallname, Medienpfad, Fallbeschreibung) Erstellen bestätigen	Dialog „CAD-Fall anlegen“ Dialog „CAD-Fall anlegen“
<b>CAD-Fall öffnen {excluded}</b> Falldaten bekommen (Zielpfad, Fallname) Fallbeschreibung anzeigen Fallinhalte anzeigen (im Edit- oder Non-Edit Modus)	Dialog „CAD-Fall öffnen“ Dialog „CAD-Fall öffnen“ Dialog „Medium auswählen“, Ausgabeprodukt „Medium anzeigen“
<b>CAD-Fall importieren</b> Falldaten bekommen (Zielpfad, Fallname) Fallbeschreibung anzeigen Fallinhalte anzeigen (im editierbaren oder nicht editierbarem Modus)	Daten-Schnittstelle „CAD-Fall importieren“ Daten-Schnittstelle „CAD-Fall importieren“ Dialog „Medium auswählen“, Ausgabeprodukt „Medium anzeigen“
<b>Medium zum CAD-Fall hinzufügen</b> Mediendatei bekommen (Pfad, Dateiname) Medium anzeigen	Daten-Schnittstelle „Medium hinzufügen“, Daten-Schnittstelle „Medium importieren“ Dialog „Medium auswählen“, Ausgabeprodukt „Medium anzeigen“
<b>Medium aus dem CAD-Fall entfernen</b> Mediendatei bekommen (Pfad, Dateiname) Medium nicht mehr anzeigen	Dialog „Medium löschen“ Dialog „Medium auswählen“, Ausgabeprodukte „Medium anzeigen“
<b>CAD-Fall exportieren</b> Pfad des zu exportierenden CAD-Falls und Zielverzeichnis bekommen Export bestätigen	Daten-Schnittstelle „CAD-Fall exportieren“ Daten-Schnittstelle „CAD-Fall exportieren“

<b>CAD-Fall speichern {excluded}</b> Pfad des zu speichernden CAD-Falls und Zielverzeichnis bekommen Export bestätigen	Dialog „CAD-Fall speichern“ Dialog „CAD-Fall speichern“
<b>CAD-Fall schließen</b> Falldaten bekommen (Pfad, Fallname) Schliessen bestätigen	Dialog „CAD-Fall schließen“ Dialog „CAD-Fall schließen“
<b>CAD-Fall archivieren</b> Pfad des zu archivierenden CAD-Falls bekommen Archivierung bestätigen	Daten-Schnittstelle „CAD-Fall archivieren“ Daten-Schnittstelle „CAD-Fall archivieren“
<b>Merkmale berechnen</b> Ein Medium und Merkmalswerte bekommen  Zusätzliche Eingaben anfordern Merkmalswerte darstellen	Dialog „Medium auswählen“, Dialog „Merkmale auswählen“ Dialog „zusätzliche Eingaben“ Ausgabeergebnis „Merkmalswerte darstellen“
<b>Klassifikation durchführen</b> Klassifikatorenliste bekommen Klassifikationsergebnisse darstellen	Dialog „Klassifikatoren auswählen“ Ausgabeergebnis „Klassifikationsergebnisse darstellen“
<b>Ergebnis darstellen</b> Darstellungsmethode wählen Ergebnis darstellen	Dialog „Darstellungsmethode auswählen“ Ausgabeergebnis „Ergebnis darstellen“

Wird der Verantwortungsbereich den identifizierten Schnittstellen zugewiesen, soll derer Funktionalität ausführlich beschrieben werden. Eine detaillierte Schnittstellenbeschreibung beinhaltet solche Daten wie Verwendung der Schnittstelle, derer Komplexität, einzelne Eingabe- und Anzeigeelemente, Aktionen und Verknüpfungen mit anderen Schnittstellen. Diese Beschreibung dient als Grundlage für den Entwurf des explorativen Schnittstellenprototyps. Im Anhang 10.10 (Tab. 33-49) werden die identifizierten Schnittstellen in tabellarischen Form beschrieben. Die beiden ausgeschlossenen Elemente (Dialoge „CAD-Fall öffnen“ und „CAD-Fall speichern“) werden ebenfalls analysiert, was für die spätere Weiterentwicklung von Bedeutung werden kann. Da das Anlegen eines leeren CAD-Fall im Rahmen eines integrierten Moduls nicht sinnvoll ist (Ab. 4.1.11), wird der Dialog „CAD-Fall anlegen“ aus der Implementierung ausgeschlossen. Die Daten-Schnittstelle „Medium hinzufügen“ muss ebenfalls aus der Implementierung ausgeschlossen werden, da bei der Übernahme von außerhalb des Systems erzeugten Medien, keine Medienqualitätsüberprüfung möglich ist.

Die identifizierten Elemente können jetzt gruppiert werden. Man kann die folgenden Gruppen der Schnittstellenelementen eines CAD-Moduls in EST unterscheiden:

1. Verwaltung von CAD-Fälle (Dialog CAD-Fall anlegen, Dialog CAD-Fall öffnen, Dialog CAD-Fall speichern, Dialog CAD-Fall schließen, Daten-Schnittstelle CAD-Fall archivieren)
2. Medienverwaltung (Daten-Schnittstelle Medium hinzufügen, Dialog Medium löschen, Dialog Medium auswählen)
3. Ausgabeverwaltung (Ausgabeergebnis Medium anzeigen, Ausgabeergebnis Merkmalswerte darstellen, Ausgabeergebnis Klassifikationsergebnisse darstellen)
4. Elemente für die Verwaltung des CAD-Prozesses (Dialog Merkmale auswählen, Dialog zusätzliche Eingaben, Dialog Klassifikatoren auswählen)
5. Elemente für das Systemintegration (Daten-Schnittstelle CAD-Fall importieren, Daten-Schnittstelle Medium importieren, Daten-Schnittstelle CAD-Fall exportieren)

### 5.1.13 Explorativer Schnittstellen-Prototyp

Als *explorativer Prototyp* werden die Dialogsequenzen bezeichnet, die für die Illustrierung von Anwendungsfällen verwendet werden. Ein explorativer Prototyp dient als Vorlage für die Diskussion mit den späteren Anwendern über die Systemfunktionalität. Mittels exploratives Prototyps werden die konkrete Handlungen des Anwenders einschließlich eventueller Ausnahmen und Sonderfällen beschrieben. Explorative Dialogen, Ausgabeerzeugnisse und andere grafische Schnittstellen vermitteln Anwendern und Fachexperten sehr konkret die wichtigsten Aspekte der zukünftigen System. Bei dem gemeinsamen Treffen von Entwicklern und Systembenutzer können zusätzliche Informationen über den Anwendungsbereich gewonnen werden. Als Ergebnis solcher Diskussion entsteht ein fachspezifisches Glossar für die Benennung von grafischen Elementen (Textfelder, Registerkarten usw.), eine Beschreibung der gewünschten Hilfsfunktionen, Fehlerbehandlungen, Rückgängigfunktionen, Performance und Robustheit des Systems [74].

Ein wichtiger Punkt beim Erstellen jeder grafischen Oberfläche ist die Software-Ergonomie. Unter diesem Begriff versteht man die Anpassung von technischen Systemen an menschliches Arbeitshandeln mit dem Ziel die entwickelte Software an die Eigenschaften und Bedürfnisse des Systembenutzers anzupassen um ihnen einen hohen Nutzen möglichst vieler relevanter Fähigkeiten und Fertigkeiten zu ermöglichen. Da unzureichende oder fehlerhafte Gestaltung von grafischen Schnittstellen zu erhöhten psychischen Belastungen, Kopfschmerzen, Augenflimmern und anderen körperlichen Beschwerden führen kann, müssen nach dem am 20.12.1996 in Kraft getretenem Bildschirmarbeitsverordnung die verbindlichen Mindestanforderungen bei der Entwicklung von neuen Softwaresystemen eingehalten werden [6][84]. Die software-ergonomischen Grundsätze für den deutschsprachigen Raum sind in der gültigen Norm DIN EN ISO 9241-10 aufgeführt. Die Norm beschreibt die folgenden sieben in der Tabelle 50 aufgeführten Gestaltungsgrundsätze für das ergonomische Software Engineering.

Tabelle 50: Gestaltungsgrundsätze nach DIN EN ISO 9241-10

<b>Grundsatz</b>	<b>Definition nach DIN EN ISO 9241-10</b>
Aufgabenangemessenheit	Ein Dialog ist aufgabenangemessen, wenn er den Benutzer unterstützt, seine Arbeitsaufgabe effektiv und effizient zu erledigen.
Selbstbeschreibungsfähigkeit	Ein Dialog ist selbstbeschreibungsfähig, wenn jeder einzelne Dialogschritt durch Rückmeldung des Dialogsystems unmittelbar verständlich ist oder dem Benutzer auf Anfrage erklärt wird.
Erwartungskonformität	Ein Dialog ist erwartungskonform, wenn er konsistent ist und den Merkmalen des Benutzers entspricht, z. B. seinen Kenntnissen aus dem Arbeitsgebiet, seiner Ausbildung und seiner Erfahrung sowie den allgemein anerkannten Konventionen.
Steuerbarkeit	Ein Dialog ist steuerbar, wenn der Benutzer in der Lage ist, den Dialogablauf zu starten sowie seine Richtung und Geschwindigkeit zu beeinflussen, bis das Ziel erreicht ist.
Fehlertoleranz	Ein Dialog ist fehlertolerant, wenn das beabsichtigte Arbeitsergebnis trotz erkennbar fehlerhafter Eingaben entweder mit keinem oder mit minimalem Korrekturaufwand seitens des Benutzers erreicht werden kann.
Individualisierbarkeit	Ein Dialog ist individualisierbar, wenn das Dialogsystem Anpassungen an die Erfordernisse der Arbeitsaufgabe sowie an die individuellen Fähigkeiten und Vorlieben des Benutzers zulässt.
Lehrförderlichkeit	Ein Dialog ist lernförderlich, wenn er den Benutzer beim Erlernen des Dialogsystems unterstützt und anleitet.

Bei der Entwicklung des Schnittstellenprototyps wurden diese Grundsätze berücksichtigt.

Dabei sind die nahtlose Integration des CAD-Prozesses in den Ablauf einer Telekonsultation und Realisierung des „three button concept“ für Editoren in EST von besonderer Bedeutung.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten einen explorativen Prototyp zu erstellen. Die Dialoge können auf dem Papier aufgezeichnet oder mit Hilfe von Grafikprogrammen erstellt werden. Moderne GUI-Builder bieten aber die besten Möglichkeiten für die Erstellung und das Testen einer grafischen Oberfläche. Das für diese Doktorarbeit verwendete CASE-Tool Together Control Center 6.0 enthält einen GUI-Builder für JAVA-Applikationen. Diese Komponente erlaubt es, sowohl JAVA-AWT, als auch JAVA-Swing Komponenten für die Erstellung einer GUI zu benutzen (siehe auch 3.3.2). Dabei kann im explorativen Prototyp die fehlende Funktionalität simuliert werden. Die mit dem Tool erzeugten JAVA-Klassen können dann direkt für die Entwicklung der Software benutzt werden. Als erster Schritt für den Entwurf der GUI wird der Standardablauf der CAD im Rahmen einer Telekonsultation mit EST beschrieben.

Wie es in 5.1.7 erwähnt wurde, ist eine CAD-Komponente im technischen Sinne ein Editor für die Erstellung, Darstellung und Bearbeitung multimedialer Inhalte einer Telekonsultation. Deswegen soll das CAD-Modul genauso wie die anderen integrierten Editoren aus dem EST-Client aufrufbar sein. Abb. 26 stellt die EST-Client-Oberfläche beim Erstellen eines Dokumentes dar.

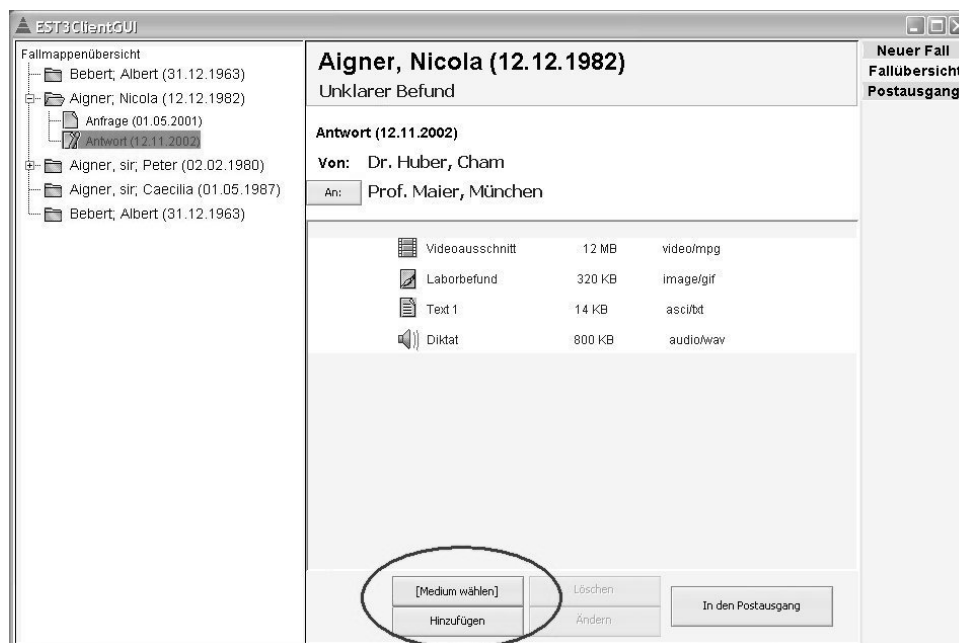


Abb. 26 grafische Elemente der EST-GUI für das Starten von Editoren.

In dem oberen Element (Auswahlliste „Medium wählen“) wählt man den Typ des gewünschten Mediums (Video, Audio, OTEUS-Fall usw.) und bestätigt den Auswahl beim Drücken auf den Knopf „Hinzufügen“. Damit wird der entsprechende Editor geöffnet. Mit dem Editor erstellt der Benutzer eine oder mehrere Multimediendateien, die beim Schließen des Editors zum aktuellen Vordokument hinzugefügt werden. Da das OTEUS ein Paket mit multimedialen Inhalten (CAD-Fall) erzeugt, ist es im Vergleich zu den anderen Editoren notwendig beim Programmstart einen neuen CAD-Fall anzulegen und zu dem CAD-Fall ein oder mehrere Medien (Bilder) hinzuzufügen. Diese zwei Arbeitsschritte müssen möglichst komplett automatisiert werden, sodass es keinen Unterschied zur Bedienung anderer Editoren besteht. Eine Lösung für dieses Problem können das gleichzeitige Anlegen und das Hinzufügen von Bildern sein. Bei dieser Lösung muss der Arzt zuerst die Medien mit den

entsprechenden bildgebenden Modalitäten (für OTEUS sind nur EUS-Bilder relevant) aus allen in dem aktuellen Vordokument vorhandenen Medien auswählen. Für den Vorgang wurde ein in der Abb. 27 dargestellte Dialog entworfen.



Abb. 27 Startfenster für das in EST integrierte OTEUS

Nach dem Standardszenario muss der Arzt mittels eingebautem Scan- oder Videoeditor die für das OTEUS benötigten Bilder erzeugen. Die Multimediendateien werden zum aktuellen EST-Vordokument hinzugefügt. Beim Start von OTEUS sieht der Arzt alle in dem Vordokument vorhandenen Bilder als Piktogramme. Er wählt im OTEUS-Startfenster die für das halbautomatische Tumorstaging vorgesehenen EUS-Bilder aus und bestätigt die Auswahl durch Drücken auf den Knopf „OK“. Dabei wird OTEUS gestartet und ein neuer CAD-Fall mit den ausgewählten Bildern wird angelegt. Der Knopf „Abbrechen“ auf dem Startfenster unterbricht den Prozess.

Nach dem Anlegen einen neuen CAD-Falls wird die Benutzeroberfläche des Moduls angezeigt. Bei der Entwicklung dieser Oberfläche wurden Standardabläufe, Anwendungsfall- und Schnittstellenanalyse zusammengeführt. Im weiteren Abschnitt werden die wichtigsten Überlegungen aufgelistet:

- Wie schon erwähnt, muss die OTEUS-GUI das „tree button concept“ der EST-Editoren unterstützen. Das Konzept sieht die maximal einfache Bedienoberfläche der Editoren vor, so dass der Arzt alle Arbeitsaufgaben mit dem Drücken von maximal drei Knöpfen erledigen kann. Dieses Konzept wurde im Rahmen der ersten Version des EST entwickelt [5][94][95].
- Die Systemanwendungsfälle AF1.1 „CAD-Fall erstellen“ und AF1.4 „Medium zum CAD-Fall hinzufügen“ werden wie oben beschrieben in einem Benutzerdialog zusammengeführt.
- Der AF1.2 „CAD-Fall öffnen“ muss vom integrierten CAD-Modul nicht unterstützt werden, da die Implementierung der Schnittstelle zum lokalen Dateisystem nur zur Unübersichtlichkeit des ganzen Arbeitsablaufes führen wird. Dies widerspricht auch dem Konzept von ENDOTEL als integrierten Informationssystem mit breiten externen und internen Integration [98][99].
- Der AF1.3 „CAD-Fall importieren“ soll möglichst vollständig automatisiert werden.
- Das integrierte CAD-Modul soll das Inhalt eines abgeschlossenen CAD-Falles als Teil des EST-Systemanwendungsfalles AF7 „Dokument ansehen“ in einem Viewer-Modus anzeigen können. Diese Option bedarf die Implementierung eines OTEUS-Viewers.
- Obwohl der AF1.4 „Medium hinzufügen“ mit dem Startdialog (Realisierung der

Daten-Schnittstelle „Medium importieren“) schon bedeckt ist, kann es die Situation geben, wenn der Arzt ein neues Bild aus dem aktuellen Vordokument zum aktuellen CAD-Fall hinzufügen will. Für diesen Vorgang muss ein zusätzliches Steuerelement auf die grafische Oberfläche hinzugefügt werden. Ein weiteres grafisches Element soll das Systemanwendungsfall AF1.5 „Medium aus dem CAD-Fall entfernen“ decken.

- Es ist sinnvoll die Systemanwendungsfälle AF1.6 „CAD-Fall exportieren“, AF1.7 „CAD-Fall speichern“, AF1.8 „CAD-Fall schließen“ und AF1.9 „CAD-Fall archivieren“ mit einem grafischen Element zu erfassen, sodass im gesamten Arbeitsablauf ein CAD-Fall ohne Unterbrechung erstellt, gespeichert und archiviert werden kann.
- Der abgeschlossene CAD-Fall soll zu dem aktuellen EST-Vordokument hinzugefügt werden können. Dieser Ablauf entspricht dem Erstellen einer Mediendatei mit einem der eingebauten Editoren in EST. Aber im Vergleich zu den erzeugten Mediendateien kann ein abgeschlossener CAD-Fall nicht mehr geändert werden.
- Weitere grafische Elemente sollen die AF2 „Merkmale berechnen“ und AF3 „Klassifikation durchführen“ steuern.

In der Abb. 28 ist der entwickelte explorative GUI-Prototyp dargestellt.

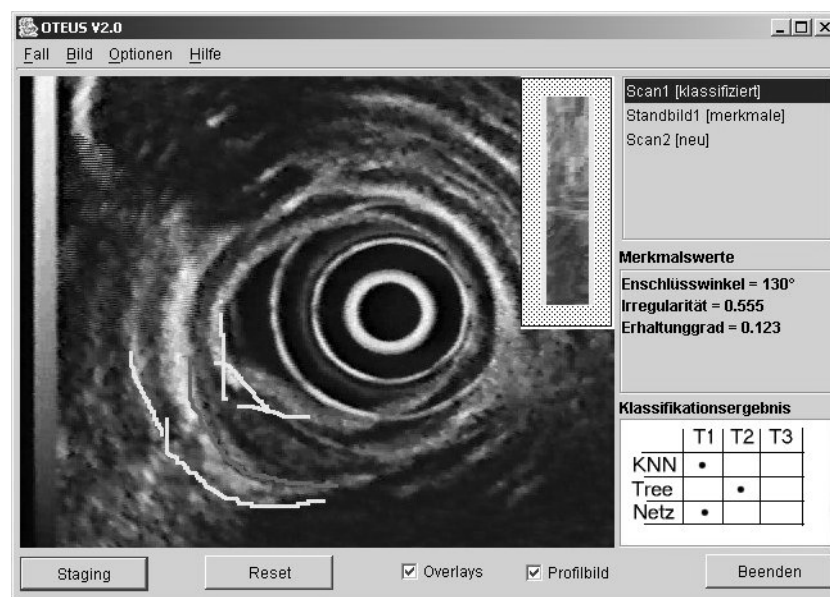


Abb. 28: Explorativer GUI Prototyp, hier im Zustand nach der Merkmalsberechnung

In der rechten oberen Ecke befindet sich eine Liste, die als Navigationselement für das Fallinhalt dient. In diesem Element werden alle in dem aktuellen CAD-Fall vorhandene Bilder und deren Zustände (vorverarbeitet, Merkmale extrahiert, klassifiziert) aufgelistet. Darunter liegen zwei Anzeigeelemente, die die extrahierte Merkmalswerte und Klassifikationsergebnisse anzeigen. Ein Element im Zentrum der Oberfläche dient gleichzeitig als Ausgabeergebnis für multimediale Inhalte (Bilder, Overlays, Profilbilder) und als Dialog für die Durchführung des halbautomatischen Tumorstaging.

Die grafische Steuerelemente des Prototyps sind in zwei Gruppen aufgeteilt. Die erste Gruppe entspricht dem Standardablauf eines CAD-Vorgangs, die Funktionen zweiter Gruppe sind in der Menuleiste zusammengefasst. Durch Klicken auf den Knopf Start führt der Arzt das Vorverarbeitungsalgorithmus durch. Danach muss er ein oder mehrere Punkte an der äußeren Tumorgrenze mit der Maus setzen. Betätigung der rechten Maustaste oder ein weiteres Klick

auf den Button „Weiter“ schließt die Markierung ab. Das löst auch die Merkmalsberechnung und Erzeugung von Overlays und Profilbild aus. Zwei Checkboxes unter dem Ausgabeergebnis ermöglichen es die Overlays und Profilbild von einander unabhängig ein- und auszuschalten. Der Knopf „Start“ wird durch den Knopf „Staging“ ersetzt. Beim Drücken auf den Knopf „Staging“ werden die Klassifikatoren eingesetzt und das Ergebnis in dem Fenster Klassifikationsergebnis wird angezeigt. Mit dem Knopf „Reset“ werden die erzeugten Overlays sowie das Profilbild nach der Warnung gelöscht, sodass der Arzt den CAD-Vorgang wiederholen kann. Will der Benutzer Alle erzeugten Profilbilder und Overlays im aktuellen CAD-Fall löschen empfiehlt es sich die Option „Alles zurücksetzen“ im Menu „Fall“ zu benutzen (Abb. 29).



Abb. 29: Menu „Fall“ der OTEUS-GUI

Beim Drucken auf den Knopf Beenden erscheint das in Abb. 30 dargestellte Dialogfenster. Mit diesem Dialog wird festgelegt ob der Arzt den erzeugten CAD-Fall zum aktuellen EST-Dokument hinzufügen will und wenn ja, was mit den Originalmedien im EST-Vordokument passieren soll. Wurden die Bilder nur für die CAD erzeugt, können sie problemlos aus dem EST-Dokument gelöscht werden. Standardmäßig werden sie jedoch im aktuellen EST-Vordokument belassen



Abb. 30 Abschlussdialog des integrierten OTEUS

Die zusätzlichen Bildfunktionen sind im Menu Bild zusammengefasst (Abb. 31). Mit dem Menu-Item „Importieren“ kann der Arzt weitere in dem EST-Vordokument vorhandene Bilder zum aktuellen OTEUS-Fall hinzufügen. Das Befehl Entfernen löscht ein Bild aus dem aktuellen OTEUS-Fall, ohne es aber aus dem EST-Vordokument zu entfernen.



Abb. 31 Menu „Bild“ des OTEUS-GUI

Das Menu Optionen ermöglicht Auswahl der Merkmale und Klassifikatoren und Programmeinstellungen für die erfahrene Benutzer. Das Menu „Hilfe“ entspricht der Anforderung auf eine umfassende Hilfefunktion zum Programm.



## 5.2 Design

Anwendungsdesign in UML bedeutet, ein Lösungskonzept für das bestehende Problem unter Berücksichtigung aller Rahmenbedingungen zu entwickeln [74]. *Objektorientiertes Design* (OOD) baut auf *objektorientierter Analyse* (OOA) auf und definiert die prinzipiellen Möglichkeiten und Einschränkungen für die Problemlösung. Im Laufe des OOD werden die in der OOA identifizierten Objekte in Klassen umgewandelt. Außerdem werden Nachrichtenprotokolle, Datenstrukturen und Prozeduren definiert, sodass diese abstrakten Strukturen in einer objektorientierten Sprache abgebildet werden können. OOD kann in zwei Phasen unterteilt werden. In der ersten Phase, dem sog. *high-level design*, wird das System in größere komplexe Komponenten aufgeteilt. In der zweiten Phase, dem sog. *low-level design*, werden Attribute und Funktionen einzelner Objekte definiert. Die zweite Phase stellt den eigentlichen Übergang zur Implementierung dar. Im Rahmen dieser Doktorarbeit wird nur auf das high-level design eingegangen. Eine genauere Spezifizierung der Klassenarchitektur gehört zu den Programmieraufgaben und der Anwendungsdokumentation [6][46][72][82].

### 5.2.1 Anwendungsarchitektur

Vor den ersten Designaktivitäten ist es notwendig, eine Anwendungsarchitektur auszuarbeiten. Clements und Northrop [26] folgend, wird in dieser Arbeit folgende Begrifflichkeit verwendet:

Unter *Anwendungsarchitektur* versteht man die Komponentenstruktur eines Programms/Systems, Beziehungen zwischen den Komponenten, Prinzipien und Leitlinien für deren Design und Evaluierung für die Weiterentwicklung.

Die Anwendungsarchitektur bestimmt, welche Klassenarten und welche Schnittstellen entworfen werden müssen, und auf welche man problemlos verzichten kann. Eine saubere Anwendungsarchitektur trägt auch bei zu einer sinnvollen Arbeitsaufteilung und Übersichtlichkeit, des weiteren zu einer langfristigen Flexibilität der Softwareentwicklung und einem höheren Wiederverwendungsgrad einzelner Bestandteile. Eine gut dokumentierte Anwendungsarchitektur dient auch als Grundlage für die Kommunikation zwischen Entwicklern und Anforderungsbeitragenden und fasst die frühesten Designentscheidungen zusammen. Im Vergleich zur Analyse der Anwendungsfälle beschreibt die Anwendungsarchitekturanalyse die strukturellen Aspekte. Dabei wird die Anwendung als komplexes, aus mehreren architektonischen Strukturen und deren Verbindungen bestehendes, System betrachtet [7][26][39][46][74].

Als erster Schritt des Anwendungsarchitekturdesigns muss der Analytiker die strukturellen Anforderungen aus den identifizierten Anforderungen und Analyseergebnissen herausarbeiten. Im Fall der integrierten CAD-Komponente im EST kann man folgende Gruppen von strukturellen Anforderungen unterscheiden:

- Präsentation - einheitliche und intuitiv verständliche Dialogsteuerung
- Anwendungslogik – bildverarbeitende Algorithmen und Klassifikatoren
- Datenverwaltung – Verwaltung von CAD-Fällen
- Integration – Schnittstellen für die Kommunikation und Datenaustausch mit externen Systemen
- Systemevaluierung – Komponenten für das Trainieren von Klassifikatoren, die Bewertung und Evaluierung von Systemen
- Hilfestellung – umfassende, kontextorientierte Hilfsfunktion.

Bei der Erstellung einer neuen Anwendungsarchitektur für OTEUS wurden diese

Anforderungsgruppen als architektonische Strukturen der höchsten Ebene betrachtet. In der Abb. 30 wird die für die Integration von OTEUS entwickelte Softwarearchitektur vorgestellt:

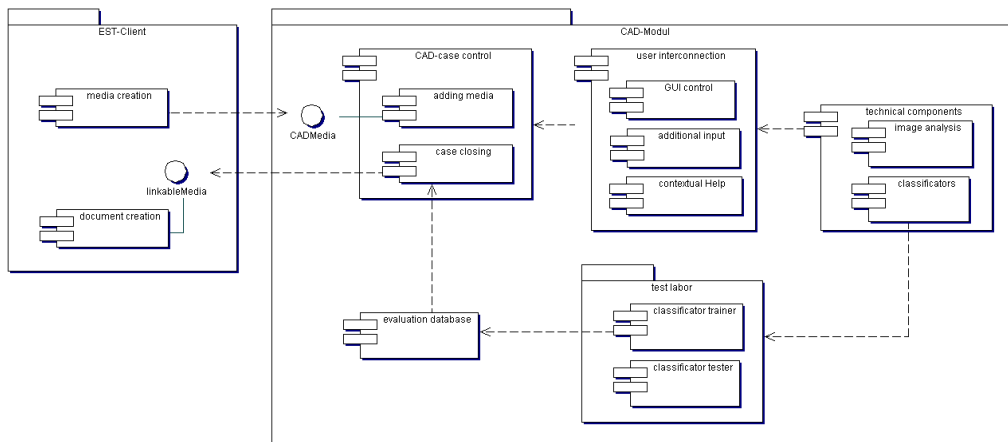


Abb. 32 Anwendungsarchitektur für ein in den EST integriertes CAD-Modul

Den strukturellen Anforderungen zufolge werden in der Anwendungsarchitektur folgende Komponenten identifiziert:

### 1. CAD-Case Control

Diese Komponente dient der Datenverwaltung im CAD-Modul. Sie wird für das Anlegen, Löschen und Schließen eines CAD-Falls oder zum Löschen und Hinzufügen von Medien in dem aktuellen CAD-Fall verwendet. Dieser Controller bietet eine Schnittstelle "CADMedia" für die Kommunikation mit externen Systemen, die für die CAD relevante Mediendaten liefern können (EST-Client, RIS usw.). Dieses Interface beschreibt die Voraussetzungen, die eine Mediendatei erfüllen muss, um als Bestandteil eines CAD-Falls übernommen zu werden. Für die Integration in den EST-Client ist es auch wichtig, dass diese Komponente einen CAD-Fall in einer für die Referenzierung in einem XML-Dokument passender Form bereitstellen kann. Das wird über eine Schnittstelle "linkableMedia" im EST-Client erreicht. Diese Schnittstelle ist für die komplexen multimedialen Telekonsultationsbestandteile, wie einen CAD-Fall, von besonderer Bedeutung.

### 2. Präsentation

Die Präsentationskomponente wird im Diagramm als "presentation" bezeichnet. Die wichtigsten Teile dieser Komponente sind ein GUI-Controller, eine Subkomponente für die zusätzlichen Eingaben bei halbautomatischen Algorithmen und eine kontextabhängige Hilfefunktion. Alle diese drei Komponenten sind auch für die Interaktion mit dem Benutzer zuständig und sind funktionell vom CAD-Case Control abhängig. Diese Abhängigkeit wird durch einen gestrichelten Pfeil zwischen beiden Komponenten dargestellt.

### 3. Technical components

Diese Komponenten sind für die Bildanalyse und nachfolgende Bewertung von berechneten Merkmalen zuständig und implementieren damit die Anwendungslogik. Sie sind funktionell eng mit der Präsentationskomponente verbunden, da die halbautomatische Bildanalyse von Benutzereingaben abhängig ist. Sie hängen auch vom Evaluierungsknoten "Test Lab" ab, weil die eingesetzten Klassifikatoren vorher in einer Testumgebung trainiert und geprüft werden müssen.

### 4. Test Lab und Evaluation Database – stellt die Evaluierungskomponente dar. Die hohe

Performanz des Systems kann nur dann gewährleistet werden, wenn die Klassifikatoren zentral mit einer für alle CAD-Module identischen Datenmenge trainiert werden. Deswegen ist das Testlabor im Diagramm als alleinstehender Knoten dargestellt. Die beiden Komponenten dieses Knotens sind aber eng mit den Komponenten des CAD-Moduls verbunden. Einerseits ist die Hauptaufgabe eines Testlabors das Trainieren der Klassifikatoren und die Prüfung deren Performanz, andererseits werden für diesen Vorgang die mit dem CAD-Modul erzeugten Daten benötigt. Es wird angenommen, dass das integrierte CAD-Modul mit dem verteilten EST-Client mehrfach parallel eingesetzt wird. So scheint es sinnvoll zu sein, die Evaluationsdatenbank als Bestandteil des CAD-Moduls zu implementieren. Alle erzeugten CAD-Fälle werden zunächst lokal in der Datenbank des EST-Clients gespeichert, müssen aber später in einer zentralen Datenbank gesammelt werden. Diese gesammelten Daten werden dann für die Evaluierung und Bewertung des Systems verwendet. Somit kann man die Evaluationsdatenbank und das Testlabor als wie eine Evaluierungskomponente eines CAD-Moduls betrachten.

Wie es aus der Beschreibung ersichtlich, wird eine Integrationskomponente lediglich durch zwei Schnittstellen zwischen EST-Client und CAD-case-control Komponente des CAD-Moduls repräsentiert. Es ist daher nicht sinnvoll, sie als eigenständige Komponente darzustellen.

### 5.2.2 Arbeitspakete für die Entwickler von OTEUS

“Management bedeutet vor allem, die richtigen Personen in ein Projekt aufzunehmen, diesen die richtigen Aufgaben zu geben und sie zu motivieren” [57]

In weiteren Designschritten müssen die identifizierten Komponenten weiter analysiert und entwickelt werden [74]. Da diese Phasen zum low-level design gehören, sollten sie von einem Programmierer durchgeführt werden. Dessen Beschreibung und Dokumentation gehört also zur programmtechnischen Dokumentation. Dabei ist die Hauptaufgabe des Projektmanagements die bevorstehenden Aufgaben in die Pakete aufzuteilen und in Form von Aufträgen an die Entwickler zu vergeben. Als Grundlage für solche Aufträge dient ein Pflichtenheft. Nach der Definition ist ein Pflichtenheft eine Anforderungsspezifikation für ein zu erstellendes Produkt. Es beschreibt Funktionen, Leistungen und Schnittstellen eines Produktes soweit, dass Auftragnehmer und Auftraggeber auf dieser Basis die Erfüllung der beschriebenen Eigenschaften nachweisen bzw. überprüfen können. Das Pflichtenheft ist somit ein fester Vertragsbestandteil [46].

Im Rahmen des OTEUS-Prototyps wurden die fachlichen Komponenten (bildanalysierende Algorithmen und Klassifikatoren) implementiert und getestet [93][22]. Deswegen müssen diese Komponenten nur in JAVA reimplementiert werden. Alle anderen Komponenten und deren Interfaces werden neu programmiert.

Aufgrund der vorgeschlagenen Anwendungsarchitektur werden die folgenden Arbeitspakete erstellt:

- Präsentationsschicht mit Hilfsfunktionen
- Steuerung für CAD-Fälle
- Zentrale Evaluierungsdatenbank
- Testlabor für Klassifikatoren
- Ein Modul für die Sammlung der in verschiedenen lokalen EST-Datenbanken vorliegenden OTEUS-Fälle

Die für die Integration notwendigen EST-Client Schnittstellen werden im Rahmen der Weiterentwicklung des EST implementiert.

## 6 Diskussion

1. Integration von CAD-Module in den Telekonsultationsablauf stellt nicht nur eine zusätzliche hilfreiche Feature, sondern auch eine neue Ebene der Entscheidungsunterstützung dar. In dem Szenario einer multimedialen Telekonsultation kann ein anfragenden Arzt eine Konsultation, bzw. eine Zweitmeinung zu einem klinischen Problem von einem menschlichen Experten einholen. Integration von auf bestimmten Fragestellungen spezialisierten CAD-Anwendungen ändert den üblichen Ablauf einer Telekonsultation, indem neben einem menschlichen Experten auch ein „elektronischer Experte“ dem anfragenden Arzt zu Verfügung steht. Wird das Problembereich einer Anfrage von einem oder mehreren CAD-Module gedeckt, kann eine Telekonsultation hinfällig werden. Die Anwendung von CAD-Module setzt jedoch eine hohe Kompetenz und Erfahrung mit den entsprechenden CAD-Technologien voraus. Diese Voraussetzungen werden in der ersten Linie von den Experten in den spezialisierten Zentren erfüllt. Dies erlaubt es zu vermuten, dass diese Anwendungsgruppe besonders häufig von Konsiliaren und weniger oft von den anfragenden Ärzte Gebrauch finden werden. Diese Behauptung muss in der Evaluationsphase des Integrationsvorhabens geprüft werden. Wird sie sich als richtig erweisen, können die integrierten CAD-Module nur als ein zusätzliches Tool für die Experten betrachtet werden. Da es noch keine Studien zu diesem Problem vorliegen, wird es vorgeschlagen, die integrierte CAD-Module sowohl dem anfragenden Arzt, als auch dem Konsiliar zu Verfügung zu stellen. Die CAD-Module werden damit ein festes Bestandteil einer Telekonsultationsanwendung.
2. In dieser Doktorarbeit wurde das von oose.de GmbH entwickelte Object Engineering Prozess für die Objekt-orientierte Analyse und Objekt-orientiertes Design verwendet. Diese Methode erwies sich als gut strukturiert, methodisch ausgelegt und leicht auf die spezifische Bedürfnisse des medizinischen Bereichs anpassbar. Eine Aufteilung in die Analyse-, Design- und Implementierungsphasen unterstützt am besten die gemeinsame Arbeit von Fachexperten und Entwickler. Eine klare Aufteilung der Verantwortung zwischen den Entwickler und Fachexperten ist in der hochspezialisierten modernen Medizin von einer besonderen Bedeutung. Es muss aber erwähnt werden, dass diese Methode besonders für die Identifizierung von funktionellen Anforderungen an das zu entwickelnde System geeignet ist, wobei die strukturelle Anforderungen nicht direkt analysiert werden können. Um das zu ermöglichen soll das Object Engineering Prozess von einer der Methoden für die strukturelle Anforderungsanalyse erweitert werden.
3. Kleine Anzahl der befragten Anforderungsbeitragenden für das Integrationsvorhaben ist einer der kritischen Punkte der Anforderungsanalyse. Keine der Anwendungen für die multimediale medizinische Telekonsultation befindet sich bis heute in dem Routineeinsatz. Das ist der Grund warum es so wenig Experten gibt, die spezielle Anforderungen an die in ein Telekonsultationsdienst integrierten CDA-Module stellen können. Alle der befragten Anforderungsbeitragenden gehören zum ENDOTEL-Projektteam und haben daher eine langjährige Erfahrung in den Bereichen der Telemedizin und der Entscheidungsunterstützung. Sie sind deswegen am besten für die Anforderungsanalyse geeignet. Die Objekt-orientierte Analyse wurde außerdem speziell für eine kommerzielle Softwareentwicklung konzipiert. Der Hauptunterschied einer kommerziellen Anwendung im Vergleich zu einem wissenschaftlichen Projekt ist es, dass einer kommerziellen Anwendung in der Regel eine umfassende Marktanalyse vorausgeht. Aus dieser Analyse können die unterschiedlichen Gruppen der Anforderungsbeitragenden relativ einfach identifiziert werden. Im Fall unseres Integrationsvorhabens handelt es sich eher um eine Machbarkeitsstudie mit danach folgendem Feldtest, als um ein fertiges

Produkt. Im Laufe der Testphase soll es festgestellt werden, ob das Konzept auch den ärztlichen Bedürfnissen und Erwartungen entspricht. Es ist deswegen plausibel als Anforderungsbeitragenden nur die am Projekt beteiligten Personen (darunter auch einen Fachexperten in der gastroenterologischen Endoskopie) zu betrachten.

4. Ein weiteres Problem bei der Konzipierung war die mangelhafte Dokumentation zur Systemanalyse von ENDOTEL. Um das Integrationskonzept zu entwickeln musste zuerst eine Analyse des gesamten Projekts durchgeführt werden. Im Laufe dieser Analyse wurde das Gesamtkonzept des ENDOTEL aus dem Sicht der Entscheidungsunterstützung überarbeitet werden. In diesem Konzept stellen die integrierten CAD-Module eine neue Schicht der Entscheidungsunterstützung dar. Einer der wichtigsten Punkte der Integration ist die dokument-basierte Anwendungsarchitektur von EST. An die andere Softwarearchitekturen ist das entwickelte Integrationskonzept nicht angepasst. Es soll geprüft werden ob das Integrationskonzept auf die Anwendungen mit anderen Anwendungsarchitekturen übertragbar ist.
5. Als letztes soll erwähnt werden, dass das ENDOTEL sich in einer ständigen Weiterentwicklung befindet. Bei Bedarf soll das Konzept auf diese Änderungen angepasst werden.

## 7 Zusammenfassung

Ziel dieser Doktorarbeit war es ein generisches universell einsetzbares Konzept für die Integration von CAD-Module in eine Telekonsultationsanwendung zu erstellen. Als Schwerpunkte dieses Konzepts kann man eine nahtlose Integration des CAD-Vorgangs in den Workflow einer Telekonsultation, eine Beschreibung des adäquaten Kontexts für den Einsatz eines CAD-Moduls, Erstellung einer ergonomischen Benutzeroberfläche und das Schaffen der Voraussetzungen für die CAD-Evaluierung und Durchführung von wissenschaftlichen Studien nennen. Als Beispiel für die Entwicklung und Implementierung dieses Konzepts wurden das ENDOTEL Store-and-Forward Telekonsultationsdienst (EST) und ein Programm für das halbautomatische Ösophagustumorstaging (OTEUS) verwendet. Für die Objekt-orientierte Analyse (OOA) und das Objekt-orientiertes Design (OOD) wurden das Object Engineering Process von oose.de GmbH und UML Version 1.3 eingesetzt.

Im Laufe der Geschäftsprozessanalyse wurde festgestellt, dass ein integriertes CAD-Modul hauptsächlich die Geschäftsprozesse „Diagnostik“ und „Konsultation“ unterstützt, wobei das Geschäftsprozess „Therapie“ nur indirekt beeinflusst wird. Der Kontext einer Telekonsultationsanwendung fordert zusätzlich zwei weitere Geschäftsprozesse: „Datenerfassung für die Krankengeschichte“ und „statistische Auswertungen“. In der Diagnostik kann ein CAD-Modul entweder als eine Erweiterung eines der üblichen bildgebenden Verfahren oder als ein eigenständiger „Konsiliar“ bei passenden, dem Einsatzbereich des CAD-Moduls entsprechenden, Fragestellungen auftreten. Danach werden es die folgenden von einem integrierten CAD-Modul zu unterstützenden Geschäftsprozesse identifiziert: „Daten Transport (import-export)“, „Bildanalyse (Merkmalsextraktion)“, „Merkmalswerte mit Klassifikatoren einschätzen“ und „Daten für die Auswertung bereitstellen“. Diese Geschäftsanwendungsfälle spiegeln die Geschäftslogik und Verantwortungsbereich einer integrierten CAD-Anwendung wieder. Aus den identifizierten Geschäftsanwendungsfälle wurden die zu unterstützende Systemanwendungsfälle abgeleitet, analysiert und beschrieben. Es wurde festgestellt, dass drei der CAD-Systemanwendungsfälle sich mit der Funktionalität des EST überschneiden. Diese Beziehungen werden als der Kern der Integrationsschnittstelle identifiziert. Nach der Anwendungsfallanalyse entstehen ein Pflichtenheft, ein Geschäftsklassenmodell und ein Fachglossar für die integrierten CAD-Module, die als Grundlage für das Anwendungsdesign dienen. Weiteres wurden die in den früheren Phasen der Analyse identifizierten Systemanwendungsfälle mittels Anwendungsfallablaufmodelle beschrieben. Mit diesem dreistufigen Vorgang werden die Standardabläufe, mögliche Ablaufvarianten, Ausnahmesituationen und an dem Anwendungsfall beteiligten Objekte für jeden Systemanwendungsfall identifiziert. Diese strukturierte Auslegung dient als eine feste Grundlage für die Beschreibung der Systemfunktionalität. Auf dem Basis der Anwendungsfallablaufmodelle werden zuerst alle involvierten Systemschnittstellen identifiziert und beschrieben. Es wird festgestellt, dass ein CAD-Modul technisch als ein in EST-Client eingebauter Editor betrachtet werden kann. Eine ausführliche Standardisierte Schnittstellenbeschreibung wird für die Erstellung eines Explorativen Prototyps und für den Entwurf einer Systemarchitektur verwendet. Das Prototyp wird mit einem GUI-Builder erstellt und mit den Anforderungsbeitragenden diskutiert. Als letzter Schritt wird eine grobe Anwendungsarchitektur für ein in eine dokument-basierte Telekonsultationsanwendung integriertes CAD-Modul entwickelt.

## 8 Summary

For this dissertation is set a target to create a generic und universal concept for the integration of CAD-modules in medical teleconsultation services. The main aims of this concept are: a seamless integration of CAD in a teleconsultation workflow, adequate context description for application of CAD-modules, creation of a ergonomically GUI und laying the foundations for the CAD-evaluation und clinical trials. The ENDOTEL Store-and-Forward Teleconsultation service (EST) und the CAD-program OTEUS for the semi-automatic esophagus tumor staging are used as example for this concept. For the object oriented analysis (OOA) und object oriented design (OOD) are the Object Engineering Process of the oose.de GmbH und Unified Modeling Language version 1.3 applied.

During the business use case analysis is found, that an integrated CAD-module especially assists the business use cases „clinical diagnostics“ und „consultation“ whereby the business use case „therapy“ is only indirect affected. The context of an teleconsultation calls for two more business use cases: „data acquisition for the medical history “ und „statistical analysis“. The CAD-module can appear in the diagnostics either as an addition for the existing imaging methods or as a „consultant“ by appropriate relevant diagnostic problem. After that are the following for a CAD-module relevant use cases identified: „data transport (import-export)“, „image analysis (features extraction)“, „rating feature values with classifiers“ und „making data for analysis available“. This business use cases reflect the business logic und stewardship areas of an integrated CAD-modules. From the identified business use cases are the system use cases derived, analyzed und described. It was established that three system use cases overlap with the functionality of the EST. This relations are identified as a core of the integration interface. After a use case analysis are created a requirements specification, business use case model und technical glossary for the integrated CAD-module. This components are the basics for the application design. Further are the identified system use cases described with use case data flow models. With this three-step operation are described the standard flow, branching points, exceptions und participating objects for each use case. All this is the basis for the system functionality description. On the basis of the use case flow models are first the involved interfaces identified und described. It is detected, that a CAD-module can be looked at technically as a built-in editor. A detailed standardized interface description is used for the creation of the explorative prototypes und for the design of the system architecture. The prototype is created with a GUI-builder. It is discussed with stakeholders. As a last step is a low-level architecture for an in a teleconsultation program integrated CAD-module developed.

## 9 Anhang

### 9.1 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: TNM-Klassifikation des Ösophaguskarzinoms (Seite 8)
- Abbildung 2: Normaler Befund im EUS (Seite 10)
- Abbildung 3: Übereinstimmung zwischen den anatomischen Ösophaguswand-schichten und dementsprechenden EUS-Bild (Seite 11)
- Abbildung 4: EUS-Untersuchung bei Ösophaguskarzinom T3N1 (Seite 11)
- Abbildung 5: Die ENDOTEL Pyramide (Seite 15)
- Abbildung 6: Blois' Trichter (Seite 18)
- Abbildung 7: grafische Darstellung der Bildanalyse mit Templates (Seite 23)
- Abbildung 8: Aufbau eines Neuronalen Netzes (Seite 24)
- Abbildung 9: Object Engineering Process (OEP) nach oose.de GmbH (Seite 28)
- Abbildung 10: Anforderungsbeitragende für das Integrationskonzept (Seite 33)
- Abbildung 11: Prozess der Patientenbehandlung (Seite 34)
- Abbildung 12: CAD-relevante Geschäftsprozesse der Patientenbehandlung (Seite 35)
- Abbildung 13: Prozess der Diagnostik in der Medizin (Seite 36)
- Abbildung 14: Ablauf einer Telekonsultation (Seite 37)
- Abbildung 15: Asynchrone computergestützte Konsultation mit CAD (Seite 38)
- Abbildung 16: Geschäftsprozesse der Patientenbehandlung mit einer CAD-Komponente (Seite 39)
- Abbildung 17: Datenerfassung für die Krankengeschichte während einer Behandlungsepisode (40)
- Abbildung 18: Prozess der Durchführung statistischer Studien zum CAD-Einsatz (Seite 42)
- Abbildung 19: Geschäftsanwendungsfälle und ihre Akteure (Seite 44)
- Abbildung 20: Anwendungsfalldiagramm mit essentiellen Anwendungsfällen (Seite 45)
- Abbildung 21: Systemanwendungsfälle eines CAD-Moduls im Rahmen des EST (Seite 46)
- Abbildung 22: Systemanwendungsfall "CAD-Fälle verwalten" (Seite 47)
- Abbildung 23: Systemanwendungsfälle eines in den EST integrierten CAD-Moduls (Seite 48)
- Abbildung 24: Geschäftsklassen eines in EST integrierten CAD-Moduls (Seite 53)
- Abbildung 25: Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall "CAD-Fall erstellen" (Seite 56)
- Abbildung 26: grafische Elemente der EST-GUI für das Starten von Editoren (Seite 60)
- Abbildung 27: Startfenster für das in EST integrierte OTEUS (Seite 61)
- Abbildung 28: Explorativer GUI Prototyp, hier im Zustand nach der Merkmalsberechnung (Seite 62)
- Abbildung 29: Menu „Fall“ der OTEUS-GUI (Seite 63)
- Abbildung 30: Abschlussdialog des integrierten OTEUS (Seite 63)
- Abbildung 31: Menu „Bild“ des OTEUS-GUI (Seite 64)
- Abbildung 32: Anwendungsarchitektur für ein in den EST integriertes CAD-Modul (Seite 66)
- Abbildung 33: Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall CAD-Fall öffnen (Seite 91)
- Abbildung 34: Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall CAD-Fall importieren (Seite 91)
- Abbildung 35: Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall Medium zum CAD-Fall hinzufügen (Seite 92)
- Abbildung 36: Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall Medium aus dem CAD-Fall entfernen (Seite 92)
- Abbildung 37: Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall CAD-Fall



- exportieren (Seite 93)
- Abbildung 38: Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall CAD-Fall exportieren (Seite 93)
- Abbildung 39: Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall CAD-Fall speichern (Seite 94)
- Abbildung 40: Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall CAD-Fall schliessen (Seite 94)
- Abbildung 41: Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall CAD-Fall archivieren (Seite 95)
- Abbildung 42: Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall Merkmale berechnen (Seite 95)
- Abbildung 43: Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall Klassifikation durchführen (Seite 96)
- Abbildung 44: Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall Ergebnis darstellen (Seite 96)

## 9.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	TNM-Klassifikation und Stadieneinteilung des Ösophaguskarzinoms (UICC 1997) (Seite 76)
Tabelle 2:	Präzision von EUS und CT in der Staging von gastrointestinalen Malignomen (Seite 9)
Tabelle 3:	Ansprechpartner für das Integrationskonzept (Seite 34)
Tabelle 4:	Geschäftsanwendungsfall "Bildanalyse (Merkmalsextraktion)" (Seite 76)
Tabelle 5:	Geschäftsanwendungsfall "Merkmale mit Klassifikatoren einschätzen" (Seite 77)
Tabelle 6:	Geschäftsanwendungsfall "Daten für die Auswertung bereitstellen" (Seite 77)
Tabelle 7:	Geschäftsanwendungsfall "EST-Dokumente erstellen und speichern" (Seite 77)
Tabelle 8:	Geschäftsanwendungsfall "Patienten untersuchen" (Seite 77)
Tabelle 9:	Geschäftsanwendungsfall "Entscheidung treffen" (Seite 77)
Tabelle 10:	Geschäftsanwendungsfall „Diagnose formulieren“ (Seite 79)
Tabelle 11:	Geschäftsanwendungsfall „Patienten behandeln“ (Seite 78)
Tabelle 12:	Geschäftsanwendungsfall „EST-Konsultation in der Krankengeschichte dokumentieren“ (Seite 78)
Tabelle 13:	Geschäftsanwendungsfall "Verkehr der Multimediendateien" (Seite 78)
Tabelle 14:	Essentieller Anwendungsfall „Transport der Mediendateien“ (Seite 79)
Tabelle 15:	Essentieller Anwendungsfall "Objektive Merkmalswerte berechnen" (Seite 79)
Tabelle 16:	Essentieller Anwendungsfall "Zweitmeinung liefern" (Seite 80)
Tabelle 17:	Essentieller Anwendungsfall „Systemevaluierung vorbereiten“ (Seite 80)
Tabelle 18:	Systemanwendungsfallpaket "CAD-Fälle verwalten" (Seite 81)
Tabelle 19:	Systemanwendungsfall "CAD-Fall erstellen" (Seite 82)
Tabelle 20:	Systemanwendungsfall "CAD-Fall öffnen" (Seite 82)
Tabelle 21:	Systemanwendungsfall "CAD-Fall importieren" (Seite 83)
Tabelle 22:	Systemanwendungsfall „Medium zum CAD-Fall hinzufügen“ (Seite 83)
Tabelle 23:	Systemanwendungsfall "Medium aus dem CAD-Fall entfernen" (Seite 84)
Tabelle 24:	Systemanwendungsfall "CAD-Fall exportieren" (Seite 84)
Tabelle 25:	Systemanwendungsfall "CAD-Fall speichern" (Seite 85)
Tabelle 26:	Systemanwendungsfall „CAD-Fall schliessen“ (Seite 85)
Tabelle 27:	Systemanwendungsfall „CAD-Fall archivieren“ (Seite 86)
Tabelle 28:	Systemanwendungsfall „Merkmale berechnen“ (Seite 86)
Tabelle 29:	Systemanwendungsfall "Klassifizierung durchführen"(Seite 87)
Tabelle 30:	Systemanwendungsfall „Ergebnis darstellen“ (Seite 87)
Tabelle 31:	Systemanforderungen an das in EST integrierte CAD-Modul (Seite 52)
Tabelle 32:	Zuordnung involvierter Schnittstellen zu den einzelnen Anwendungsfallschritten (Seite 57)
Tabelle 33:	Schnittstellenbeschreibung für das Dialog CAD-Fall anlegen (Seite 97)
Tabelle 34:	Schnittstellenbeschreibung für das Dialog CAD-Fall öffnen (Seite 97)
Tabelle 35:	Schnittstellenbeschreibung für die Daten-Schnittstelle CAD-Fall importieren (Seite 98)
Tabelle 36:	Schnittstellenbeschreibung für das Dialog Medium auswählen (Seite 98)
Tabelle 37:	Schnittstellenbeschreibung für das Ausgabeergebnis Medium anzeigen (Seite 99)
Tabelle 38:	Schnittstellenbeschreibung für die Daten-Schnittstelle Medium hinzufügen (Seite 99)
Tabelle 39:	Schnittstellenbeschreibung für die Daten-Schnittstelle Medium importieren (Seite 100)

- Tabelle 40: Schnittstellenbeschreibung für das Dialog Medium löschen (Seite 100)
- Tabelle 41: Schnittstellenbeschreibung für die Daten-Schnittstelle CAD-Fall exportieren (Seite 101)
- Tabelle 42: Schnittstellenbeschreibung für das Dialog CAD-Fall speichern (Seite 101)
- Tabelle 43: Schnittstellenbeschreibung für das Dialog CAD-Fall schliessen (Seite 102)
- Tabelle 44: Schnittstellenbeschreibung für die Daten-Schnittstelle CAD-Fall archivieren (Seite 102)
- Tabelle 45: Schnittstellenbeschreibung für das Dialog Merkmale auswählen (Seite 103)
- Tabelle 46: Schnittstellenbeschreibung für das Dialog zusätzliche Eingaben ()Seite 103)
- Tabelle 47: Schnittstellenbeschreibung für das Ausgabeergebnis Merkmalswerte darstellen (Seite 104)
- Tabelle 48: Schnittstellenbeschreibung für das Dialog Klassifikatoren auswählen (Seite 104)
- Tabelle 49: Schnittstellenbeschreibung für das Ausgabeergebnis Klassifikationsergebnisse darstellen (Seite 105)
- Tabelle 50: Gestaltungsgrundsätze nach DIN EN ISO 9241-10 (Seite 59)

### 9.3 Abkürzungsverzeichnis

Abb. – Abbildung  
Absch. – Abschnitt  
AF – Anwendungsfall  
CAD – Computer Aided Diagnosis  
CART – Classification and Regression Tree  
CASE – Computer-Aided Software Engineering  
CDDSS – clinical diagnostic decision support system  
CFML – ColdFusion Markup Language  
CT – computer tomography  
DSS – decision support system  
EDV – elektronische Datenverarbeitung  
EIS – Endoskopie Informationssystem  
EKG – Elektrokardigrafie  
ENDOTEL - ENDOskopie – TELedienste  
engl. – im Englischen  
EPA – elektronische Patientenakte  
EPR – electronic patient record  
EST –ENDOTEL store-and-forward Telekonsultationsdienst  
EVT – ENDOTEL Video Telekonsultationsdienst  
EUS – endoskopischer Ultraschall  
FNA – fine needle aspiration  
GB – Gigabyte  
ggf. – gegebenfalls  
GHz – Gigahertz  
GUI – graphical user interface  
HL7 – Health Level Seven  
HNO-Spezialist – Halz-Nasen-Ohren-Spezialist  
HTML – HyperText Markup Language  
KIS – Krankenhausinformationssystem  
kNN – k-Nearest-Neighbourhood  
MB – Megabyte  
MHz – Megahertz  
MR – Magnetresonanztomografie  
NN – Neuronales Netz  
N-Staging (N-Status) – der klinische Nachweis lymphogener Metastasen  
OEP – Object Engineering Prozess  
OOA – Object Oriented Analysis  
OOD – Object Oriented Design  
OP – Operation  
OTEUS - Oesophagus Tumor Staging with Endoscopic UltraSound  
PET – Positronen-Emissions-Tomografie  
PACS – picture archival and communications systems  
POS – Physicians Office Software  
R0-Resektion – komplette makro- und mikroskopische Tumorentfernung  
RIS – Radiology Information System  
SAP– Systeme Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung  
sog. – so genannte  
Tab. – Tabelle  
T-Staging (T-Status) - Lokalisation und regionäre Ausdehnung des Tumors  
UML – Unified Modelling Language  
US – Ultraschall

u.U. – unter Umständen  
WHO – World Helthcare Organisation  
XML – eXtensible Markup Language  
z.B. – zum Beispiel

## 9.4 Fragebogen für die identifikation von Anforderungen

1. Ihre berufliche Position
2. Benutzen Sie den Computer in Ihrem Arbeitsalltag? <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
3. Wie oft verwenden Sie medizinische Software in der Praxis ? <input type="checkbox"/> jeden Tag <input type="checkbox"/> 2-3 Mal pro Woche <input type="checkbox"/> 1 Mal pro Woche und seltener
4. Welche Typen medizinischer Software verwenden Sie in der Praxis : <input type="checkbox"/> Anwendungen zur Patientenverwaltung <input type="checkbox"/> Anwendungen für die Befunddokumentation <input type="checkbox"/> elektronische Bibliotheken <input type="checkbox"/> Internetanwendungen und Email <input type="checkbox"/> Anwendungen zur Befundinterpretation
5. Was würden Sie in diesen Programmen verbessern lassen?
6. Wie decken Sie Ihren Bedarf an Entscheidungsunterstützung bei unklaren Befunden? <input type="checkbox"/> in einem persönlichen Gespräch mit einem Kollegen <input type="checkbox"/> Übermittlung von Befundmaterial an einen Konsiliar per Post oder mit einem Boten <input type="checkbox"/> Senden von Befundmaterial in elektronischer Form <input type="checkbox"/> Überweisung des Patienten ohne vorherige „Fremdkonsultation“
7. Kennen Sie den Begriff Computer Aided Diagnosis? Wenn ja, was verstehen Sie darunter? 8. Haben Sie Erfahrungen mit Anwendungen für Entscheidungsunterstützung? Wenn ja, mit welchen?
9. Für welche Fragestellungen in der Videoendoskopie können Ihrer Meinung nach Anwendungen für die Entscheidungsunterstützung eingesetzt werden?
10. Was verstehen Sie unter dem Begriff Telemedizin ?
11. Verwenden Sie in der Praxis Computeranwendungen, um unklare Befunde mit einem Kollegen oder Konsiliar zu diskutieren? <input type="checkbox"/> ja, gebräuchliche Email-Anwendungen (MS-Outlook, Netscape Messenger) <input type="checkbox"/> ja, spezielle medizinische Konsultationsanwendungen <input type="checkbox"/> nein
12. Stellen Sie sich vor, dass Sie einen unklaren Befund während einer Untersuchung erhoben haben. Dabei wurden ein digitales Video und mehrere digitale Bilder aufgenommen. Sie haben jetzt zwei Möglichkeiten: die Befunde an einen Konsiliar zu senden oder ein entscheidungsunterstützendes Programm zur Bewertung von digitalem Befundmaterial einzusetzen. Was würden Sie bevorzugen und warum?
13. Wenn ein Programm für die Entscheidungsunterstützung (z.B. für das Tumorstaging in Ösophagusultraschallbildern) eine hohe Performanz und Genauigkeit aufweist, würden Sie eine Einarbeitungszeit bzw. eine spezielle Schulung in Kauf nehmen ? <input type="checkbox"/> ja, auf jeden Fall <input type="checkbox"/> ja, unter Umständen <input type="checkbox"/> nein, weil
14. Was ist Ihrer Meinung nach für die optimale Bedienbarkeit einer medizinischen Anwendung wichtig (Stichworte)?

## 9.5 Stadieneinteilung des Ösophaguskarzinoms

**Tabelle 1.** TNM-Klassifikation und Stadieneinteilung des Ösophaguskarzinoms (UICC 1997)

<b>T-Kategorie (Tiefinfiltration der Ösophaguswand)</b>	T <sub>x</sub> T <sub>0</sub> T <sub>is</sub> T <sub>1</sub> T <sub>2</sub> T <sub>3</sub> T <sub>4</sub>	Primärtumor nicht beurteilbar Kein Anhalt für Primärtumor Carcinoma in situ Tumor infiltriert Lamina propria oder Submukosa Tumor infiltriert Muscularis propria Tumor infiltriert Adventitia Tumor infiltriert Nachbarorgane		
<b>N-Kategorie (Lymphknotenmetastasen)</b>	N <sub>x</sub> N <sub>0</sub> N <sub>1</sub>	Regionale Lymphknoten nicht beurteilbar Keine regionale Lymphknotenmethastasen Regionale Lymphknotenmethastasen		
<b>M-Kategorie (Fernmetastasen)</b>	M <sub>x</sub> M <sub>0</sub> M <sub>1</sub>	Fernmetastasen nicht beurteilbar Keine Fernmetastasen Fernmetastasen <ul style="list-style-type: none"> <li>• für Tumoren des unteren thorakalen Ösophagus M1a: Metastase(n) in zöliakalen Lymphknoten M1b: Andere Fernmetastasen</li> <li>• für Tumoren des oberen thorakalen Ösophagus M1a: Metastase(n) in zervikalen Lymphknoten M1b: Andere Fernmetastasen</li> <li>• für Tumoren des mittleren thorakalen Ösophagus</li> </ul>		
<b>R-Kategorie (Tumorresektionsränder)</b>	R <sub>0</sub> R <sub>1</sub> R <sub>2</sub>	Resektionsränder mikroskopisch und makroskopisch tumorfrei Mikroskopischer residualtumor Makroskopischer Residualtumor		
<b>Stadieneinteilung</b>	0 I II A II B III IV IV A IV B	T <sub>is</sub> T <sub>1</sub> T <sub>2-3</sub> T <sub>1-2</sub> T <sub>3</sub> T <sub>4</sub> Jedes T Jedes T Jedes T	N <sub>0</sub> N <sub>0</sub> N <sub>0</sub> N <sub>1</sub> N <sub>1</sub> Jedes N Jedes N Jedes N Jedes N	M <sub>0</sub> M <sub>0</sub> M <sub>0</sub> M <sub>0</sub> M <sub>0</sub> M <sub>0</sub> M <sub>1</sub> M1a M1b

## 9.6 Tabellarische Beschreibung der Geschäftsanwendungsfälle

**Tabelle 4.** Geschäftsanwendungsfall "Bildanalyse (Merkmalsextraktion)"

Name:	Bildanalyse (Merkmalsextraktion) <<business>>
Kurzbeschreibung:	Die relevanten Mediendateien werden geladen und mit einem oder mehreren implementierten bildanalysierenden Algorithmen bearbeitet. Die extrahierten Merkmale werden dargestellt und für die Bewertung bereitgestellt
Akteure:	Arzt, CAD-Modul
Auslöser:	Beim Arzt besteht Bedarf an Entscheidungsunterstützung bei bestimmten Fragestellungen.
Ergebnisse:	Merkmale werden extrahiert und dargestellt. Der Arzt erhält zusätzliche objektiven Daten zum Bildbefund.

**Tabelle 5.** Geschäftsanwendungsfall „Merkmale mit Klassifikatoren einschätzen“

Name:	Merkmalswerte mit Klassifikatoren einschätzen <<business>>
Kurzbeschreibung:	Extrahierte Merkmale werden mit Hilfe von Klassifikatoren (Elemente der künstlichen Intelligenz) bewertet und eingestuft.
Akteure:	Arzt, CAD-Modul
Auslöser:	Arzt hat die Merkmalswerte aus mindestens einem vorliegenden Bild extrahiert und startet den Prozess der Klassifikation
Ergebnisse:	Der Arzt erhält vom Programm eine Antwort in standardisierter Form (z.B. T3 der TNM-Klassifikation entsprechend).

**Tabelle 6.** Geschäftsanwendungsfall „Daten für die Auswertung bereitstellen“

Name:	Daten für die Auswertung bereitstellen <<business>>
Kurzbeschreibung:	Das Ziel dieser Studien bezieht sich hauptsächlich auf den Einsatz der CAD in der Medizin. Die erzeugten Daten werden zentral gesammelt und den Wissenschaftlern bereitgestellt.
Akteure:	Arzt (Wissenschaftler), CAD-Modul
Auslöser:	Das System muss geprüft und evaluiert werden. Der Akteur möchte die gesammelten Daten bewerten und auf sie zugreifen.
Ergebnisse:	Objektive Daten für die Bewertung und Evaluierung des Systems liegen vor.

**Tabelle 7.** Geschäftsanwendungsfall „EST-Dokumente erstellen und speichern“

Name:	EST-Dokumente erstellen und speichern <<business>> {excluded}
Kurzbeschreibung:	Während der Telekonsultation werden CDA-Dokumente erstellt und versendet (Clinical Document Architecture – ein XML-basiertes Format für medizinische Dokumente). Wenn der Arzt eine Telekonsultation anfordert, wird ein Dokument angelegt. Das Dokument enthält Patientendaten und relevante klinische Befunde in Form von Mediendateien. Dokumente werden versendet. Alle zu einer Telekonsultation gehörende Dokumente werden in einer Fallmappe (ebenfalls ein XML-Dokument ) gesammelt. Fallmappen werden geschlossen und archiviert.
Akteure:	Arzt, EST-Client
Auslöser:	Bei der Anforderung einer Telekonsultation wird eine Fallmappe angelegt. Jede Anfrage und jede Antwort wird in Form eines CAD-Dokuments erfasst.
Ergebnisse:	Die Telekonsultation wird mit Hilfe von CDA-Dokumenten durchgeführt und protokolliert.

**Tabelle 8.** Geschäftsanwendungsfall „Patienten untersuchen“

Name:	Patienten untersuchen <<business>> {excluded}
Kurzbeschreibung:	Ein Patient wird Standard- und bei Bedarf Spezialuntersuchungen unterzogen.
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Der Arzt empfängt einen Patienten mit Beschwerden.
Ergebnisse:	Diagnostisch relevante Daten werden erhoben.

**Tabelle 9.** Geschäftsanwendungsfall „Entscheidung treffen“

Name:	Entscheidung treffen <<business>> {excluded}
Kurzbeschreibung:	Nach jedem diagnostischen oder therapeutischen Schritt des Patienten wird eine Entscheidung über weiteren Maßnahmen (zusätzliche Untersuchungen, Therapieverfahren usw.) getroffen.
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Neue klinisch relevante Daten wurden erhoben .
Ergebnisse:	Eine diagnostische und/oder therapeutische Entscheidung wird getroffen.

**Tabelle 10.** Geschäftsanwendungsfall „Diagnose formulieren“

Name:	Diagnose formulieren <<business>> {excluded}
Kurzbeschreibung:	Nach der ersten Untersuchung wird eine vorläufige Diagnose formuliert. Im Laufe von weiteren Untersuchungen wird diese Diagnose verfeinert und präziser ausformuliert. Als Entlassungsdiagnose bezeichnet man eine standardisierte (nach ICD-10) Krankheitsbeschreibung.
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Für eine Diagnose notwendige Daten wurden erhoben und müssen dokumentiert werden.
Ergebnisse:	Eine Diagnose wird formuliert und dokumentiert.

**Tabelle 11.** Geschäftsanwendungsfall „Patienten behandeln“

Name:	Patienten behandeln <<business>> {excluded}
Kurzbeschreibung:	Patient wird therapiert.
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Mindestens eine vorläufige Diagnose wird formuliert.
Ergebnisse:	Die Krankheit wird geheilt oder gelindert.

**Tabelle 12.** Geschäftsanwendungsfall „EST-Konsultation in der Krankengeschichte dokumentieren“

Name:	EST-Konsultation in der Krankengeschichte dokumentieren <<business>> {excluded}
Kurzbeschreibung:	Fakt der Konsultation mit Hilfedes EST und deren Ergebnis werden in die Krankengeschichte eingetragen.
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Eine Konsultation mit Hilfe des EST wurde durchgeführt.
Ergebnisse:	Fakt der EST-Konsultation und deren Ergebnis werden in der Krankengeschichte dokumentiert.

**Tabelle 13.** Geschäftsanwendungsfall „Daten Transport (import-export)“

Name:	Daten Transport (import-export) <<business>>
Kurzbeschreibung:	Mediendateien (z.B. Bilder) und Patientendaten werden aus dem EST importiert. Nach der Analyse werden die Ergebnisse in Form von Mediendateien zurück an den EST exportiert. Dieser Prozess gewährleistet die nahtlose Integration der beiden Systeme (EST und CAD-Moduls)
Akteure:	EST-Client, CAD-Modul
Auslöser:	Arzt will die in einem EST-Dokument enthaltenen Daten mit dem CAD-Modul bearbeiten
Ergebnisse:	Daten werden nahtlos zwischen Systemen (EST und CAD-Modul) übertragen



## 9.7 Tabellarische Beschreibung der essenziellen Anwendungsfälle

**Tabelle 14.** essenzieller Anwendungsfall „Transport der Mediendateien“

Name:	Transport der Mediendateien <<essential>>
Kurzbeschreibung:	Mediendateien (z.B. Bilder) und Patientendaten werden aus einem externen System importiert. Nach der Analyse werden die Ergebnisse in Form von Mediendateien an ein externes System exportiert.
Akteure:	CAD-Modul, ein externes System
Auslöser:	Arzt will einen in der elektronischen Form vorhandenen Befund mit dem CAD-Modul bearbeiten. Dafür initiiert er den Import von Mediendateien aus dem externen System in das Modul. Beim Abschliessen eines CAD-Vorgangs werden die Daten an dieses oder ein anderes System exportiert
Vorbedingungen:	Daten sind in einem externen System vorhanden und bereitgestellt, der Arzt hat ausreichende Zugriffsrechte.
Eingehende Informationen:	Typ und Lokalisation der entsprechenden Mediendatei, bzw. vorgegebene Lokalisation für die Ergebnisspeicherung
Ergebnisse:	Nahtlose Übertragung der Mediendateien zwischen einem externen System und dem CAD-Modul
Nachbedingungen:	Mediendateien werden nahtlos in das CAD-Modul und Ergebnisse aus dem CAD-Modul übertragen
Ablauf:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Initiierung der Übertragung von einem Arzt</li> <li>2. Import von Mediendatei(en) in das CAD-Modul</li> <li>3. Erzeugen von neuen Mediendateien</li> <li>4. Den CAD-Prozess beenden, gegebenenfalls Exportadresse festlegen</li> <li>5. Export bestätigen</li> </ol>

**Tabelle 15.** Essentieller Anwendungsfall „Objektive Merkmalswerte berechnen“

Name:	Objektive Merkmalswerte berechnen <<essential>>
Kurzbeschreibung:	Das geladene Bild (die geladene Bilder) werden mit einem oder mehreren implementierten Algorithmen bearbeitet und analysiert
Akteure:	Arzt, CAD-Modul
Auslöser:	Arzt braucht objektive Informationen zu einem Bild.
Vorbedingungen:	Mindestens ein Bild im passenden Format wurde in das CAD-Modul geladen
Eingehende Informationen:	Ein digitales Bild in einem unterstützten Format
Ergebnisse:	Merkmalswerte werden berechnet und dargestellt. Der Akteur bekommt damit eine Entscheidungsunterstützung. Die Merkmalswerte werden für die Klassifizierung bereitgestellt
Nachbedingungen:	Berechnete Merkmalswerte liegen in digitaler Form vor.
Ablauf:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Initiierung des Prozesses durch einen Arzt, bei Bedarf Merkmalsauswahl</li> <li>2. Bildanalyse, Berechnung der Merkmalswerte</li> <li>3. Darstellung der berechneten Merkmalswerte</li> </ol>

**Tabelle 16.** Essentieller Anwendungsfall „Zweitmeinung liefern“

Name:	Zweitmeinung liefern <<essential>>
Kurzbeschreibung:	Arzt wählt einen oder mehrere Klassifikatoren aus und übergibt ihnen die berechneten Merkmalswerte. Die Merkmalswerte werden aufgrund des Trainierens von Klassifikatoren der Fragestellung entsprechend eingestuft
Akteure:	Arzt, CAD-Modul
Auslöser:	Der Arzt benötigt eine zweite Meinung zur Bewertung der berechneten Merkmalswerte.
Vorbedingungen:	Merkmalswerte für das aktuelle Bild sind berechnet.
Eingehende Informationen:	Berechnete Merkmalswerte in digitaler Form
Ergebnisse:	Arzt bekommt vom Programm eine Zweitmeinung zur Bewertung der berechneten Merkmalswerte als Entscheidungsunterstützung
Nachbedingungen:	Eine oder mehrere neue Mediendateien (Klassifikationsergebnisse, Overlays) liegen vor. Die Ergebnisse der Klassifikation sind in einer menschlich lesbaren Form dargestellt.
Ablauf:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klassifikatoren auswählen</li> <li>2. Merkmalswerte an die Klassifikatoren des CAD-Moduls übergeben</li> <li>3. Klassifizierung durchführen</li> <li>4. Ergebnisse darstellen</li> </ol>

**Tabelle 17.** Essentieller Anwendungsfall „Systemevaluierung vorbereiten“

Name:	Systemevaluierung vorbereiten <<essential>>
Kurzbeschreibung:	Die für die Evaluierung benötigten Daten (Mediendateien, Merkmale, Klassifikationsergebnisse) werden dynamisch in einer festgelegten Form abgelegt und für statistische Auswertungen bereitgestellt
Akteure:	CAD-Modul
Auslöser:	Schließen eines CAD-Vorgangs
Vorbedingungen:	Ein CAD-Vorgang wurde mit einem relevanten Ergebnis durchgeführt
Eingehende Informationen:	Alle von einem CAD-Modul erzeugten Mediendateien und aktuelle Systemeinstellungen (z.B. Version der Klassifikatoren)
Ergebnisse:	Daten für die Auswertung und Evaluierung werden in einer festgelegten Form gespeichert und bereitgestellt worden
Nachbedingungen:	Benötigte Daten sind für die Systemevaluierung und Auswertung gesammelt und bereitgestellt
Ablauf:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. CAD-Vorgang mit einem relevanten Ergebnis beenden</li> <li>2. Alle relevante Daten speichern</li> <li>3. Speicherung bestätigen</li> </ol>

## 9.8 Tabellarische Beschreibung der Systemanwendungsfälle

**Tabelle 18.** Systemanwendungsfallpaket “CAD-Fälle verwalten”

Name:	<b>AF1: CAD-Fälle verwalten</b> <<package>>
Spezialisierung von:	Verkehr der Mediendateien <<essential>>, Systemevaluierung vorbereiten <<essential>>
Kurzbeschreibung:	Der Arzt führt verschiedene Verwaltungsaktionen mit CAD-Fälle und deren Bestandteile durch.
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Jeder Schritt in dem CAD-Prozess ist mit der Verwaltung eines CAD-Falles oder mehreren CAD-Fälle und deren Inhalte verbunden.
Vorbedingungen:	
Eingehende Informationen:	Lokalisation und Name eines bestehenden CAD-Falles oder eines Mediums bzw. ein multimediales Objekt und die benötigte Operation (erstellen, Medien hinzufügen usw.)
Ergebnisse:	Die angeforderte Operation wird auf dem entsprechenden CAD-Fall oder dessen Bestandteil durchgeführt
Nachbedingungen:	Status und/oder Inhalt eines CAD-Falles werden geändert.
Ablauf:	<p>AF1.1-AF1.5 beschreiben die echten Anwendungsfälle innerhalb dieses Pakets.</p> <p><b>1. CAD-Fall erstellen</b> Ein neuer CAD-Fall wird beim Starten des CAD-Moduls automatisch angelegt falls kein bestehender Fall, sondern mindestens ein Medium als Parameter übergeben wird.</p> <p><b>2. CAD-Fall öffnen {excluded}</b> Ein nicht abgeschlossener CAD-Fall wird aus einem externen System in CAD-Modul geladen, die Inhalte werden dem Akteur angezeigt und können von ihm geändert werden.</p> <p><b>3. CAD-Fall importieren</b> Ein abgeschlossener CAD-Fall wird aus einem externen System ins CAD-Modul geladen, die Inhalte werden dem Akteur in einer nicht editierbaren Form angezeigt.</p> <p><b>4. Medium zum CAD-Fall hinzufügen</b> Ein für das CAD relevantes Medium wird zu dem aktuellen CAD-Fall hinzugefügt</p> <p><b>5. Medium aus dem CAD-Fall entfernen</b> Bei Bedarf können einzelnen Medien aus einem CAD-Fall entfernt werden. Dabei müssen zugehörige Komponenten (z.B. Layouts zu einem Bild) aus dem CAD-Fall ebenso entfernt werden</p> <p><b>6. CAD-Fall exportieren</b> Eine Kopie von dem aktuellen CAD-Fall wird in einer standardisierten Form an ein anderes System übertragen. Die Originaldaten werden in die lokale Evaluierungsdatenbank verschoben.</p> <p><b>7. CAD-Fall speichern {excluded}</b> Ein CAD-Fall wird lokal auf der Festplatte gespeichert.</p> <p><b>8. CAD-Fall schlissen</b> Wird ein CAD-Fall geschlossen, wird er als nicht mehr änderbar markiert und kann nur angeschaut werden. Vor dem abschliessen werden aus dem CAD-Fall alle nicht verwendete Medien (z.B. nicht bearbeitete Bilder) gelöscht.</p> <p><b>9. CAD-Fall archivieren</b> Ein geschlossener CAD-Fall wird in einer Evaluierungsdatenbank gespeichert und für ein Lesezugriff bereitgestellt. Die wichtigsten Daten (Zeit der Archivierung, CAD-Fallname usw.) werden in ein Archivierungsprotokoll eingetragen.</p>

**Tabelle 19.** Systemanwendungsfall “CAD-Fall erstellen”

Name:	<b>AF1.1: CAD-Fall erstellen</b>
Spezialisierung von:	Verkehr der Mediendateien <<essential>>
Kurzbeschreibung:	Ein CAD-Fall mit mindestens einem Medium wird angelegt.
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Der Akteur wählt eins oder mehrere Medien aus und startet das CAD-Modul.
Vorbedingungen:	Mindesten ein Medium für CAD ist vorhanden
Eingehende Informationen:	Name und Beschreibung des neuen CAD-Falls, Name und Lokalisation des Mediums (der Medien)
Ergebnisse:	Ein CAD-Fall mit mindestens einem Medium wird angelegt.
Nachbedingungen:	Ein neuer CAD-Fall liegt vor.
Ablauf:	<p><b>1. Anlegen eines CAD-Falles initiieren</b> Ein neuer CAD-Fall wird beim Start des CAD-Moduls automatisch angelegt. Dafür muss aber beim Start mindestens ein Medium als Parameter übergeben werden.</p> <p><b>2. CAD-Fallname und CAD-Fallbeschreibung eingeben</b> Um sich später den Überblick über die Vorhandene CAD-Fälle zu schaffen muss eine kurze Standardisierte Beschreibung eingegeben werden (z.B. Geburtsdatum und Initialen des Patienten und ein kurzer Freitext).</p> <p><b>3. Vorgang abschliessen</b> Nach der Bestätigung der Eingabe wird ein neuer CAD-Fall angelegt. Der neue CAD-Fall enthält das übergebenes Medium ( übergebenen Medien).</p>

**Tabelle 20.** Systemanwendungsfall „CAD-Fall öffnen“

Name:	<b>AF1.2: CAD-Fall öffnen {excluded}</b>
Spezialisierung von:	Verkehr der Mediendateien <<essential>>
Kurzbeschreibung:	Ein nicht abgeschlossener CAD-Fall wird aus einem externen System oder aus der lokalen Dateisystem in CAD-Modul geladen, die Inhalte werden dem Akteur angezeigt und können von ihm geändert werden.
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Der Arzt will einen nicht geschlossenen CAD-Fall anschauen und/oder bearbeiten.
Vorbedingungen:	Es liegt ein nicht abgeschlossener CAD-Fall vor
Eingehende Informationen:	Lokalisation und Name eines nicht abgeschlossenen CAD-Falls.
Ergebnisse:	Ein CAD-Fall aus einem externen System wird in das CAD-Modul geladen, die CAD-Fallinhalte werden in einer editierbaren Form angezeigt.
Nachbedingungen:	Das CAD-Fall und deren Inhalte werden angeschaut und/oder geändert.
Ablauf:	<p><b>1. Öffnen anfordern</b> Der Name und der Pfad eines nicht abgeschlossenen CAD-Falls werden dem CAD-Modul übergeben.</p> <p><b>2. Fallbeschreibung anschauen</b> Vor dem Öffnen kann der Akteur die Fallbeschreibung anschauen. Das ermöglicht die Suche bei großer Anzahl der CAD-Fälle.</p> <p><b>3. Öffnen abschliessen</b> Nach der Bestätigung wird der CAD-Fall geöffnet und deren Inhalte werden angezeigt</p>

**Tabelle 21.** Systemanwendungsfall „CAD-Fall importieren“

Name:	<b>AF1.3: CAD-Fall importieren</b>
Spezialisierung von:	Verkehr der Mediendateien <<essential>>
Kurzbeschreibung:	Ein abgeschlossener CAD-Fall wird aus einem externen System ins CAD-Modul geladen, die Inhalte werden dem Akteur in einer nicht editierbaren Form angezeigt.
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Der Arzt will einen abgeschlossenen CAD-Fall aus einem externen System anschauen und befunden.
Vorbedingungen:	Ein abgeschlossener CAD-Fall liegt in einem zugänglichen externen System vor
Eingehende Informationen:	Ein CAD-Fall aus einem externen System.
Ergebnisse:	Ein CAD-Fall wird in das CAD-Modul geladen, die CAD-Fallinhalte werden dem Akteur in einer nicht editierbaren Form angezeigt.
Nachbedingungen:	Die CAD-Fallinhalte können vom Akteur angeschaut und befunden werden.
Ablauf:	<p><b>1. Import anfordern</b> Ein CAD-Fall wird dem CAD-Modul beim Starten übergeben.</p> <p><b>2. Fallbeschreibung anschauen</b> Vor dem Importieren kann der Akteur die Fallbeschreibung anschauen. Das ermöglicht die Suche bei großer Anzahl der CAD-Fälle.</p> <p><b>3. Import abschliessen</b> Nach der Bestätigung wird der CAD-Fall exportiert und die Inhalte werden angezeigt</p>

**Tabelle 22.** Systemanwendungsfall „Medium zum CAD-Fall hinzufügen“

Name:	<b>AF1.4: Medium zum CAD-Fall hinzufügen</b>
Spezialisierung von:	Verkehr der Mediendateien <<essential>>
Kurzbeschreibung:	Ein für das CAD relevantes Medium wird zu dem aktuellen CAD-Fall hinzugefügt
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Der Arzt will ein Medium zum aktuellen CAD-Fall hinzufügen und bearbeiten.
Vorbedingungen:	Ein CAD-Fall ist geöffnet. Ein Medium im passenden Format liegt vor.
Eingehende Informationen:	Eine Mediendateien oder ein multimediales Objekt (z.B. Bild) aus einem anderen System.
Ergebnisse:	Ein Medium wird zu einem CAD-Fall hinzugefügt.
Nachbedingungen:	Das Medium liegt in dem aktuellen CAD-Fall vor und kann bearbeitet werden.
Ablauf:	<p><b>1. Medienquelle festlegen</b> Als Medienquelle kann das lokale Dateisystem, ein anderer CAD-Fall, die EST-Datenbank (multimediale Dokumenteninhalte) oder ein Informationssystem (z.B. PACS) sein.</p> <p><b>2. Medium auswählen</b> Ein Medium wird markiert. Dabei hat man die Möglichkeit die vorhandene Medien nach verschiedenen Kriterien zu sortieren (nach Name, Datentyp usw.).</p> <p><b>3. Auswahl bestätigen</b> Nach der Bestätigung wird das Medium in den CAD-Fall kopiert und unabhängig von Originaldaten gespeichert.</p>

**Tabelle 23.** Systemanwendungsfall „Medium aus dem CAD-Fall entfernen“

Name:	<b>AF1.5: Medium aus dem CAD-Fall entfernen</b>
Spezialisierung von:	Verkehr der Mediendateien <<essential>>
Kurzbeschreibung:	Ein Medium und wird aus dem aktuellen CAD-Fall entfernt. Dabei
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Der Arzt will ein Medium aus dem aktuellen CAD-Fall entfernen.
Vorbedingungen:	Ein nicht abgeschlossener CAD-Fall mit mindestens einem Medium ist geöffnet.
Eingehende Informationen:	interne Identifikation des Mediums.
Ergebnisse:	Das Medium und alle zugehörigen Komponenten werden aus dem aktuellen CAD-Fall entfernt, die entsprechende Mediendatei wird gelöscht.
Nachbedingungen:	Das Medium ist in dem aktuellen CAD-Fall nicht mehr vorhanden
Ablauf:	<p><b>1. Medium auswählen</b> Arzt wählt ein aus den in dem aktuellen CAD-Fall verfügbaren Medien aus.</p> <p><b>2. Befehl eingeben</b> wird der Befehl gegeben, wird eine Bestätigung gefordert. Das ausgewählte Medium und die Mediendatei bleiben unberührt</p> <p><b>3. Befehl bestätigen</b> Nach der Bestätigung werden die Medien aus dem CAD-Fall entfernt und die entsprechenden Mediendateien werden gelöscht.</p>

**Tabelle 24.** Systemanwendungsfall „CAD-Fall exportieren“

Name:	<b>AF1.6: CAD-Fall exportieren</b>
Spezialisierung von:	Verkehr der Mediendateien <<essential>>
Kurzbeschreibung:	Eine Kopie von dem aktuellen CAD-Fall wird in einer standardisierten Form an ein anderes System übertragen. Die Originaldaten werden in die lokale Evaluierungsdatenbank verschoben.
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Der Arzt will ein CAD-Fall an ein anderes System übertragen (z.B. zu einem EST-Vordokument hinzufügen lassen).
Vorbedingungen:	Ein CAD-Fall wurde mit dem CAD-Modul bearbeitet, abgeschlossen und liegt mit allen zugehörigen Medien vor.
Eingehende Informationen:	Interne Identifikation des zu exportierenden CAD-Falles.
Ergebnisse:	Eine Kopie des aktuellen CAD-Falls mit allen zugehörigen Medien wird an ein anderes System übertragen. Der Originalfall liegt lokal in der Evaluierungsdatenbank vor.
Nachbedingungen:	Die Kopie des aktuellen CAD-Falls liegt in einem externen System vor und kann da weiterverwendet werden.
Ablauf:	<p><b>1. Zielsystem auswählen</b> Der Akteure wählt das Zielsystem fürs Export aus und triggert das Exportprozess</p> <p><b>2. CAD-Fall abschliessen</b> Der aktuelle CAD-Fall wird abgeschlossen und vorbereitet fürs Export.</p> <p><b>3. Befehl bestätigen</b> Nach der Bestätigung wird die Kopie des CAD-Falls an das Zielsystem übertragen.</p>

**Tabelle 25.** Systemanwendungsfall „CAD-Fall speichern“

Name:	<b>AF1.7: CAD-Fall speichern {excluded}</b>
Spezialisierung von:	Verkehr der Mediendateien <<essential>>
Kurzbeschreibung:	Ein CAD-Fall wird lokal auf der Festplatte gespeichert.
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Der Arzt ein CAD-Fall ausserhalb des integrierten Systems (z.B. in der lokal Dateisystem) speichern.
Vorbedingungen:	Ein CAD-Fall wurde mit dem CAD-Modul erstellt und liegt mit allen zugehörigen Medien vor.
Eingehende Informationen:	Interne Identifikation des zu speichernden CAD-Falls.
Ergebnisse:	Ein CAD-Fall mit allen zugehörigen Medien wird lokal gespeichert.
Nachbedingungen:	Das CAD-Fall liegt in der lokalen Dateisystem vor.
Ablauf:	<p><b>1. CAD-Fall auswählen</b> Arzt wählt oder erstellt ein CAD-Fall und initiiert das Speichern.</p> <p><b>2. Zielpfad anfordern</b> wird der Befehl gegeben, wird der Akteure aufgefordert eine Ziellokalisierung für den CAD-Fall auszuwählen .</p> <p><b>3. Bestätigung anfordern</b> Werden die Eingaben gemacht, muss der Akteure das Vorgehen bestätigen.</p>

**Tabelle 26.** Systemanwendungsfall „CAD-Fall schliessen“

Name:	<b>AF1.8: CAD-Fall schliessen</b>
Spezialisierung von:	Verkehr der Mediendateien <<essential>>
Kurzbeschreibung:	Wird ein CAD-Fall geschlossen wird er nicht mehr änderbar und kann nur angeschaut werden. Beim Schliessen werden alle nicht verwendete Medien aus dem Fall gelöscht.
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Der Arzt will ein CAD-Fall schliessen.
Vorbedingungen:	Ein CAD-Fall mit mindestens einem Medium und mindestens einem berechneten Merkmal liegt vor.
Eingehende Informationen:	Interne Identifikation des zu schliessenden CAD-Falls.
Ergebnisse:	Ein CAD-Fall mit allen zugehörigen Mediendateien wird nur im nicht editierbaren Modus verfügbar.
Nachbedingungen:	Der CAD-Fall kann nicht mehr geändert werden.
Ablauf:	<p><b>1. CAD-Fall auswählen</b> Arzt wählt oder erstellt ein CAD-Falle und initiiert das Schliessen.</p> <p><b>2. CAD-Fall schliessen</b> Wird ein CAD-Fall geschlossen, wird er automatisch als nicht mehr änderbar markiert. Die nicht verwendeten Medien werden aus dem Fall gelöscht.</p> <p><b>3. Vorgang bestätigen</b> Das Schliessen wird bestätigt</p>

**Tabelle 27.** Systemanwendungsfall „CAD-Fall archivieren“

Name:	<b>AF1.9: CAD-Fall archivieren</b>
Spezialisierung von:	Verkehr der Mediendateien <<essential>>
Kurzbeschreibung:	Ein geschlossener CAD-Fall wird in einer Evaluierungsdatenbank gespeichert und für ein Lesezugriff bereitgestellt. Die wichtigsten Daten (Zeit der Archivierung, CAD-Fallname usw.) werden in ein Archivierungsprotokoll eingetragen.
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Der Arzt hat einen CAD-Fall abgeschlossen.
Vorbedingungen:	Ein geschlossener CAD-Fall liegt vor.
Eingehende Informationen:	Interne Identifikation des zu schliessenden CAD-Falls.
Ergebnisse:	Ein CAD-Fall mit allen zugehörigen Mediendateien wird in ein Archiv verschoben und da für das Lesezugriff bereitgestellt.
Nachbedingungen:	Das CAD-Fall liegt im Archiv vor.
Ablauf:	<p><b>1. CAD-Fall schliessen</b> Arzt schliesst einen CAD-Fall.</p> <p><b>2. Den CAD-Fall ins Archiv verschieben</b> Der CAD-Fall wird ins Archiv verschoben. Der Vorgang wird in einem Archivierungsprotokoll dokumentiert.</p>

**Tabelle 28.** Systemanwendungsfall „Merkmale berechnen“

Name:	<b>AF2: Merkmale berechnen</b>
Spezialisierung von:	Objektive Merkmalswerte berechnen <<essential>>
Kurzbeschreibung:	Nach der Medienanalyse werden die ausgewählte Merkmalswerte berechnet. Medienanalyse kann die Interaktivität voraussetzen, wobei der Arzt zuerst bestimmte Aktionen durchführt (z.B. setzt Punkte auf der Tumorgrenze). Danach werden manche Merkmale voll automatisch (Irregularität der Tumorgrenze) und die anderen halbautomatisch (z.B. Tumordicke ) berechnet.
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Der Arzt fängt ein CAD-Prozess an.
Vorbedingungen:	Mindestens ein Medium in dem aktuellen CAD-Fall ist für die Verarbeitung bereitgestellt. Wenn der Arzt nur bestimmte Merkmalswerte berechnen will, muss er die Defaulteinstellungen ändern.
Eingehende Informationen:	Das zu bearbeitende Medium in dem passenden Format, die zu berechnende Merkmale.
Ergebnisse:	Merkmalswerte werden berechnet und angezeigt und/oder für die weitere Klassifikation bereitgestellt.
Nachbedingungen:	Merkmalswerte werden berechnet und liegen in der für die Klassifikation benötigten Form vor.
Ablauf:	<p><b>1. Medium und Merkmale auswählen</b> Arzt wählt ein oder mehrere Medien im aktuellen CAD-Fall aus und legt bei Bedarf die zu berechnende Merkmale fest.</p> <p><b>2. Prozess starten</b> Der Akteure startet die Merkmalsextraktion.</p> <p><b>3. Merkmale darstellen und/oder für die Klassifikation vorbereiten</b> Manche von berechneten Merkmale können vom Arzt interpretiert werden (z.B. Tumoreinschlusswinkel). Diese Merkmale müssen auf dem Bildschirm dargestellt werden. Die vom Menschen nicht interpretierbare Merkmalswerte (z.B. Haralick'sche Texturmassen) können nur in einer Symbolischen Form ausgegeben werden.</p>



**Tabelle 29.** Systemanwendungsfall „Klassifizierung durchführen“

Name:	<b>AF3: Klassifizierung durchführen</b>
Spezialisierung von:	Zweitmeinung liefern <<essential>>
Kurzbeschreibung:	Die berechnete Merkmalswerte werden an die Klassifikatoren weitergegeben. Bei Default werden alle Klassifikatoren eingesetzt, der Arzt hat jedoch die Möglichkeit Anzahl und Art der aktuellen Klassifikatoren einzuschränken. Als Ergebnis bekommt der Arzt eine Zweitmeinung zur Problemstellung.
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Der Arzt fordert die Zweitmeinung an
Vorbedingungen:	Es liegt eine Menge ausgerechneter Merkmalswerten zu dem Aktuellen CAD-Fall vor.
Eingehende Informationen:	Berechnete Merkmalswerte für die Medien im aktuellen CAD-Fall
Ergebnisse:	Zweitmeinung zur Problemstellung in Form von Klassifikationsergebnisse.
Nachbedingungen:	Das Endergebnis von CAD liegt in der digitalen Form vor. Der Akteur erhält die Entscheidungsunterstützung.
Ablauf:	<p><b>1. Klassifikatoren auswählen {optional}</b> bei Bedarf wählt der Akteur nur bestimmte Klassifikatoren aus.</p> <p><b>2. Zweitmeinung anfordern</b> Der Akteure fordert eine Zweitmeinung zum aktuellen Medium im CAD-Fall an. Das Ergebnis wird auf dem Bildschirm angezeigt.</p> <p><b>3. Ergebnis dokumentieren/archivieren</b> Das Ergebnis wird vom Akteure in die Krankengeschichte oder in ein anderes medizinischen Dokument eingetragen.</p>

**Tabelle 30.** Systemanwendungsfall „Ergebnis darstellen“

Name:	<b>AF4: Ergebnis darstellen</b>
Teil von:	Objektive Merkmalswerte berechnen <<essential>>, Zweitmeinung erhalten <<essential>>
Kurzbeschreibung:	Das Ergebnis muss in einer passenden Form dargestellt werden.
Akteure:	Arzt
Auslöser:	Die für die Entscheidungsunterstützung bedeutenden Werte werden in einer menschlich lesbaren Form dargestellt
Vorbedingungen:	Es liegt eine Menge ausgerechneten Merkmalswerten und/oder Zweitmeinung für den aktuellen CAD-Fall vor.
Eingehende Informationen:	Berechneten Merkmalswerte und/oder Zweitmeinung in der digitalen Form.
Ergebnisse:	Merkmalswerte und/oder Zweitmeinung werden in Form einer formatierten Ausgabe auf dem Bildschirm dargestellt.
Nachbedingungen:	Der Akteur die Ergebnisse der CAD ablesen
Ablauf:	<p><b>1. Ergebnis auf dem Bildschirm ausgeben</b> das formatierte Ergebnis mit wird auf dem Bildschirm ausgegeben.</p>

## 9.9 Fachglossar

### EST-Fachglossar

<b>Anfrage (EST)</b>	Erstes à Dokument einer à Fallmappe
<b>Antwort (EST)</b>	Zweites oder weiteres à Dokument einer à Fallmappe (in anderem Kontext auch andere Bezeichnungen möglich, z.B. EPR-Upload)
<b>CAD (EST)</b>	Computer Assistierte Diagnose. Die Diagnose, die mit der Computerunterstützung gestellt wird. Dabei wird die Computerausgabe aus der quantitativen Analyse eines à Mediums (fast immer eines Bildes) gewonnen.
<b>Dokument (EST)</b>	entsteht aus einem à Vordokument durch den Vorgang des Abschickens; kann nicht geändert werden
<b>Editor (EST)</b>	Separater EST-Programmteil zur Ereugung und Bearbeitung von à Mediendateien (im Filesystem oder Cache)
<b>EST (EST)</b>	ENDOTEL Store-And-Forward Telekonsultationsdienst
<b>EUS (EST)</b>	Endoskopischer Ultraschall
<b>EST-Fall (EST)</b>	Folge $\{D1, \dots, Dn\}$ von à Dokumenten in linearer zeitlicher Sequenz, in der $D1$ die initiale à Anfrage und jeweils $D_{i+1}$ à Antwort auf $D_i$ ist; besitzt à Fallheader; dokumentiert eine Konsultation; ist leer, wenn er keine à Dokumente und kein à Vordokument enthält; ist dokumentlos, wenn er keine à Dokumente, aber ein à Vordokument enthält
<b>Fallmappe (EST)</b>	Container für à Vor-/Dokumente eines Falles. Besitzt à Fallheader.
<b>Fallmappenheader (EST)</b>	Daten zur Identifizierung der à Fallmappe. In Version 1.0: 1. Identifizierung des Patienten (obligatorisch) 2. Geschlecht des Patienten 3. Geburtsdatum des Patienten 4. Krankenkasse des Patienten 5. Verdachtsdiagnose (ICD-10) 6. Fallbeschreibung (frei wählbare Kurzbezeichnung des Problems)
<b>Medium (EST)</b>	Video-, Audio-, Bild- oder Text
<b>Mediendatei (EST)</b>	Eine Datei mit einem à Medium als Inhalt
<b>Medienträger (EST)</b>	Videoband, Audioband, Planfilm, Foto, usw.
<b>Medienquelle (EST)</b>	Videosignalquelle, Audiosignalquelle
<b>OTEUS (EST)</b>	Oesophagus Tumor Staging im Endoskopischen Ultraschall
<b>Posteingang (EST)</b>	lokale Eingangsstelle für à Dokumente
<b>Postausgang (EST)</b>	lokale Ausgangsstelle für à Dokumente
<b>Standbild (EST)</b>	als Frame aus einem Video gewonnenes Bild
<b>Verteiler (EST)</b>	zentrale Verteilstelle für à Dokumente
<b>Vordokument (EST)</b>	die zu einem bestehenden à Fall vorliegende Zusammenstellung neu erzeugter oder übernommener à Mediendateien; kann jederzeit geändert werden
<b>Transfer (EST)</b>	Übertragung eines à Transfercontainers

<b>Transfercontainer (EST)</b>	Jar-File mit à Transferdaten und à Transferinhalt
<b>Transferdaten (EST)</b>	Jar-Manifest; transportrelevante Informationen für den Server
<b>Transferinhalt (EST)</b>	Jar-Archiv mit CDA-Dokument und den darin relativ referenzierten à Mediendateien (Dateibaum)

### CAD-Fachglossar

<b>CAD-Fall</b>	eine Menge von à Mediendateien, die berechneten Merkmalswerte, Klassifikationsergebnisse und gegebenenfalls Layouts und andere von dem CAD-Modul erzeugten à Medien enthält (siehe auch à leerer CAD-Fall, à unvollständiger CAD-Fall).
<b>CAD-Fallbeschreibung</b>	Im Vergleich zu à CAD-Fallname ist die CAD-Fallbeschreibung ein freies Text, das die klinische Situation, à CAD-Fall, à Problemstellung usw. schildert. Die Fallbeschreibung ist optional.
<b>CAD-Fallinhalt</b>	alle zu einem à CAD-Fall gehörenden à Mediendateien
<b>CAD-Fallname</b>	Legt der Arzt einen neuen CAD-Fall an, muss er ihm einen eindeutigen standardisierten Namen geben. CAD-Fallname wird in dem Navigationselement (z.B. Dateibaum) des CAD-Moduls angezeigt.
<b>CAD-Prozess</b>	Auf dem à Originalmedium durchgeführten à Merkmalsextraktion und à Klassifikation, die als Ergebnis dem Arzt à eine Zweitmeinung zur à Problemstellung liefern.
<b>CAD-Modul</b>	ist eine optionale Komponente des à EST, die für die Durchführung von à CAD im Rahmen einer à Telekonsultation entwickelt wurde.
<b>Diagnose</b>	die nosologisch-systematische Benennung eines Krankheitsbildes, in der Praxis die Summe der Erkenntnisse, auf denen das ärztliche Handeln beruht [81].
<b>Diagnostik</b>	alle auf die Erkennung eines Krankheitsgeschehens als definierte nosologische Einheit (à Diagnose) gerichteten Maßnahmen. Umfasst die Erhebung der Anamnese, Untersuchung des Patienten, evtl. auch seiner Ausscheidungen, Körpersäfte, Gewebe bzw. Zellen (Biopsie, Zytodiagnostik), Strahlenanwendung (als Röntgendiagnostik, Szintigraphie), Nutzung bioelektrischer Ströme (EKG, EEG, EMG) oder des Schalls (Audiometrie, Ultraschalldiagnostik)[81].
<b>Evaluierungsdatenbank</b>	Ein obligates Teil jedes à CAD-Moduls, das Kopien aller erzeugten und bearbeiteten à CAD-Fälle enthält. Die Evaluierungsdatenbank ist für die Evaluierung, Bewertung und Weiterentwicklung des à CAD-Moduls notwendig.
<b>Klassifikation</b>	Verarbeitung und Interpretation der à Merkmalswerte und deren Kombination mittels à Klassifikatoren mit dem Ziel ärztliche Entscheidungen zu unterstützen (à CAD)[63].
<b>Klassifikatoren</b>	Programmelemente, die sich durch ihre datengetriebene Lern- und Generalisierungsfähigkeit auszeichnen. Sie werden zur à Klassifikation eingesetzt [63].

<b>Konsultation</b>	die ärztliche Beratung (auch im Sinne des Konsiliums), aber auch das Sichtberatenlassen durch einen Arzt. Eine ärztliche Konsultation sieht eine Arzt/Arzt Kommunikation vor und bezieht sich auf die → Diagnostik, Therapie oder Prognose eines Patienten. Dabei tritt einer der Ärzte als anfragender Arzt und der andere als Konsiliar vor [81].
<b>leerer CAD-Fall</b>	Ein CAD-Fall ist leer, wenn er keine → Mediendatei enthält. Als erste muss zu einem CAD-Fall eine Mediendatei mit einem → Originalmedium hinzugefügt werden.
<b>Merkmal</b>	ist eine Eigenschaft des Mediums, die durch Messen ermittelt werden kann. Die möglichen Werte des Merkmals heißen Ausprägungen [27]. Merkmale werden von den → Klassifikatoren verwendet um die → Zweitmeinung zu generieren.
<b>Merkmalsextraktion</b>	ist die erste Stufe intelligenter Medienauswertung. Die Aufgabe der Merkmalsextraktion ist es die Information (→ Merkmale) derjenigen Ebene zu betonen, auf der nachfolgende Algorithmen (z.B. → Klassifikatoren) operieren. Informationen anderer Ebenen müssen hingegen unterdrückt werden [63].
<b>Originalmedium</b>	ein → Medium, das mit dem CAD-Modul bewertet werden muss. Als Originalmedium für CAD dient üblicherweise ein Bild, das mit einem der bildgebenden Verfahren erzeugt wurde und das für die → Diagnostik relevanten Daten enthält.
<b>Telekonsultation</b>	eine → Konsultation, die über eine Entfernung hinweg mit Mitteln der Informations- und Kommunikationstechnologie ausgeführt wird [52].
<b>unvollständiger CAD-Fall</b>	Ein → CAD-Fall wird als unvollständig bezeichnet, wenn er mindestens ein nicht bearbeitetes → Medium enthält. Zu jedem → Medium muss mindestens ein → Merkmal berechnet werden. Alle nicht bearbeitete → Medien müssen vor dem Schliessen aus dem → CAD-Fall gelöscht werden. Ein vollständiger → CAD-Fall kann nicht nur Merkmalswerte, sondern auch Klassifikationsergebnisse zu jedem → Medium enthalten.
<b>Zweitmeinung</b>	Mit diesem Begriff bezeichnet man Ergebnis einer → Konsultation, in der der anfragender Arzt und der Konsiliar die gleiche Kompetenz zur aktuellen Gesundheitsproblem des Patienten aufweisen.

## 9.10 Systemanwendungsfallablaufmodelle

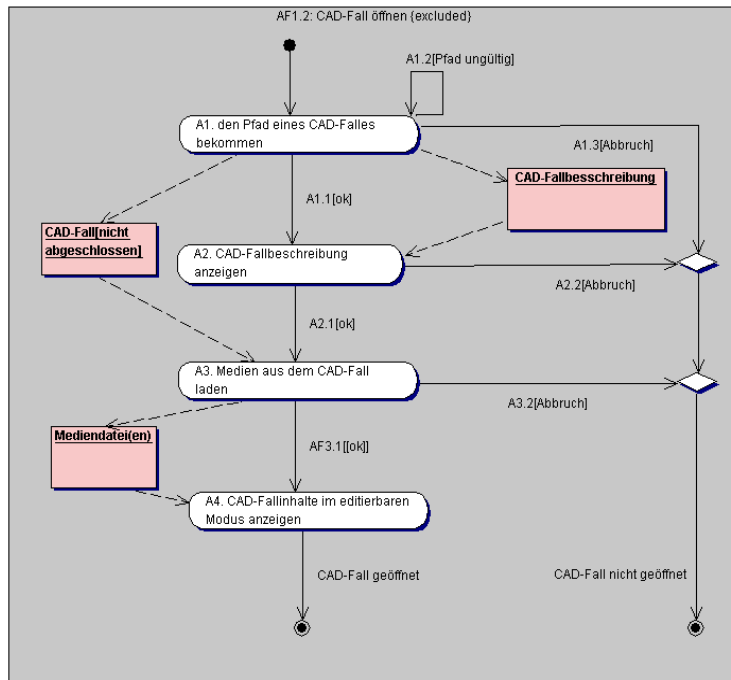


Abb. 33 Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall CAD-Fall öffnen

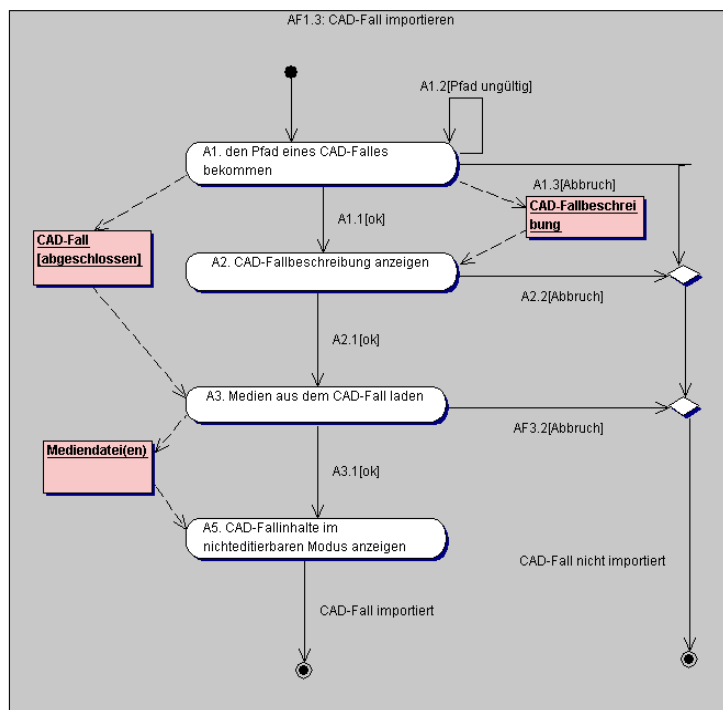


Abb. 34 Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall CAD-Fall importieren

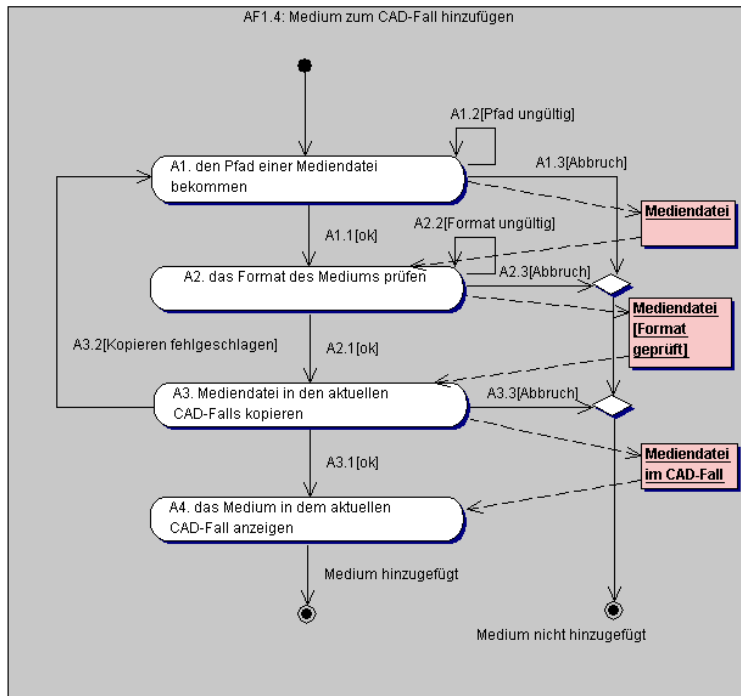


Abb. 35 Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall Medium zum CAD-Fall hinzufügen

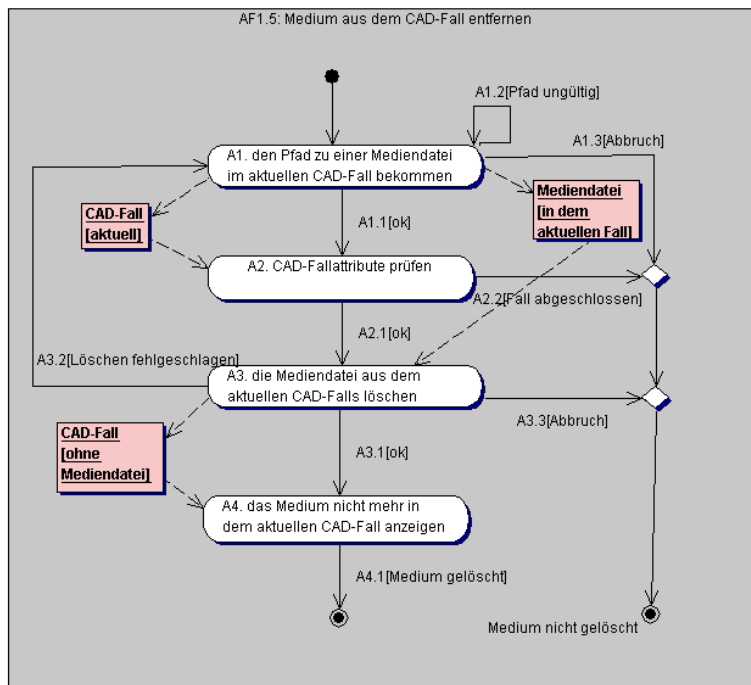


Abb. 36 Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall Medium aus dem CAD-Fall entfernen

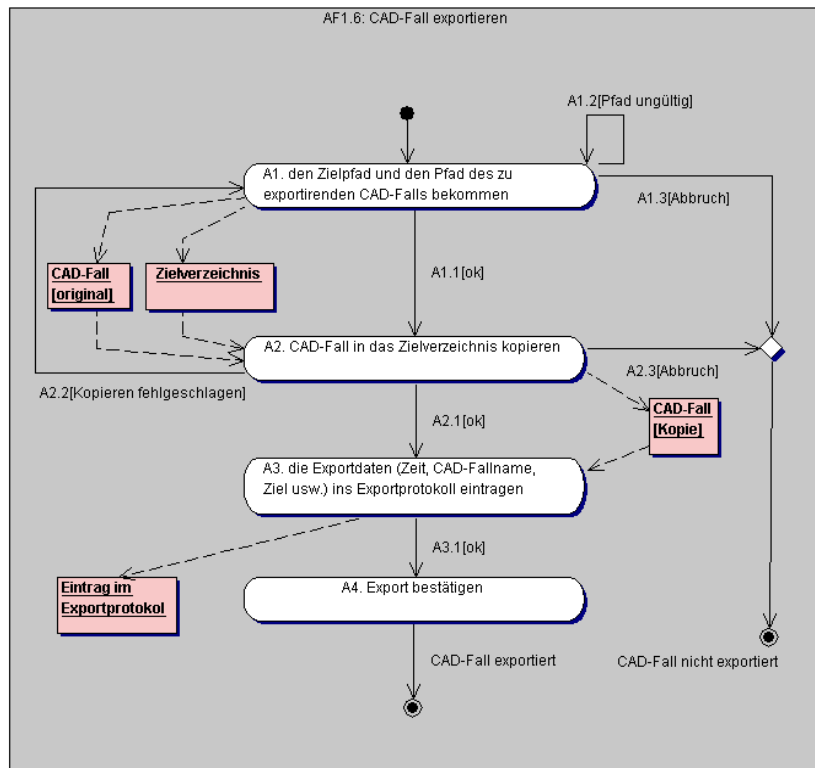


Abb. 37 Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall CAD-Fall exportieren

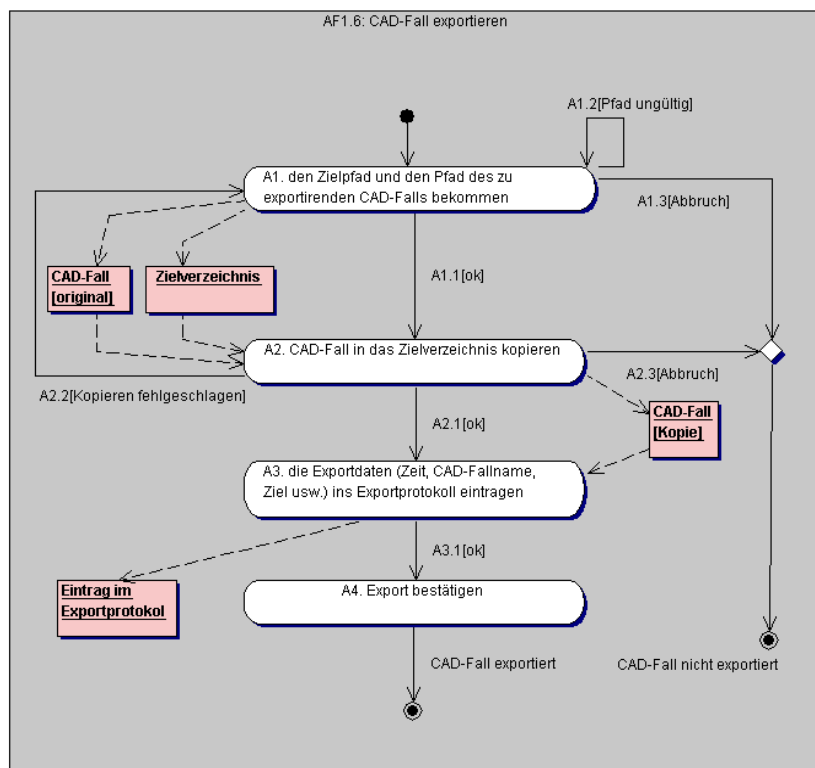


Abb. 38 Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall CAD-Fall exportieren

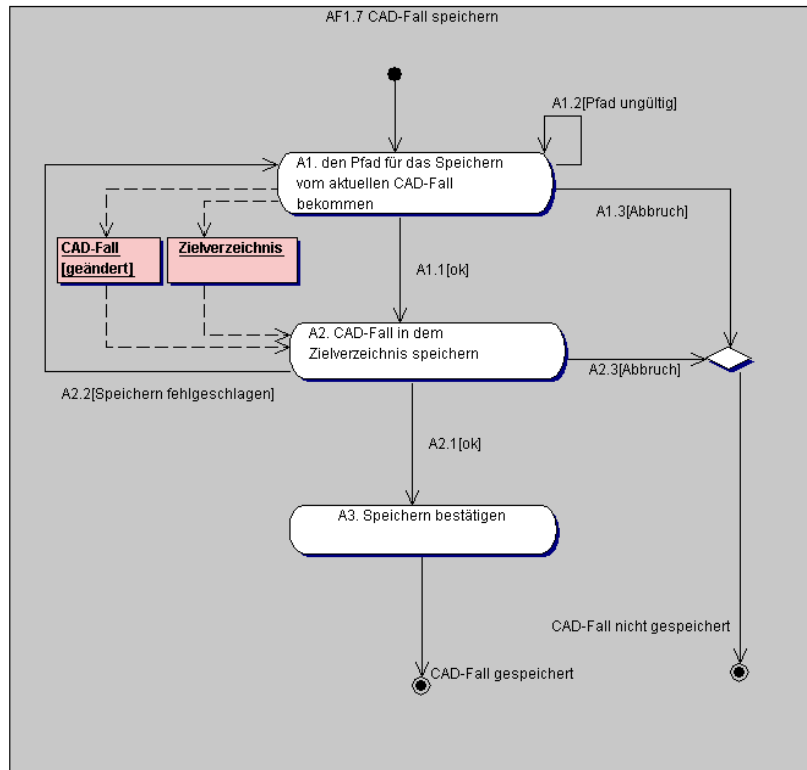


Abb. 39 Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall CAD-Fall speichern

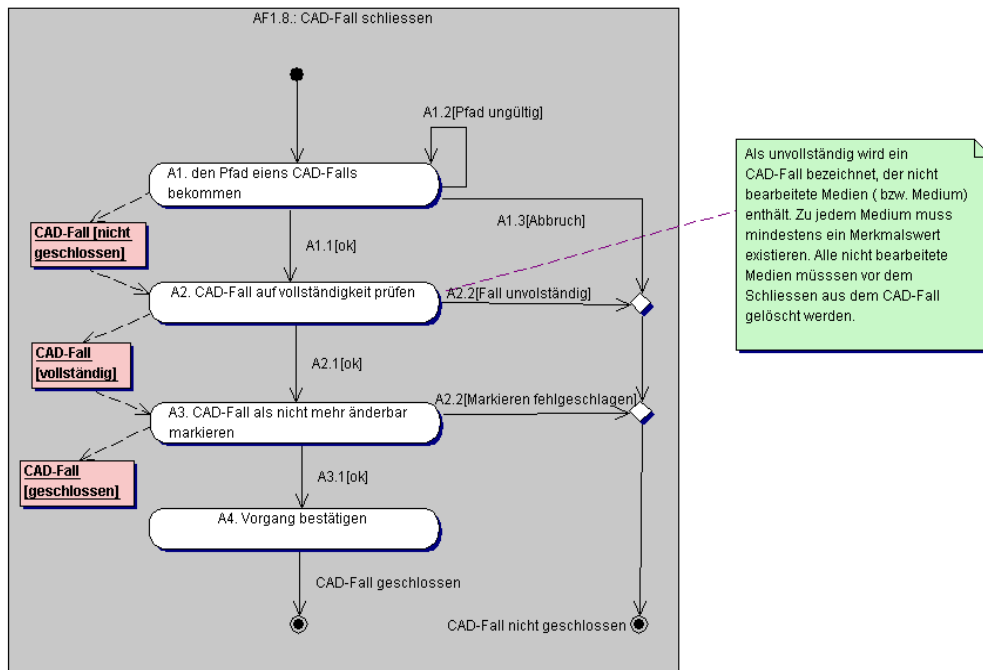


Abb. 40 Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall CAD-Fall schliessen



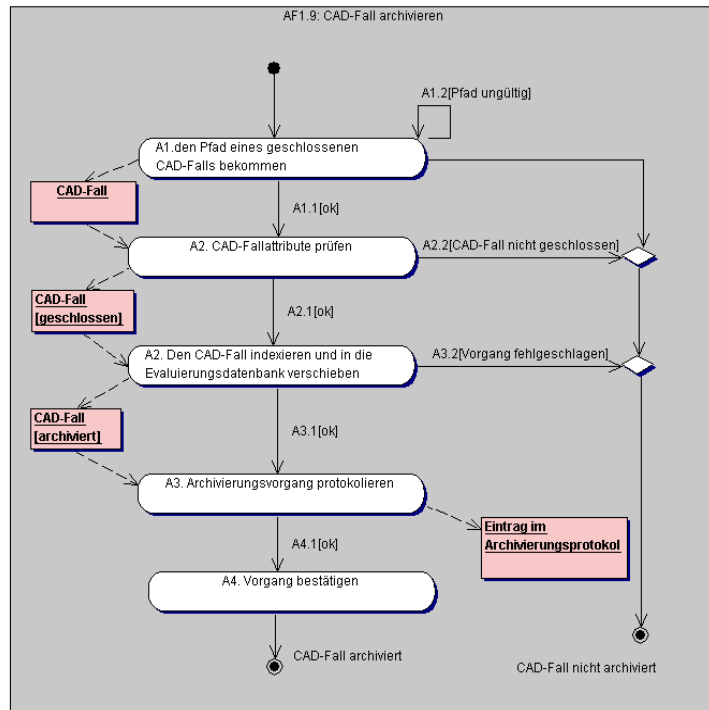


Abb. 41 Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall CAD-Fall archivieren

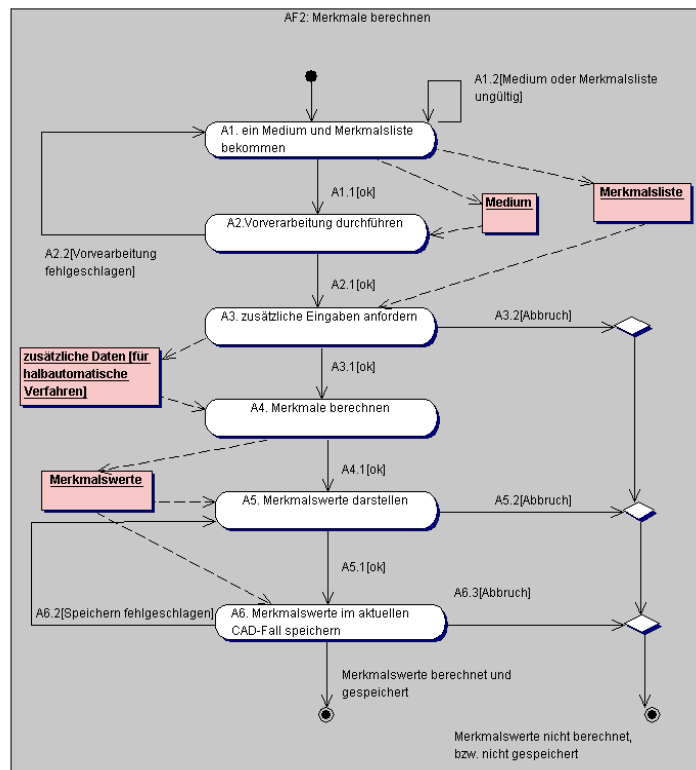


Abb. 42 Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall Merkmale berechnen

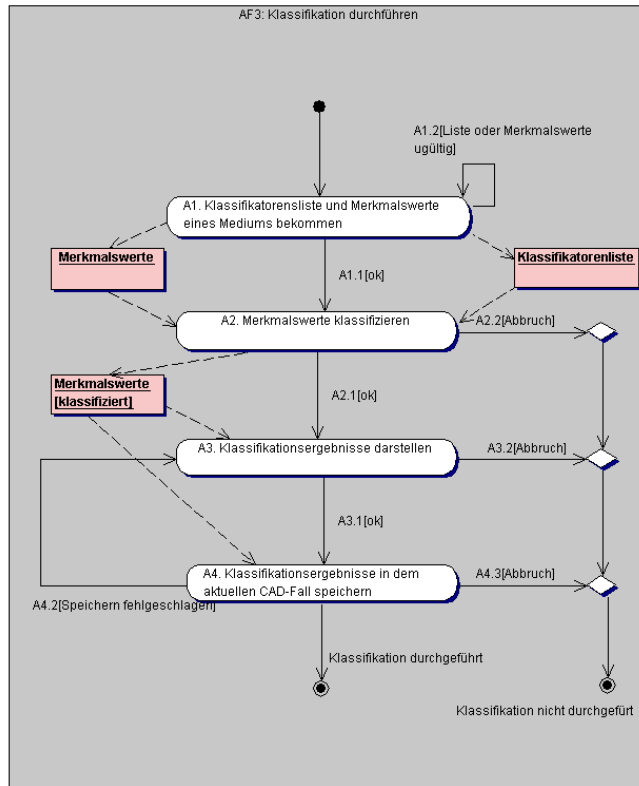


Abb. 43 Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall Klassifikation durchführen

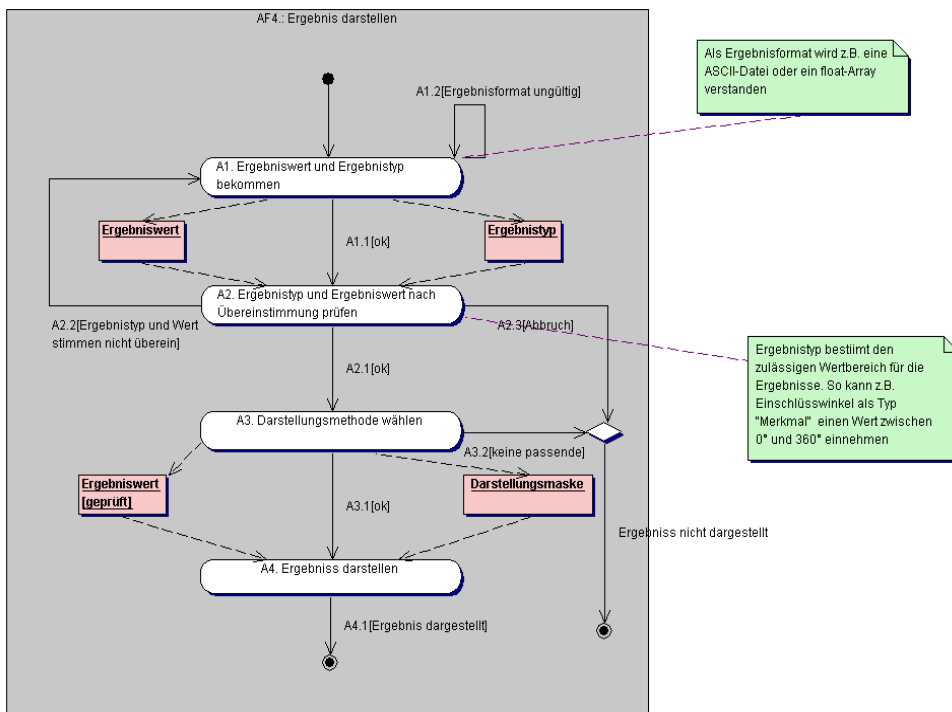


Abb. 44 Anwendungsfall-Ablaufmodell für den Systemanwendungsfall Ergebnis darstellen

## 9.11 Detaillierte Schnittstellenbeschreibung

**Tabelle 33:** Schnittstellenbeschreibung für das Dialog CAD-Fall anlegen

Name: <b>Dialog CAD-Fall anlegen {excluded}</b>
<p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Mit diesem Dialog werden alle für das Anlegen eines CAD-Falles notwendige Daten (Fallname, Fallbeschreibung) und die gewünschte Lokalisation des angelegten Falls ermittelt. Erfolgreiches Anlegen des Falles wird bestätigt. Da das Anlegen eines leeren CAD-Falles im integrierten CAD-Modul nicht sinnvoll ist wird dieses Dialog mit dem Dialog "Medium hinzufügen" zu einem Dialog zusammengeführt.</p>
<p><b>Verwendung</b></p> <p>Das Dialog wird von allen Ärzten beim manuellen Anlegen eines CAD-Falles verwendet. Da das integrierte Modul diese Funktionalität nicht hat, wird dieses Dialog als {excluded} markiert</p>
<p><b>Komplexität</b></p> <p>einfach</p>
<p><b>Eingabefelder</b></p> <p>CAD-Fallname, CAD-Fallbeschreibung, Zielpfad</p>
<p><b>Anzeigefelder</b></p> <p>Fehlermeldung oder Bestätigung des Anlegens</p>
<p><b>Verzweigungsmöglichkeiten</b></p> <p>Abbrechen</p>
<p><b>Aktionen</b></p> <p>CAD-Fall anlegen, Abbrechen, CAD-Fallbeschreibung ändern</p>

**Tabelle 34:** Schnittstellenbeschreibung für das Dialog CAD-Fall öffnen

Name: <b>Dialog CAD-Fall öffnen {excluded}</b>
<p><b>Kurzbeschreibung</b></p> <p>Mit diesem Dialog wird ein bestehender CAD-Fall ausgewählt und geöffnet. Beim Öffnen können die für die Archivierung von CAD-Fällen verwendeten Verzeichnisse durchsucht werden. Im Vergleich zur Daten-Schnittstelle Dialog CAD-Fall importieren, muss der CAD-Fall für das Öffnen lokal auf dem Rechner gespeichert werden.</p>
<p><b>Verwendung</b></p> <p>Das Dialog wird von allen Ärzten beim Öffnen eines bestehenden CAD-Falles verwendet. Das Dialog wird aus der Implementierung ausgeschlossen, da die CAD-Fälle ein Teil der EST-Dokumenten sind und müssen deswegen nur EST-intern verwaltet werden.</p>
<p><b>Komplexität</b></p> <p>einfach</p>
<p><b>Eingabefelder</b></p> <p>CAD-Fallname, Pfad zum CAD-Fall</p>
<p><b>Anzeigefelder</b></p> <p>CAD-Fallbeschreibung</p>
<p><b>Verzweigungsmöglichkeiten</b></p> <p>einen anderen CAD-Fall wählen, Dialog Medium auswählen, Daten-Schnittstelle Medium hinzufügen, Daten-Schnittstelle Medium importieren, Abbrechen</p>
<p><b>Aktionen</b></p> <p>CAD-Fallbeschreibung anzeigen, CAD-Fall öffnen, Abbrechen</p>

**Tabelle 35:** Schnittstellenbeschreibung für die Daten-Schnittstelle CAD-Fall importieren

<b>Name:</b> Daten-Schnittstelle CAD-Fall importieren
<b>Kurzbeschreibung</b> Mit diesem Element wird ein bestehender CAD-Fall aus einem externen System importiert. Im Vergleich zum Dialog CAD-Fall öffnen wird das CAD-Fall von einem externen System bereitgestellt.
<b>Verwendung</b> Das Element wird von allen Ärzten bei der Übernahme eines CAD-Falles aus einem externen System verwendet. Als Beispiel kann die Übernahme eines verschickten CAD-Falles aus dem EST-Client dienen.
<b>Komplexität</b> einfach
<b>Eingabefelder</b> CAD-Fallname, Schnittstellenbezeichnung
<b>Anzeigefelder</b> CAD-Fallbeschreibung
<b>Verzweigungsmöglichkeiten</b> einen anderen CAD-Fall wählen, Dialog Medium auswählen, Daten-Schnittstelle Medium hinzufügen, Daten-Schnittstelle Medium Importieren, Abbrechen
<b>Aktionen</b> CAD-Fallbeschreibung anzeigen, CAD-Fall importieren, Abbrechen

**Tabelle 36:** Schnittstellenbeschreibung für das Dialog Medium auswählen

<b>Name:</b> Dialog Medium auswählen
<b>Kurzbeschreibung</b> Dieses Dialog bietet dem Anwender die Möglichkeit aus den in dem aktuellen CAD-Fall verfügbaren Medien eins auszuwählen. Das Dialog stellt das Navigationselement eines CAD-Falles dar und sollte immer als statisches Element der GUI angezeigt werden. Wird ein Medium gelöscht oder hinzugefügt, muss dieses Element entsprechend geändert werden.
<b>Verwendung</b> Das Dialog wird von allen Ärzten bei der Arbeit mit einzelnen Medien (Merkmalsextraktion oder Löschen) verwendet.
<b>Komplexität</b> einfach
<b>Eingabefelder</b> Identifikation eines Mediums in dem aktuellen CAD-Fall
<b>Anzeigefelder</b> Medientyp, Mediengröße, Medienbeschreibung
<b>Verzweigungsmöglichkeiten</b> Ausgabeergebnis Medium anzeigen, Dialog Medium löschen, Dialog Merkmale auswählen, Dialog Klassifikatoren auswählen, Abbrechen
<b>Aktionen</b> Medium auswählen, Medien sortieren, Mediumsbeschreibung anzeigen.

**Tabelle 37:** Schnittstellenbeschreibung für das Ausgabeergebnis Medium anzeigen

<b>Name:</b> Ausgabeergebnis Medium anzeigen
<b>Kurzbeschreibung</b> Dieses Element zeigt das aktuelle Medium an. Es sollte möglich sein gleichzeitig mehrere Medien geöffnet zu haben, wobei immer nur ein angezeigt wird. Sind für das Medium einige Overlays vorhanden, werden sie in diesem Element ebenso angezeigt. Es soll die Möglichkeit bestehen die Overlays ein- und auszuschalten.
<b>Verwendung</b> Das Element wird zum Anzeigen eines Mediums und zu dem gehörigen Overlays verwendet.
<b>Komplexität</b> einfach
<b>Anzeigefelder</b> Medium, Overlays
<b>Verzweigungsmöglichkeiten</b> Dialog zusätzliche Eingaben, Dialog Medium löschen
<b>Aktionen</b> Medium ein- und ausblenden, Overlays ein- und ausblenden

**Tabelle 38:** Schnittstellenbeschreibung für die Daten-Schnittstelle Medium hinzufügen

<b>Name:</b> Daten-Schnittstelle Medium hinzufügen {excluded}
<b>Kurzbeschreibung</b> Diese Schnittstelle bietet dem Anwender die Möglichkeit ein Medium zu dem aktuellen CAD-Fall hinzuzufügen. Im Vergleich zur Datenschnittstelle Medium hinzufügen, können mit diesem Element nur in der lokalen Dateisystem verfügbare Medien zu dem aktuellen CAF-Fall hinzugefügt werden. Dabei wird das Medium in den aktuellen CAD-Fall kopiert
<b>Verwendung</b> Das Dialog wird von allen Ärzten beim Einfügen von lokal auf der Festplatte vorliegenden Medien verwendet. Diese Schnittstelle wird aus der Implementierung aus Qualitäts- und Sicherheitsgründen ausgeschlossen.
<b>Komplexität</b> einfach
<b>Eingabefelder</b> Name der Mediendatei, Pfad
<b>Anzeigefelder</b> Medientyp, Mediengröße, Medienbeschreibung
<b>Verzweigungsmöglichkeiten</b> Ausgabeergebnis Medium anzeigen, Dialog Medium löschen, Dialog Merkmale auswählen, Abbrechen
<b>Aktionen</b> Mediendatei auswählen, Medien sortieren, Mediumsbeschreibung anzeigen.

**Tabelle 39:** Schnittstellenbeschreibung für die Daten-Schnittstelle Medium importieren

<b>Name:</b> <b>Daten-Schnittstelle Medium importieren</b>
<b>Kurzbeschreibung</b> Diese Schnittstelle bietet dem Anwender die Möglichkeit ein Medium oder mehrere Medien zu dem aktuellen CAD-Fall hinzuzufügen. Im Vergleich zum Dialog Medium hinzufügen, wird das Medium nicht im lokalen Dateisystem sondern wird von einem externen System bereitgestellt.
<b>Verwendung</b> Dieses Element wird verwendet, wenn das für CAD benötigte Medium in einem externen System erzeugt und/oder gespeichert ist.
<b>Komplexität</b> einfach
<b>Eingabefelder</b> Identifikation eines Mediums, Schnittstellenbezeichnung
<b>Anzeigefelder</b> Medientyp, Mediengröße, Medienbeschreibung
<b>Verzweigungsmöglichkeiten</b> Ausgabeergebnis Medium anzeigen, Dialog Merkmale auswählen, Dialog Klassifikatoren auswählen, Abbrechen
<b>Aktionen</b> Medium auswählen, Medien sortieren, Medienbeschreibung anschauen.

**Tabelle 40:** Schnittstellenbeschreibung für das Dialog Medium löschen

<b>Name:</b> <b>Dialog Medium löschen</b>
<b>Kurzbeschreibung</b> Dieses Dialog bietet dem Anwender die Möglichkeit ein Medium aus dem aktuellen CAD-Fall zu löschen.
<b>Verwendung</b> Das Dialog wird von allen Ärzten beim Löschen von Medien verwendet
<b>Komplexität</b> einfach
<b>Eingabefelder</b> Mediumname
<b>Anzeigefelder</b> Medientyp, Mediengröße, Medienbeschreibung
<b>Verzweigungsmöglichkeiten</b> Ausgabeergebnis Medium anzeigen, Dialog Medium auswählen, Abbrechen
<b>Aktionen</b> Medium auswählen, Medien sortieren, Mediumsbeschreibung anschauen, Löschen, Abbrechen.

**Tabelle 41:** Schnittstellenbeschreibung für die Daten-Schnittstelle CAD-Fall exportieren

<b>Name:</b> Daten-Schnittstelle CAD-Fall exportieren
<b>Kurzbeschreibung</b> Diese Schnittstelle bietet dem Anwender die Möglichkeit einen bestehenden CAD-Fall an ein externes System zu exportieren. Wird der CAD-Fall abgeschlossen, wird vor dem Export eine Kopie von dem CAD-Fall archiviert.
<b>Verwendung</b> Diese Schnittstelle wird verwendet, wenn ein CAD-Fall an ein externes System übertragen werden muss (z.B. wenn ihn der Arzt zu einem EST-Dokumenten hinzugefügen will).
<b>Komplexität</b> einfach
<b>Eingabefelder</b> Identifikation eines CAD-Falls, Schnittstellenbezeichnung
<b>Anzeigefelder</b> CAD-Fallbeschreibung
<b>Verzweigungsmöglichkeiten</b> Abbrechen
<b>Aktionen</b> CAD-Fall exportieren, Abbrechen.

**Tabelle 42:** Schnittstellenbeschreibung für das Dialog CAD-Fall speichern

<b>Name:</b> Dialog CAD-Fall speichern {excluded}
<b>Kurzbeschreibung</b> Mit diesem Dialog wird das aktuelle Stand eines CAD-Falles lokal auf der Festplatte gespeichert.
<b>Verwendung</b> Dieses Element wird verwendet, wenn der Arzt das Erstellen oder Bearbeiten eines CAD-Falles unterbricht oder den Fall ohne abzuschliessen speichert. Durch die Implementierung dieses Dialogs wird die CAD-Fallverwaltung flexible, dafür aber viel komplizierter. Deswegen wird dieses Dialog zunächst aus der Implementierung ausgeschlossen.
<b>Komplexität</b> einfach
<b>Eingabefelder</b> Zielpfad
<b>Anzeigefelder</b>
<b>Verzweigungsmöglichkeiten</b> Abbrechen, Dialog CAD-Fall öffnen, Dialog CAD-Fall schliessen, Daten-Schnittstelle CAD-Fall exportieren.
<b>Aktionen</b> CAD-Fall speichern, Abbrechen.

**Tabelle 43:** Schnittstellenbeschreibung für das Dialog CAD-Fall schliessen

Name: <b>Dialog CAD-Fall schliessen</b>
<b>Kurzbeschreibung</b> Mit diesem Dialog wird der aktuelle CAD-Fall geschlossen. Nach dem schliessen können die Inhalte des CAD-Falles nicht mehr geändert werden. Es besteht aber die Möglichkeit die einzelne Medien aus dem CAD-Fall zu exportieren.
<b>Verwendung</b> Dieses Dialog wird verwendet, wenn der Arzt das Erstellen oder das Bearbeiten eines CAD-Falles beendet hat.
<b>Komplexität</b> einfach
<b>Eingabefelder</b> Zielpfad
<b>Anzeigefelder</b>
<b>Verzweigungsmöglichkeiten</b> Abbrechen, Daten-Schnittstelle CAD-Fall exportieren.
<b>Aktionen</b> CAD-Fall schliessen, Abbrechen.

**Tabelle 44:** Schnittstellenbeschreibung für die Daten-Schnittstelle CAD-Fall archivieren

Name: <b>Daten-Schnittstelle CAD-Fall archivieren</b>
<b>Kurzbeschreibung</b> Diese Schnittstelle bietet dem Anwender die Möglichkeit einen geschlossenen CAD-Fall zu archivieren. Die archivierten CAD-Fälle werden für die Evaluierung und Weiterentwicklung des Systems verwendet.
<b>Verwendung</b> Diese Schnittstelle wird von dem Arzt verwendet um einen abgeschlossenen CAD-Fall in einem Archiv zu speichern.
<b>Komplexität</b> einfach
<b>Eingabefelder</b> Identifikation eines abgeschlossenen CAD-Falls
<b>Anzeigefelder</b> Archivindex und CAD-Fallbeschreibung des archivierten CAD-Falles
<b>Verzweigungsmöglichkeiten</b> Abbrechen
<b>Aktionen</b> CAD-Fall archivieren, Abbrechen.



**Tabelle 45:** Schnittstellenbeschreibung für das Dialog Merkmale auswählen

Name: <b>Dialog Merkmale auswählen</b>
<b>Kurzbeschreibung</b> Mit diesem Dialog können einzelnen Merkmale aus der Merkmalsliste ausgewählt werden. Defaultmässig werden alle verfügbare Merkmale berechnet.
<b>Verwendung</b> Dieses Dialog wird verwendet um den Anzahl der zu berechnenden Merkmale einzuschränken. Die Notwendigkeit den Anzahl der Merkmale einzuschränken.
<b>Komplexität</b> einfach
<b>Eingabefelder</b> Zielpfad
<b>Anzeigefelder</b> ausgewählte Merkmale
<b>Verzweigungsmöglichkeiten</b> Abbrechen, Dialog Klassifikatoren auswählen, Dialog zusätzliche Eingaben, Dialog Darstellungsmethode auswählen
<b>Aktionen</b> Merkmal auswählen, Merkmal abwählen, Abbrechen.

**Tabelle 46:** Schnittstellenbeschreibung für das Dialog zusätzliche Eingaben

Name: <b>Dialog zusätzliche Eingaben</b>
<b>Kurzbeschreibung</b> Mit diesem Dialog werden für die halbautomatische Algorithmen benötigten Daten (z.B. Tumorrändmarkierung) eingegeben.
<b>Verwendung</b> Dieses Dialog wird für die halbautomatische CAD eingesetzt. Wird ein vollautomatisches Verfahren implementiert, wird dieses Dialog nicht benötigt.
<b>Komplexität</b> einfach
<b>Eingabefelder</b> Zusätzliche Daten
<b>Anzeigefelder</b> Benötigte zusätzlichen Daten
<b>Verzweigungsmöglichkeiten</b> Abbrechen
<b>Aktionen</b> Eingabe anfordern, Eingabe beenden, Abbrechen.

**Tabelle 47:** Schnittstellenbeschreibung für das Ausgabbeerzeugnis Merkmalswerte darstellen

<b>Name:</b> <b>Ausgabbeerzeugnis Merkmalswerte darstellen</b>
<b>Kurzbeschreibung</b> Die berechneten Merkmalswerte werden in der menschlich lesbarer Form angezeigt. Manche Merkmalswerte werden in der digitalen und die andere in einer grafischen Form dargestellt. Es ist möglich zwischen den beiden Darstellungsformen zu unterscheiden.
<b>Verwendung</b> Die Merkmalswerte werden nach der Berechnung sofort angezeigt. Dieser Schritt kann als erste Schritt der Entscheidungsunterstützung betrachtet werden.
<b>Komplexität</b> einfach
<b>Anzeigefelder</b> Mermalsname, Merkmalswert/grafische Darstellung
<b>Verzweigungsmöglichkeiten</b> Dialog Klassifikatoren auswählen, Abbrechen
<b>Aktionen</b> Merkmalswerte darstellen

**Tabelle 48:** Schnittstellenbeschreibung für das Dialog Klassifikatoren auswählen

<b>Name:</b> <b>Dialog Klassifikatoren auswählen</b>
<b>Kurzbeschreibung</b> Mit diesem Dialog werden die für die CAD verwendete Klassifikatoren ausgewählt. So kann der Benutzer der Anzahl der zu berechnenden Klasiifikatoren einschränken.
<b>Verwendung</b> Dieses Dialog ist ein Teil des Programms für die Verwaltung von Programmeinstellungen.
<b>Komplexität</b> einfach
<b>Eingabefelder</b> Klassifikatoren
<b>Anzeigefelder</b> Ausgewählte Klassifikatoren
<b>Verzweigungsmöglichkeiten</b> Abbrechen, Dialog Darstellungsmethode auswählen
<b>Aktionen</b> Klassifikator auswählen, Klassifikator abwählen, Abbrechen.

**Tabelle 49:** Schnittstellenbeschreibung für das Ausgabeergebnis Klassifikationsergebnisse darstellen

<b>Name:</b> Ausgabeergebnis Klassifikationsergebnisse darstellen
<p><b>Kurzbeschreibung</b>  Dieses Element repräsentiert die Ergebnisse einer Klassifikation mit allen ausgewählten Klassifikatoren. Jeder Klassifikator wird separat dargestellt. Die Form der Darstellung muss an den Typ des Klassifikators angepasst werden.</p>
<p><b>Verwendung</b>  Dieses Ausgabeergebnis stellt das Ergebnis der CAD dar.</p>
<p><b>Komplexität</b>  einfach</p>
<p><b>Anzeigefelder</b>  Name des Klassifikators, Ergebnis der Klassifikation</p>
<p><b>Verzweigungsmöglichkeiten</b>  CAD-Fall schliessen, CAD-Fall exportieren, Abbrechen</p>
<p><b>Aktionen</b>  Klassifikationsergebnisse darstellen</p>

## 10 Literaturverzeichnis

- [1] Ahlfeldt H., Johansson B., Linnarsson R., Wigertz O. Experiences from the use of data-driven decision support in different environments. In: *Comp in Biology and Medicine* 1994, Band 24 (5).  
<http://mbi.inet.dkfz-heidelberg.de/helios/doc/ds/CBM.html>
- [2] Allescher H.D. Elektronische Datenverarbeitung (Text- und Bilddokumentation, Befunderstellung) . In: Frühmorgen P., ed. *Gastroenterologische Endoskopie. Ein Leitfaden zur Diagnostik und Therapie*. Berlin: Springer, 1998, S. 16-24.
- [3] Aronsky D., Chan K.J., Haug P.J. Evaluation of a Computerized Diagnostic Decision Support System for Patients with Pneumonia. *Journal of American Medical Informatics Association* 2001, Band 8, S. 473-485.
- [4] AWMF online. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften, 2002.  
<http://awmf.org>
- [5] Balbach T., Sußmann H., Thorsten J., Allescher H.D., Horsch A. Teleconsultation for Endoscopic Diagnosis of Gastrointestinal Diseases - Concepts and Architecture of the Service ENDOTEL. In: Kokol P., ed. *Medical Informatics Europe ' 99 Amsterdam*: IOS Press, 1999, S. 234-237.
- [6] Balzert H. *Lehrbuch Grundlagen der Informatik. Konzepte und Notationen in UML, JAVA und C++, Algorithmik und Software-Technik Anwendungen*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 1999.
- [7] Bass L., Kazman R. *Architecture-Based Development*. Carnegie Mellon Software Engineering Institute, 1999.  
<http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/99.reports/99tr007/99tr007abstract.html>
- [8] Berger R. *Telematik in Gesundheitswesen-Perspektiven der Telemedizin in Deutschland*. & Partner. Roland Berger & Partner GmbH - International Management Consulting, 1997.
- [9] Bemmél J.H., Musen M.A. *Clinical Decision-Support Systems*. In: *HANDBOOK of MEDICAL INFORMATICS V3.3*, Rotterdam: MIEUR, 1999.  
[http://www.mieur.nl/mihandbook/r\\_3\\_3/handbook/home.htm](http://www.mieur.nl/mihandbook/r_3_3/handbook/home.htm)
- [10] Bemmél J.H., Musen M.A. *Hospital Information Systems; Technical Choices*. In: *HANDBOOK of MEDICAL INFORMATICS V3.3*, Rotterdam: MIEUR, 1999.  
[http://www.mieur.nl/mihandbook/r\\_3\\_3/handbook/home.htm](http://www.mieur.nl/mihandbook/r_3_3/handbook/home.htm)
- [11] Bemmél J.H., Musen M.A. *What is Medical Informatic*. In: *HANDBOOK of MEDICAL INFORMATICS V3.3*, Rotterdam: MIEUR, 1999.  
[http://www.mieur.nl/mihandbook/r\\_3\\_3/handbook/home.htm](http://www.mieur.nl/mihandbook/r_3_3/handbook/home.htm)
- [12] Benhidjeb T., Schlag P.M. *Diagnostik und Therapie des Ösophagokarzinoms*. Schriftenreihe des Tumor Zentrum Berlin, Berlin: Tumorzentrum Berlin, 2001.  
[http://www.tzb.de/leitlinien/download/tzb\\_oeso.pdf](http://www.tzb.de/leitlinien/download/tzb_oeso.pdf)
- [13] Berg M. *Rationalizing Medical Work: Decision-Support Techniques and Medical Practices*. In: *British Medical Journal* 1997, Band 315:891.  
<http://www.bmj.com>
- [14] Berner E.S., Jackson J.R., Algina J. Relationships among performance scores of four diagnostic decision support systems. In: *Journal of the American Medical Informatics Association* 1996, Band 3, S. 208-215.
- [15] Berner E.S., Maisiak R.S. Influence of Case and Physician Characteristics on Perceptions of Decision Support Systems. In: *Journal of the American Medical Informatics Association* 1999, Band 6, S. 428-434.

- [16] Berner E.S., Maisiak R.S., Cobbs C.G., Taunton O.D. Effects of a Decision Support System on Physicians' Diagnostic Performance. In: Journal of the American Medical Informatics Association 1999, Band 6, S. 420-427.
- [17] Berufsordnung für die Ärzte Bayerns. Bayerische Landesärztekammer, Körperschaft des öffentlichen Rechts, 14. Oktober 2001.  
<http://www.blaek.de>
- [18] Blois M.S. Clinical judgment and computers. In: New England Journal of Medicine 1980, Heft 303, S. 192-197.
- [19] Böttcher K., Becker K., Bumm R. et al. Karzinome des Ösophagus und ösophago-gastralen Überganges. In: Gastrointestinale Tumoren. Empfehlungen zur Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Tumorzentrums München. München: W.Zuckschwerdt Verlag, 2001, S. 101-116.
- [20] Brugge W.R. Endoscopic Ultrasonography: The Current Status. In: GASTROENTEROLOGY 1998, Band 115, S.1577-1583.
- [21] Bumm R., Siewert R.J. Klinikmanual Chirurgie HTML V 1.0, Chirurgische Klinik und Poliklinik der TU-Muenchen, 2002.  
<http://nt1.chir.med.tu-muenchen.de/manual>
- [22] Büsching D., Eberle K., Horsch A. Semiautomatische Tumorklassifikation in Endosonographiebildern des Ösophagus mit einem neuronalen Netz und einem statistischen Algorithmus. In: Digitale Bildbearbeitung in der Medizin 1996, S. 138-143.
- [23] Carter H. Design and Implementation Issues. In: Berner E.S., ed. Clinical Decision Support Systems Theory and Practice New York: Springer, 1999, S. 169-197.
- [24] Clarke L.P., Croft B.Y., and Staab E. New NCI initiatives in computer aided diagnosis. National Cancer Institute 2002.  
<http://www3.nci.nih.gov/bip/spiepr.htm>
- [25] Classen M., Allescher H.D., Rösch T., Radig B., Büsching D., Neiß A., Eberle K. RTB Bayern 3.10.2.I : RECIPE-S - REMote Cooperative Image Processing in Endoscopy - Teilprojekt Sonographiebildverarbeitung. II Med. Klinik und Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie der Technischen Universität München, 1996.  
[http://www.imse.med.tu-muenchen.de/rtb/3\\_10\\_2\\_2](http://www.imse.med.tu-muenchen.de/rtb/3_10_2_2)
- [26] Clements P.C. and Northrop L.M. Software Architecture: An Executive Overview. Carnegie Mellon Software Engineering Institute, 2002. <http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/96.reports/96.tr.003.html>
- [27] Coburger S., Hellmilch M., Hilgers RD., Lehmacher W., Reineke T., Wassmer G. Medizinische Statistik. In: Lehmann T.M., Meyer zu Bexten E., eds. Handbuch der Medizinischen Informatik München: Carl Hanser Verlag, 2002, S. 226-276.
- [28] Das V-Modell: Planung und Durchführung von IT-Vorhaben. Fraunhofer Instituts für Experimentelles Software Engineering (Fraunhofer IESE), 2002.  
<http://www.v-modell.iabg.de>
- [29] Delaney B.C., Fitzmaurice D.A., Riaz A. Can computerised decision support systems deliver improved quality in primary care? BMJ 1999, Band 319:1281.  
<http://www.bmj.com>
- [30] Doi K. Computer-Aided Diagnosis and its Potential Impact on Diagnostic Radiology. In: Doi.K, MacMahon H., Giger M.L., Hoffmann K.R. Computer-Aided Diagnosis in Medical Imaging. Amsterdam;Lausanne;New York;Oxford;Shannon;Singapore;Tokyo: ELSEVIER, 1999, S. 11-20.
- [31] Doi K.; MacMahon H., Giger M.L., Hoffmann K.R. Computer-Aided Diagnosis in Medical Imaging. Amsterdam;Lausanne;New York;Oxford;Shannon;Singapore;Tokyo: ELSEVIER, 1999.
- [32] Dombal T. AAP, Computer Aided Decision Support in Acute Abdominal Pain . Clinical Information Science Unit, 2000.  
<http://www.leeds.ac.uk/cisu/computer.htm>

- [33] Empfehlung der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung in der gastrointestinalen Endoskopie. Bundesärztekammer, 2000.  
<http://www.bundesaerztekammer.de/30/Richtlinien/Empfidx/GastEndo.html>
- [34] ENDOTEL Store&Forward Telekonsultationsdienst. Fachglossar, Version 2.26. ENDOTEL, 2002.
- [35] Engelmann U., Elsässer C., Schwab M, Söllig C., Schröter A., Meinzer H.P. Evaluation des CHILI-Teleradiologienetzwerks nach drei Jahren im Klinischen Einsatz. Telemedizinführer Deutschland 2001, Ober-Mörlen: Studio Dressel GmbH, 2001, S. 343-345.
- [36] Engelmann U., Schweitzer T., Schröter A., Borälv E., Meinzer H.P. Mobile Teleradiologie mit CHILI. In: Telemedizinführer Deutschland 2002, Ober-Mörlen: Studio Dressel GmbH, 2002, S. 171-177.
- [37] Engle E.L. Attempts to use computers as diagnostic aids in medical decision making: a thirty-year experience. In: *Perspect Biol Med* 1992, Band 35, S. 207-219.
- [38] Ergonomisches Online-Authoring-Aufrechterhaltung der Effizienz und Aktualität eines Endoskopie-Informationssystems im Internet. In: Jäckel A. Telemedizinführer Deutschland Ausgabe 2003. Ober-Mörlen: Studio Dressel GmbH, 2003.
- [39] Fowler M., Scott K. UML-konzentriert : die neue Standard-Objektmodellierungssprache anwenden. Bonn: Addison-Wesley, 1998.
- [40] Giger M.L. Overview of Computer-Aided Diagnosis in Breast Imaging. In: Doi K., MacMahon H., Giger M.L., Hoffmann K.R., eds. *Computer-Aided Diagnosis in Medical Imaging* Amsterdam;Lausanne;New York;Oxford;Shannon;Singapore;Tokyo: ELSEVIER, 1999, S. 167-173.
- [41] Handels H. Medizinische Bildverarbeitung. B.G. Teubner Stuttgart; Leipzig, 2000.
- [42] Hansel D. Oesophagus Tumor Staging with Endoscopic UltraSound. IDP-Projekt im Nebenfach Theoretische Medizin am Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie der Technischen Universität München, 1999.  
[http://www.imse.med.tu-muenchen.de/mi/oteus/bericht\\_hansel/index.html](http://www.imse.med.tu-muenchen.de/mi/oteus/bericht_hansel/index.html)
- [43] Hebbel F. Using Object Modelling CASE Tools. In: *DBMS online* 1997, Band 10(8).  
<http://www.dbmsmag.com/9707d16.html>
- [44] Hien G. Computerunterstützte sonographische Bild- und Befunddokumentation in der Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgie. In: *Elektronische Dissertationen*, Universitätsbibliothek der TUM 2000.  
<http://tumb1.biblio.tu-muenchen.de/publ/diss/>
- [45] Homepage der HL7 Benutzergruppe in Deutschland e.V.  
<http://www.hl7.de>
- [46] Homepage von oose.de Dienstleistungen für innovative Informatik GmbH, 2002.  
<http://www.oose.de>
- [47] Horsch A. Computergestützte Diagnostik für Hautkrebserkennung, Ösophagustumorstaging und Gastroskopie. Habilitationsschrift zur Erlangung des Grades eines habilitierten Doktors der Medizin an der Medizinischen Fakultät der Technischen Universität München. Aus dem Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie der Technischen Universität München, 1998.
- [48] Homepage des Togethersoft Corporation, 2002.  
<http://www.togethersoft.com>
- [49] Homepage des DermoGenius®.  
<http://www.dermogenius.com>
- [50] Homepage des Endoskopie Information System  
<http://www.eis.telemedizin.org>
- [51] Horsch A. OTEUS Oesophagus Tumor Staging with Endoscopic Ultrasound 1999.  
<http://www.imse.med.tu-muenchen.de/mi/oteus/>

- [52] Horsch A., Handels H. Telematik im Gesundheitswesen. In: Lehmann T.M., Meyer zu Bexten E., eds. Handbuch der Medizinischen Informatik München: Carl Hanser Verlag, 2002, S. 569-606.
- [53] Horsch A. Verteilte Systeme in der Medizin. Vorlesungsskriptum Studienjahr 2001/2002.  
<http://www.imse.med.tu-muenchen.de/mi/theormed/VSMed/vsmed.html>
- [54] ICD-10-Diagnosenthesaurus, Version 3.0. Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information (DIMDI), Projektgruppe des Zentralinstituts für die kassenärztliche Versorgung in der BRD unter Leitung von Prof.Dr.W.Giere, 2000.  
<http://www.dimdi.de/de/klassi/diagnosen/icd10/index.htm>
- [55] Introduction to OMG's Unified Modeling Language (UML™). Object Management Group, Inc., 2002.  
[http://www.omg.org/gettingstarted/what\\_is\\_uml.htm](http://www.omg.org/gettingstarted/what_is_uml.htm)
- [56] Jansen T. Konzept, Design und Implementierung eines Telekonsultationssystems (Prototyp). Systementwicklungsprojekt. Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie der TU-München, 1999.
- [57] Jansen T. Rahmenbedingungen, Analyse und Design eines Kommunikationssystems zur asynchronen Telekonsultation in der Gastroenterologie. Diplomarbeit am Institut für Informatik der Technischen Universität München, 1999.
- [58] Jäckel A., Schollmayer A., Dudeck J. Einführung in die Chancen und Voraussetzungen von Telematikanwendungen in Gesundheitwesen. In: Telemedizin Journal 2000, Band 1.  
<http://www.telemedizin-journal.de>
- [59] Jäckel A. Telemedizinführer Deutschland Ausgabe 2001. Ober-Mörlen: Studio Dressel GmbH, 2001.
- [60] Jäckel A. Telemedizinführer Deutschland Ausgabe 2002. Ober-Mörlen: Studio Dressel GmbH, 2002.
- [61] Kahn C.E. Artificial intelligence in radiology: decision support systems. In: RadioGraphics 1994, Band 14, S. 849-861.  
<http://radiographics.rsna.org/>
- [62] Lazarus L. Clinical Decision Support Systems Background and role in clinical medicine. 2000. Pacific Knowledge Systems Pty Ltd.  
<http://www.pks.com.au/>
- [63] Lehmann T.M., Hiltner J., Handels H. Medizinische Bildverarbeitung. In: Lehmann T.M., Meyer zu Bexten E., eds. Handbuch der Medizinischen Informatik München: Carl Hanser Verlag, 2002, S. 340-414.
- [64] Lightdale C.J. Endoscopic Ultrasonography: The State of the Art 13th International Symposium on Endoscopic Ultrasonography; October 4-6, 2002; New York, NY. 2002. In: Medscape Gastroenterology 2002, Band 4(2).  
<http://www.medscape.com>.
- [65] Lindlar M., Lauterbach K.W., Hovermann E. Potenziale der Telemedizin: Neue Informationstechnologien im Gesundheitswesen. In: Medscape Gastroenterology 2002, Band 4(2).  
<http://www.medscape.com/>
- [66] Mallery S., Van Dam J. Endoscopic Practice at the Start of the New Millennium . GASTROENTEROLOGY 2000, Band 118, S.129-147.
- [67] Manß V. Teleendoskopie - Dialog-, Konferenz- und Telemedizin. In: Frühlormgen P., ed. Gastroenterologische Endoskopie. Ein Leitfaden zur Diagnostik und Therapie. Berlin: Springer, 1998, S. 25-32.

- [68] Miller R.A., Gardner R.M. Recommendation for Responsible Monitoring and Regulation of Clinical Software Systems. *Journal of the American Medical Informatic Association* 1997, Band 4, S. 442-457.
- [69] Miller R.A., Geissbuhler A. Clinical diagnostic Decision Support Systems - An Overview. In: Berner E.S., ed. *Clinical Decision Support Systems Theory and Practice*, New York: Springer, 1999, S. 3-30.
- [70] Miller R.A., Masarie F.J. The demise of the "Greek Oracle" model for medical diagnosis systems. In: *Methods Inf Med* 1990, Band 29, S. 1-2.
- [71] Nätscher C., Mehammed H., Horsch A., Sussmann H., Allescher H.D. Supporting Continued Education In Endoscopy By A Multimedia Internet Information System. In: *Chinesisch-Deutsches Symposium für Medizin und Deutsch-Chinesische Gesellschaft für Medizin XVII Tagung*. Freiburg: FALK FOUNDATION e.V., 2002, S. 116-118.
- [72] Object-Oriented Language: Object-Oriented Analysis & Design Methods. Cetus-Team, 2002.  
[http://www.cetus-links.org/oo\\_ooa\\_ood\\_methods.html](http://www.cetus-links.org/oo_ooa_ood_methods.html)
- [73] O'Connor A.M., Stacey D., Rovner D., Holmes-Rovner M., Tetroe J., Llewellyn-Thomas H., Entwistle V., Rostom A., Fiset V., Barry M., Jones J. Decision aids for people facing health treatment or screening decisions. In: *The Cochrane Library*, Issue 2 2002. <http://www.medscape.com>
- [74] Oestereich B. *Objektorientierte Softwareentwicklung: Analyse und Design mit der Unified modelling language*. München Wien: Oldenbourg Verlag, 2001.
- [75] Phillip J. Raumplanung, Einrichtung, Organisation und Instrumentarium einer Endoskopieabteilung. In: Frühmorgen P., ed. *Gastroenterologische Endoskopie. Ein Leitfaden zur Diagnostik und Therapie*. Berlin: Springer, 1998, S. 3-11.
- [76] Power D.J. *Decision Support Systems Resources*. DSSResources.COM<sup>sm</sup> 1995-2002. <http://dssresources.com/>
- [77] *Practical UML. A Hands-On Introduction for Developers*. TogetherSoft Inc., 2001. [http://www.togethersoft.com/services/practical\\_guides/umlonlinecourse/index.html](http://www.togethersoft.com/services/practical_guides/umlonlinecourse/index.html)
- [78] Qualitätssicherung. Richtlinien, Leitlinien und Publikationen zur Qualitätssicherung, Qualifizierungsmaßnahmen, Projekte und Gremien der Bundesärztekammer. Bundesärztekammer, 2002.  
<http://www.bundesaerztekammer.de/30/Qualitaetssicherung/index.html>
- [79] *Rational Unified Process* von Rational Software Corporation, 2002. <http://www.rational.com/products/rup/index.jsp>
- [80] Ref G., Farthmann E.H., Engelhardt R., Frommhold H., Henke M., Schaefer H.E. *Empfehlungen zur Standardisierten Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Ösophagokarzinoms*. Tumorzentrum Freiburg, 2001.  
[http://www.ukl.uni-freiburg.de/zentral/tumorzten/medizin\\_info/oesophagus\\_karzinom.pdf](http://www.ukl.uni-freiburg.de/zentral/tumorzten/medizin_info/oesophagus_karzinom.pdf)
- [81] *Roche Lexikon der Medizin 5 Auflage*, online Version. München: Urban & Fischer Verlag, 1999.  
<http://www.gesundheit.de/roche/>
- [82] Rösch T., Kassem A.M. Endoskopischer Ultraschall. In: Frühmorgen P., ed. *Gastroenterologische Endoskopie. Ein Leitfaden zur Diagnostik und Therapie*. Berlin: Springer, 1998, S. 284-293.
- [83] Schmassmann A. Ösophaguskarzinom: Exaktes Staging dank moderner Diagnostik eröffnet neue Therapiewege. In: *Schweiz Med Wochenschr* 1999, Heft 129, S. 1207-1210.
- [84] Schneider W. *Software-Ergonomie: Grundsätze der Dialoggestaltung (ISO 9241-10)*. Gesellschaft Arbeit und Ergonomie – online e.V., 2000.  
<http://www.sozialnetz-hessen.de/ergo-online/>



- [85] Schwartz W.B. Medicine and computer: the promise and problems of change. In: New England Journal of Medicine 1997, Heft 283, S. 1257-1264.
- [86] Sial S.H., Eysselein V.E. Applications of Endoscopic Ultrasonography. 3. 2001. Medscape General Medicine 1999, Band 3(3).  
<http://www.medscape.com/viewarticle/407974>
- [87] Silverstein F.E., Tytgat G. Der normale Gastrointestinaltrakt. In: Praxis der gastroenterologischen Endoskopie, Atlas und Lehrbuch. 2., völlig neubearbeitete Auflage New York: Georg Thieme Verlag, 1999. S. 1-26.
- [88] Spooner S.A. Mathematical Foundations of Decision Support Systems. In: Berner E.S., ed. Clinical Decision Support Systems Theory and Practice New York: Springer, 1999, S. 36-60.
- [89] Spreckelsen C., Spitzer K. Entscheidungsunterstützende Systeme und wissenbasierte Methoden in der Medizin. In: Lehmann T.M., Meyer zu Bexten E., eds. Handbuch der Medizinischen Informatik München: Carl Hanser Verlag, 2002, S. 103-167.
- [90] Staar S., Müller R.P., Fietkau R., Molls M., Hasse W. In: AWMF online, Strahlentherapie des Oesophaguskarzinoms, Deutsche Gesellschaft für Radioonkologie, Kommission "Qualitätssicherung in der Radioonkologie", 2002.  
<http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/AWMF/11/rado-r04.htm>
- [91] Stead W.W., Miller R.A., Musen M.A., Hersh W.R. Integration und Beyond Linking Information from Disparate Sources and into Workflow. Journal of the American Medical Informatic Association 2000, Band 7, S. 135-145.
- [92] Sussmann H., Nätscher C., Tobman M., Horsch A. A Telemedicine Application On The Way To Routine Use. In: Chinesisch-Deutsches Symposium für Medizin und Deutsch-Chinesische Gesellschaft für Medizin XVII Tagung. Freiburg: FALK FOUNDATION e.V., 2002, S. 120-122.
- [93] Sußmann H., Hansel D., Rösch T., Allescher H.D., Horsch A. Klinische Evaluierung eines computergestützten T-Staging von Ösophagustumoren an ausgewählten Standbildern des Endoskopischen Ultraschalls. In: Bildverarbeitung für die Medizin 1999, S. 263-267.
- [94] Sußmann H., Allescher H.D., Horsch A. ENDOTEL - ein Konsultations- und Informationssystem für die Gastroenterologische Endoskopie. In: Telemedizinführer Deutschland 2001, Ober-Mörlen: Studio Dressel GmbH, 2001, S. 124-125
- [95] Sußmann H., Allescher H.D., Horsch A. ENDOTEL - Zweitmeinung per Internet. In: Telemedizinführer Deutschland 2001, Ober-Mörlen: Studio Dressel GmbH, 2001, S. 80-81.
- [96] STR Technology Description. Software Technology Review. Carnegie Mellon Software Engineering Institute, 2002.  
<http://www.sei.cmu.edu/str/descriptions/>
- [97] Sze G., Takahashi P., Eysselein V.E. Applications of Endoscopic Ultrasonography. In: Medscape General Medicine 1999, Band 1(3).  
<http://www.medscape.com/viewarticle/407937>
- [98] Tobman M., Nätscher C., Sussmann H., Horsch A. New Approach for Integration of Telemedicine Applications into Existing Information Systems in Healthcare. In: Surján G., Engelbrecht R., McNair P., eds. Health Data in the Information Society. Proceedings of MIE2002. Netherlands: IOS Press, 2002, S. 153-155.
- [99] Tobman M. Concept and Realisation of the Telemedicine Project ENDOTEL. In: European Journal of Medical Research 2002, Band 7/Anhang I, S. 85-86.
- [100] Turban E., Aronson J.E. Decision Support and Intelligent Systems. New Jersey: Prentice Hall, 2001.
- [101] Warda F. Der Einsatz einer intranet-basierten Praxis-EDV in Praxisnetzen der Zukunft. In: Telemedizin Journal 2000, Band 1.  
<http://www.telemedizin-journal.de/>

- [102] Weekley J., Smith B. Review: Computer-based clinical decision support systems can improve physician performance in some areas. In: ACP Journal Club 1999, Band 130:3. <http://www.acpjc.org>
- [103] Westberg E.E. and Miller R.A. The basic for Using the Internet to Support the Information Needs of Primary Care. In: Journal of the American Medical Informatics Association 1999, Band 6, S. 6-25.
- [104] What is CASE Environment? Carnegie Mellon Software Engineering Institute, 2001. [http://www.sei.cmu.edu/legacy/case/case\\_what.html](http://www.sei.cmu.edu/legacy/case/case_what.html)
- [105] Zaiß A., Graubner B., Ingenerf J. et al. Medizinische Dokumentation. In: Lehmann T.M., Meyer zu Bexten E., eds. Handbuch der Medizinischen Informatik München: Carl Hanser Verlag, 2002, S. 45-102.

## 11 Lebenslauf

**Name :** Tobman  
**Vorname :** Matvei  
**Geburtsdatum :** 07 Februar 1974  
**Geburtsland :** Aserbeidschan  
**Familienstand :** verheiratet

**Schulbildung :** 01.09.1980 – 30.06.1990 10jarige Mittelschule N36 der Stadt Astrachan , Rußland , Mit Abschluss dem Abitur entsprechend , Zeugnis mit Auszeichnung.

**Berufsausbildung :** 01.09.1990 – 01.07.1996 Astrachaner staatliche Akademie Für Medizin , Russland. Abschluss: Arzt , Diplom mit Auszeichnung.

26.08.1996 – 03.07.1996 Bezirkskrankenhaus der Stadt Kamisjak des Astrachaner Bezirks, Abteilung Allgemeinen Chirurgie. Internatur in Chirurgie. Abschluss : Fachsertifikat , Berufsbezeichnung Chirurgie

**Berufstätigkeit :** 23.10.1997 – 14.09.1998 Militärische Ärztliche Akademie, Klinik der militärischen Feldchirurgie, S.Peterburg, Russland. Arzt für Chirurgie.

15.12.1998 Übersiedlung nach Deutschland.

01.02.1999 – 30.07.1999 Sprachkurs Deutsch am Göthe – Institut , München.

28.11.1999 – 16.01.2000 Sprachkurs Deutsch (Mittelstufe), Volkshochschule, München.

17.01.2000 - 12.01.2001 Fortbildung im Bereich Medizinische Informatik“ beim IT – Systemhaus GmbH, .München.

15.01.2001 - 15.07.2001	Praktikum im Institut für Medizinische Statistic Und Epidemiologie Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München
01.08.2001 – 31.03.2003	Abteilung für Med. Informatik im Institut für Medizinische Statistic und Epidemiologie Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München. Wissenschaftlicher Mitarbeiter.
Ab 01.04.2003	KKH Schrobenhausen GmbH, Assistenzarzt in der Abteilung für Chirurgie

#### **Publikationen :**

- Horsch A, Nätscher C, Tobman M, Balbach T, Danninger M, Schulz S, Stapf D: Interactive Image Processing as Learning by Doing Component of a WBT Application. 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. 3-7
- 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
- Horsch A, Balbach T, Danninger M, Schulz S, Stapf D, Tobman M: Interactive Medical Image Processing in a Web-based Teaching Application for Tumor Diagnosis. 17. Jahrestagung Deutsch-Chinesische Gesellschaft für Medizin, 10.-12.10.2002, Hangzhou
- 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

**Sonstiges :**

Sprachkenntnisse :

Russisch – Muttersprache,  
Deutsch – gut,  
Englisch – gut.

Hobby:

Aikido  
Psychologie

## **12 Danksagung**

Ich möchte mich bei alle bedanken, die bei dieser Doktorarbeit mitgewirkt haben.

Mein erster Dank an ENDOTEL-Projektleiter Priv.-Doz. Dr. Dr. Alexander Horsch, dessen Ideen, Führungsstil und Persönlichkeit diese Doktorarbeit entscheidend beeinflusst haben.

Für das angenehme Arbeitsklima und viele fruchtbare Diskussionen möchte ich mich bei Helmut Sussmann und Catharina Nätcher bedanken. Besonders wichtig war für mich auch deren Mitarbeit an der Endfassung dieses Skriptes.

Als letzter möchte ich dem Univ.- Prof. Dr.med. Rudolf Thurmayr für die Vermittlung und freundliche Unterstützung bei meiner Praktikum im Projekt ENDOTEL danken. Dies hat mir den Einstieg in die medizinische Informatik erheblich erleichtert und somit die Themenauswahl meiner Dissertation beeinflusst.