# Diplomarbeit

## Problembereichsanalyse für ausgewählte medizinische Bereiche

Jörn Bodemann

Diplomarbeit
am Fachbereich Informatik
der Universität Dortmund

27. August 1996

**Gutachter:**

Dr. W. Hasselbring
Prof. Dr. E.-E. Doberkat

*Diese Arbeit ist Gertrud Hüllwegen gewidmet.*

# Inhaltsverzeichnis

# Abbildungsverzeichnis

# Tabellenverzeichnis

# Kapitel 1

# Einleitung

## 1.1 Motivation und Ziel

Die erste Idee für das Thema dieser Diplomarbeit entstand am Lehrstuhl für Softwaretechnologie der Universität Dortmund. Die Idee war, eine Bibliothek wiederverwendbarer Komponenten für den medizinischen Bereich zu konstruieren, die als Grundlage für weitere Arbeiten im Kontext der Medizin bereitgestellt werden sollte.

Die Entwicklung einer solchen Bibliothek umfaßt mehrere Aspekte. Zunächst müssen medizinische Bereiche identifiziert werden, die für eine Wiederverwendung geeignet erscheinen. Dazu ist ein grundlegendes Verständnis der medizinischen Problemfelder unerläßlich [PD95a]. Darüber hinaus müssen Aspekte der Anwendungen, die unter Nutzung der Bibliothek erzeugt werden sollen, betrachtet werden.

Diese Aufgabenstellung erwies sich als zu umfangreich für eine Diplomarbeit. Um den Themenkomplex einzuschränken, wurde der inhaltliche Schwerpunkt dieser Diplomarbeit auf die Analyse des Problembereichs Medizin gelegt. Dies auch deshalb, weil sich ein praktizierender Mediziner fand, der bereit war, als Experte über einen längeren Zeitraum zur Verfügung zu stehen. Die Ergebnisse dieser Analyse sollten so aufbereitet werden, daß sie von Anwendungsentwicklern ohne spezielle medizinische Kenntnise für die Konstruktion von Anwendungen für medizinische Bereiche verwendet werden können.

Aus den verschiedenen Teilgebieten der Medizin wurde die *Angiologie* zur Analyse ausgewählt. Zum einen, weil der Lehrstuhl für Softwaretechnologie zur angiologischen Abteilung des Klinikums Wuppertal bereits Kontakt hatte, und zum anderen, weil in diesem Umfeld bereits eine Diplomarbeit vergeben wurde [Ull96].

Allen medizinischen Bereichen gemeinsam ist, daß die durch diagnostische Maßnahmen gewonnenen Informationen und die Dokumentation der durchgeführten medizinischen Maßnahmen in einer Patientendatenakte festgehalten werden. Daher ist auch im Bereich medizinischer Software die Patientenakte von entscheidender Bedeutung. Durch die zahlreichen Gespräche mit verschiedenen Problembereichsexperten stellte sich zudem heraus, daß eine Patientendatenakte ohne Informationen über die Krankenvorgeschichte (*Anamnese*) des Patienten nicht vollständig und vor allem nicht aussagekräftig genug sein kann. Aus diesem Grunde wurde das Ziel um eine Problembereichsanalyse im Bereich der Anamnese ergänzt.

Die vorliegende Arbeit verfolgt demnach zwei Ziele:

1. Die Durchführung einer Problembereichsanalyse für die medizinischen Bereiche *Angiologie* und *Anamnese*, die es Anwendungsentwicklern ohne spezielle medizinische Kenntnisse erlaubt, sich in die entsprechenden Bereiche der Medizin einzuarbeiten, und
2. eine Menge von Abstraktionen (in Form von Klassen und Klassenhierarchien) zur Verfügung zu stellen, die bei der Konstruktion von Software direkt eingesetzt bzw. den konkreten Anforderungen der Anwendung angepaßt werden können.

## 1.2 Übersicht

Ziel dieses Abschnitts ist es, dem Leser einen Überblick über die Struktur und den Aufbau der Arbeit zu geben und die Inhalte der einzelnen Kapitel in einen Gesamtzusammenhang einzuordnen.

Den thematischen Einstieg in die Arbeit bildet Kapitel 2 mit einer Beschreibung der medizinischen Patientendatendokumentation. Abschnitt 2.2 beschreibt den Ablauf der Dokumentation und den Informationsaustausch zwischen den Ärzten, wie er zur Zeit der gängigen Praxis entspricht. Das führt zur Beschreibung der manuell geführten Patientenakte und einer Diskussion ihrer Vor- und Nachteile in Abschnitt 2.3. Dem werden die Vor- und Nachteile der elektronischen Patientenakte in Abschnitt 2.4 gegenübergestellt. Anschließend werden in Abschnitt 2.5 die Anforderungen an eine elektronische Patientenakte aus Sicht der verschiedenen Anwender, wie z. B. der Ärzte und des Pflegepersonals, herausgearbeitet. Durch die Ergebnisse dieses Kapitels wird die Beschäftigung mit der elektronischen Patientenakte motiviert.

Kapitel 3 skizziert anschließend drei Projekte, die im Kontext dieser Arbeit von Interesse sind. Die in diesen Projekten gewonnenen Erfahrungen sollen – wenn möglich – in die Ergebnisse dieser Arbeit einfließen. Die vorgestellten Projekte wurden ausgewählt, da sie zu einem gewissen Teil bereits abgeschlossen und prototypisch implementiert sind (Galen, Abschnitt 3.2), einen Teil der Zielsetzung dieser Arbeit exakt abdecken (Diabcard, Abschnitt 3.3) oder mit dem Ziel entwickelt wurden, einen internationalen Standard zu definieren („Electronic Healthcare Record Architecture“, Abschnitt 3.4).

Das sich daran anschließende Kapitel 4 diskutiert einige Bereiche der Informatik, die in dieser Arbeit berührt werden. Herausgearbeitet werden soll zunächst, daß die Wiederverwendung möglichst vieler Ergebnisse bei der Konstruktion von qualitativ hochwertiger Software in einem vertretbaren Zeit- und Kostenrahmen eine wichtige Rolle spielt. Deshalb wird in Abschnitt 4.2 zunächst ein Softwareentwicklungsprozeß vorgestellt. Dieser enthält eine Problembereichsanalysephase als einen Teil mit dem Ziel, auch die Ergebnisse dieser Phase wiederzuverwenden. Dies ist im Rahmen dieser Arbeit von entscheidender Bedeutung, da die Ergebnisse der Problembereichsanalyse die Hauptergebnisse dieser Arbeit sind.

Der Begriff der Problembereichsanalyse wird dann in Abschnitt 4.3 definiert und die Problemfelder, die bei der Durchführung einer Problembereichsanalyse auftreten, werden diskutiert. Trotz umfangreicher Literaturrecherche konnten weder Erfahrungsberichte noch Anleitungen zur praktischen Durchführung einer Problembereichsanalyse gefunden werden. Abschnitt 4.4 führt deshalb das Experteninterview ein. Ein solches Interview stellt eine Möglichkeit dar, Expertenwissen über einen Problembereich zu gewinnen. Das Experteninterview ist eine Datenerhebungstechnik und fällt damit in den Forschungsbereich der Sozialwissenschaften. Nach einer Herleitung des Begriffs wird die Durchführung der im Rahmen dieser Arbeit geführten Experteninterviews zusammen mit den dabei gewonnenen Erfahrungen diskutiert.

Da bei der Entwicklung von Patientenakten Mechanismen zur Speicherung der anfallenden Daten auf nichtflüchtigen Datenträgern berücksichtigt werden müssen, beschäftigt sich Abschnitt 4.5 mit der Datenbanktechnik. Der Abschnitt beginnt mit einem Überblick über deren Entwicklung. In weiteren Abschnitten werden zunächst die Nachteile des relationalen Datenmodells erläutert und anschließend das objektorientierte Datenbankmodell kurz eingeführt. Damit sind zwei der wesentlichen Ansätze der Datenhaltung beschrieben. Anschließend werden beide Ansätze unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen Vor- und Nachteile miteinander verglichen. Es wird sich zeigen, daß mit dem objektorientierten Datenmodell der Problembereich Medizin wesentlich besser modelliert werden kann. Das gesamte Kapitel wird durch eine kurze Einführung in die objektorientierte Analyse- und Entwurfsmethode nach Booch [Boo94] abgeschlossen. Die von Booch vorgestellte Notation wird in den folgenden Kapiteln zur Darstellung der Ergebnisse verwendet und in Anhang C beschrieben.

Abschnitt 5 beschreibt die beiden in dieser Arbeit behandelten medizinischen Bereiche *Anamnese* und *Angiologie*. Dabei wurde besonderer Wert auf eine kompakte Darstellung gelegt, die Nichtmedizinern die Möglichkeit gibt, sich schnell in die Problematik und einen wesentlichen Teil der Terminologie der beiden Bereiche einzuarbeiten. In Abschnitt 5.1.1 wird zunächst die Zielsetzung und anschließend der Stellenwert der *Anamnese* für die Diagnose und Therapie von Erkrankungen beschrieben. Abschnitt 5.2 führt auf ähnliche Weise das medizinische Teilgebiet *Angiologie* ein.

Den Abschluß der Arbeit bildet mit Kapitel 6 eine Zusammenfassung mit Ausblick. Teil der Zusammenfassung sind einige kritische Anmerkungen zur gesellschaftlichen Problematik der elektronischen Patientenakten und ein Erfahrungsbericht über die in dieser Arbeit verwendeten Werkzeuge. Im Ausblick werden die Erweiterungsmöglichkeiten der Ergebnisse beschrieben.

Mit Hilfe des Experten und den durch die Experteninterviews gewonnenen Informationen wurden die in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse in eine Menge von Klassen umgesetzt. Diese können bei der Konstruktion von Anwendungen im medizinischen Bereich verwendet werden. In Anhang A.3 wird ein Datenmodell für die Anamnese ausgearbeitet. Da sich die Anamnese im Gegensatz zu den meisten anderen medizinischen Teilgebieten wenig ändert, macht es Sinn, in diesem Fall ein komplettes Datenmodell zur Verfügung zu stellen. Da, wie noch zu zeigen sein wird, die Nutzung des Datenmodells in den meisten Fällen nur sinnvoll ist, wenn alle Klassen verwendet werden, kann das vorgestellte Modell in vielen Fällen direkt eingesetzt werden.

Im Gegensatz dazu ist die Ausarbeitung eines kompletten Datenmodells für die Angiologie nicht sinnvoll. Eine Anwendung in diesem Bereich wird stark von den Arbeitsgewohnheiten, den Spezialgebieten der Ärzte und den technischen Voraussetzungen der Klinik bestimmt. Dementsprechend wird in Anhang A.4 eine Menge von Klassen und Klassenhierarchien vorgestellt, die bei der Identifikation der für einen konkreten Anwendungsfall benötigten Klassen helfen sollen.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß das Datenmodell für die Anamnese in vielen Fällen ohne großen Änderungsaufwand in eine zu entwickelnde Anwendung übernommen werden kann. Im Gegensatz dazu sollen die für die Angiologie identifizierten Klassen als Grundlage für die Entwicklung eines an die jeweiligen Bedürfnisse angepaßten Datenmodells dienen.

Da alle in Anhang A.3 und A.4 vorgestellten Klassen mit einem Werkzeug zur computergestützten Softwareentwicklung modelliert wurden, lag die Idee nahe, das Werkzeug auch für den Test der Datenmodelle und zur Dokumentation einzusetzen. Daraus ist ein Werkzeug entstanden, mit dem aus dem Datenmodell eine Dokumentation im LaTeX-Format und eine Steuerdatei für die Datenbank $O_2$ [Fra92] erzeugt werden können. Erstere dient der Dokumentation der Klassen, Attribute und Attributtypen unter der Verwendung der Textsatzsoftware LaTeX, mit der auch diese Arbeit erstellt wurde. Letztere ermöglicht das automatische Erzeugen des entworfenen Datenmodells in der Datenbank und das anschließende prototypische Austesten. Die Beschreibung dieses Werkzeugs ist Gegenstand von Anhang B.

Den Abschluß der Arbeit bildet ein Glossar, in dem die wichtigsten der in dieser Arbeit verwendeten medizinischen Begriffe zusammengestellt und kurz erläutert sind. Im Text werden die im Glossar beschriebenen Begriffe durch die Schriftart *kursiv* gekennzeichnet.

## 1.3 Danksagung

An dieser Arbeit haben viele Personen einen gewissen Anteil gehabt. Zu besonderem Dank bin ich allerdings genau vier Personen verpflichtet:

**Stefan Austen** für sein geduldiges Aufspüren von Fehlern in den Bereichen Orthographie und Interpunktion.

**Wilhelm Hasselbring** für seine kompetente und geduldige Betreuung.

**Detlev Mehlstäubler** für sein medizinisches Fachwissen, das er mir in ungezählten Stunden in Form des Experteninterviews zumindest ansatzweise vermitteln konnte.

**Stefan Walgenbach** für seine kritischen Anmerkungen zu allen Bereichen der Arbeit.

# Kapitel 2

# Medizinische Patientendatendokumentation

In diesem Kapitel werden einige der grundlegenden Probleme der Patientendatendokumentation diskutiert.

Unterkapitel 2.1 gibt zunächst eine Einführung und beschreibt, welche Ziele mit der Patientendatendokumentation verfolgt werden. Das folgende Unterkapitel beschreibt den aktuellen Stand der Patientendatendokumentation in der täglichen Praxis bei niedergelassenen Ärzten und in Krankenhäusern.

In den weiteren Unterkapiteln wird zwischen der manuellen und der elektronischen Patientendatendokumentation unterschieden und die jeweiligen Vor- und Nachteile herausgearbeitet. Den Abschluß des Kapitels bildet eine Zusammenstellung der Anforderungen, die von den verschiedenen Beteiligten an die Patientendatendokumentation herangetragen werden.

## 2.1 Einführung

Patientendatendokumentation bezeichnet das Erfassen und Verwalten patientenbezogener Daten in der Medizin. Solche Daten fallen immer dann an, wenn an einer Person eine medizinische Maßnahme durchgeführt wird. Dies kann das Gespräch mit oder die Untersuchung durch einen Arzt sein, aber auch die Behandlung durch einen Physiotherapeuten, die Durchführung einer diagnostischen Maßnahme durch eine Krankenschwester oder das Informationsgespräch mit einem Diätassistenten. Die dabei anfallenden Daten werden dokumentiert. Dies hat im wesentlichen vier Gründe:

**Behandlung** Um den Zustand eines Patienten nicht nur aufgrund seines aktuellen Erscheinens, sondern im Rahmen seiner gesamten Entwicklung beurteilen zu können und eine Behandlung danach auszurichten.

**Kooperation** Um Informationen zwischen verschiedenen Personen auszutauschen, die an der Behandlung des Patienten beteiligt sind. Damit ist zum einen der Informationsaustausch zwischen dem Hausarzt, den Fachärzten und den Krankenhäusern gemeint, zum anderen aber auch die Kooperation zwischen den verschiedenen Abteilungen einer Klinik.

**Abrechnung** Um mit den Kostenträgern, im Regelfall also den Krankenkassen, abzurechnen, werden Informationen über die behandelten Krankheiten und die dabei verbrauchten Materialien zwischen den Leistungserbringern und den Kostenträgern ausgetauscht.

**Absicherung** Um in strittigen Fällen entscheiden zu können, ob die beteiligten Personen im Rahmen ihrer Verantwortung angemessen gehandelt haben oder ob ihnen Fehler anzulasten sind.

## 2.2 Status Quo der Patientendatendokumentation

Die Patientendatendokumentation wird zur Zeit vom Hausarzt koordiniert. Im Idealfall wendet sich der Patient mit seinen Beschwerden an ihn und wird je nach Schwere der Krankheit und Ausstattung der Praxis entweder behandelt oder an einen Facharzt bzw. in ein Krankenhaus überwiesen.

Die Dokumentation in der Arztpraxis wird in den meisten Fällen von Hand erledigt, da die große Mehrheit der niedergelassenen Ärzte zur Zeit (1996) nicht über Systeme zur computergestützten Patientendatendokumentation verfügt[1] [Ute95]. Das bedeutet, daß die anfallenden Informationen auf Karteikarten notiert werden. Auf diesen werden das Besuchsdatum, der Grund des Besuchs und die Diagnose des Arztes informell und handschriftlich festgehalten. Dadurch ergibt sich eine chronologisch sortierte Liste, die den Zustand des Patienten beschreibt.

Im Falle einer Überweisung findet der Informationsaustausch zwischen Hausarzt und weiterbehandelndem Arzt über einen Arztbrief statt. In diesem notiert der überweisende Arzt alles, was ihm im Zusammenhang mit diesem speziellen Fall wichtig erscheint. Der Fachkollege behandelt den Patienten weiter und übermittelt nach Abschluß der Behandlung seine Ergebnisse an den Hausarzt zurück, damit dieser über die aktuelle Situation des Patienten unterrichtet ist. Abbildung 2.1 zeigt den entsprechenden Fluß der patientenbezogenen Daten.

Die Dokumentation in den Krankenhäusern erfolgt ebenfalls manuell. Im Unterschied zu den Arztpraxen werden in den Kliniken jedoch keine Karteikarten eingesetzt, sondern vorgedruckte Bögen. Diese sind jedoch nicht genormt und unterscheiden sich deshalb von Klinik zu Klinik, zumeist auch von Station zu Station innerhalb eines Hauses, erheblich.

## 2.3 Die manuelle Patientenakte

Die manuell geführte Patientenakte besteht, wie in dem vorhergehenden Unterkapitel bereits angedeutet, aus einer Sammlung von verschiedenartigen Formularen und Papieren, auf denen Informationen zum größten Teil von Hand eingetragen sind. Diese werden in einer Akte zusammengefaßt und um Röntgenbilder, Laborbefunde und weitere Dokumente, die durch medizinische Geräte erzeugt werden, ergänzt.

Aus dieser Art der Dokumentation lassen sich verschiedene Vor- und Nachteile ableiten. Zunächst zu den Vorteilen:

[1] Durch die Einführung der Krankenversichertenkarte (1994) verfügen fast alle niedergelassenen Ärzte über Computersysteme zur Auswertung dieser Karten. Mit diesen Systemen können im allgemeinen allerdings keine Patientendaten verwaltet werden.

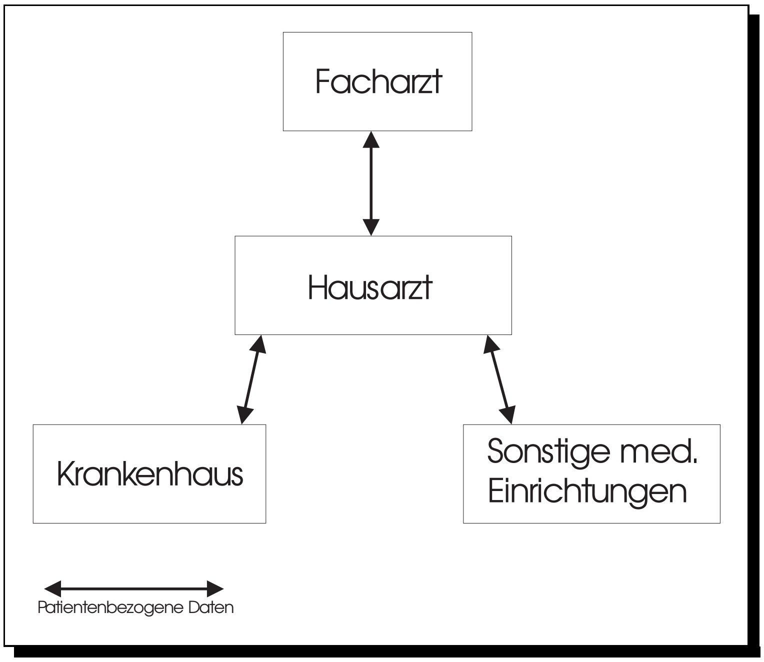



Abbildung 2.1: Der Fluß patientenbezogener Daten mit manueller Patientenakte

- Aufgrund der langen Tradition manueller Dokumentation funktioniert diese innerhalb ihrer Grenzen reibungslos. Neben der Einweisung im Rahmen der Krankenschwester- bzw. Krankenpflegerausbildung wird der Dokumentationsprozeß von den erfahrenen Pflegekräften an die neuen Kollegen weitergegeben, so daß sich die Einarbeitungszeiten im Rahmen halten. Da alle Eintragungen in die Patientenakte von Hand erfolgen, müssen auch keine neuen Dokumentationstechniken, wie z. B. die Bedienung einer Tastatur erlernt werden.

- Die Eingabegeschwindigkeit läßt sich durch die Eingabe von falschen Werten nicht steigern. Zudem gibt es auf den Formblättern keine Vorgabewerte, die anstatt einer handschriftlichen Eintragung nutzbar wären, so daß die Eintragungen i. a. mit akzeptabler Sorgfalt und geringer Fehlerrate durchgeführt werden.

- Das Ausfüllen der Unterlagen ist nicht auf bestimmte Orte beschränkt. So können wichtige Teile des Dokuments z. B. während des Arztbesuchs (Visite) am Patientenbett ausgefüllt werden. In Zeiten hohen Andrangs können verschiedene Teile einer Akte an verschiedenen Orten parallel bearbeitet werden.

- Weder Arzt noch sonstiges medizinisches Personal ist an die Struktur der Formblätter gebunden. In Notfällen, in außergewöhnlichen oder seltenen Situationen kann der Dokumentierende mit geeigneten Mitteln die Aufmerksamkeit des späteren Lesers auf bestimmte Teile des Dokuments lenken. Sei es durch das Unterstreichen wichtiger Passagen mittels Leuchtstift oder durch Anheften einer Haftnotiz.

- Wichtige Dokumente, z. B. Behandlungsanweisungen eines Arztes oder Einwilligungen des Patienten zu bestimmten medizinischen Verfahren können von dem Betroffenen eigenhändig unterschrieben werden. Dadurch kann die Echtheit der Dokumente im juristischen Sinne einwandfrei geklärt werden.

Diesen Vorteilen stehen folgende Nachteile gegenüber:

- Die manuell geführte Patientenakte enthält nicht alle möglicherweise interessanten Daten. Die Zeit, die zur Verfügung steht, um die anfallenden Daten in die Patientenakte zu übertragen, ist bedingt durch den medizinischen Alltag sowohl beim niedergelassenen Arzt als auch im Krankenhaus sehr knapp bemessen. Sie reicht häufig nicht aus, um alle anfallenden Daten einzutragen. Auf den von den niedergelassenen Ärzten bevorzugten Karteikarten werden nur die subjektiv wichtigsten Daten festgehalten. Das reicht für den betreffenden Hausarzt normalerweise aus, da er viele Informationen über den Patienten verinnerlicht. Dieses Wissen wird „gelebte Anamnese“ [Ans85] genannt und ist nicht weiter nutzbar, sobald der Arzt nicht mehr zur Verfügung steht.

- Daraus ergibt sich, daß der Austausch von patientenbezogenen Daten durch den Arztbrief zumeist unvollständig ist. Selbst unter der Voraussetzung, daß ein regelmäßiger Austausch zwischen den verschiedenen Ärzten stattfindet und der Hausarzt als Koordinator über eine aktuelle Patientenakte verfügt, ist diese nicht vollständig. Praktisch ist kein Arzt ist in der Lage, in einem Arztbrief von Kollege zu Kollege alle Ergebnisse der Einzeluntersuchungen zu übermitteln. Er muß sich auf seine Interpretation der bis zu diesem Zeitpunkt durchgeführten diagnostischen Maßnahmen beschränken. Daher spiegeln die übermittelten Daten die Interpretationen des untersuchenden Arztes wieder.

  Erschwerend kommt hinzu, daß der Hausarzt seine Koordinationsfunktion verliert. Zu diesem Problem kommt es, da sich viele Patienten nicht mehr von ihrem Hausarzt an einen Fachkollegen überweisen lassen, sondern sich, in der Hoffnung auf eine bessere Behandlung, direkt an einen Facharzt wenden. Diesem wird dann ein Patient vorgestellt, über den er keine Informationen hat. In der sehr kurzen Zeit, die einem Arzt zur Behandlung eines Patienten zur Verfügung steht, kann er nur wenige Fragen stellen, die von den meisten Patienten zudem nur unvollständig beantwortet werden können. Der Facharzt sendet nach Abschluß der Behandlung dem Hausarzt zwar die Behandlungsinformationen via Arztbrief, dieser kann die Daten allerdings nicht optimal in die Patientenakte integrieren, vor allem, wenn der Patient mit dem behandelten Problem nie vorstellig geworden ist.

- Die vorhandenen Daten sind nicht immer schnell genug verfügbar. Diese Tatsache macht sich besonders bei der notfallmäßigen Behandlung oder der Behandlung an Wochenenden und Feiertagen bemerkbar. Schon die fehlende Information über die Blutgruppe eines Patienten, die am Wochenende eventuell nicht schnell genug durch einen Anruf beim Hausarzt erfragt werden kann, kann die lebensrettende Anwendung einer Blutkonserve verhindern. Die Problematik macht sich bei Allergikern und chronisch kranken Patienten, wie zum Beispiel Diabetikern, besonders bemerkbar, da diese Patienten aufgrund ihrer Krankheit häufiger notfallmäßig behandelt werden müssen.

  Das Problem, bei dem besonders gefährdeten Personenkreis der Diabetiker schnell an entscheidende Daten zu gelangen, wird durch die Einführung der Diabcard zu lösen versucht. Im Kapitel 3.3 wird Architektur und Zielsetzung der Karte genauer untersucht.

- Es gibt keine Möglichkeiten, die verfügbaren Informationen mit vertretbarem Arbeitsaufwand auszuwerten. Schon einfache Fragen z. B. nach den bereits durchgeführten diagnostischen Maßnahmen oder den verschriebenen Medikamenten, die im täglichen Anwendungsfall von entscheidender Bedeutung sein können, sind nicht schnell und einfach zu beantworten. Dadurch kommt es zu vermeidbaren Fehlbehandlungen, z. B. aufgrund von Medikamentenunverträglichkeiten.

  Das Problem tritt allerdings nicht nur im Bereich der Patientenversorgung auf. Auch Informationen über die Auslastung eines Krankenhauses, die Anzahl durchgeführter Operationen und die Häufigkeit von Komplikationen sind aus den vorhandenen Datenbeständen nicht zu gewinnnen. Diese Informationen sind nach dem gerade in Kraft getretenen Gesundheitsstrukturgesetz Grundlage für die Abrechnung mit patientenversorgenden Einrichtungen.

  Darüber hinaus ist die maschinelle Auswertbarkeit von eventuell anonymisierten Patientendaten für die medizinische Forschung von großer Bedeutung.

- Die Ergebnisse bestimmter medizinischer Maßnahmen können nicht wiederverwendet werden. Aus diesem Grunde kommt es zur vermeidbaren mehrfachen Anwendung diagnostischer Maßnahmen. Der Patient wird unnötigen Belastungen ausgesetzt. Was im Falle einer mehrfachen Blutentnahme noch vertretbar erscheinen mag, kann bei mehrfacher Anwendung von radiologischen Diagnoseverfahren, wie z.B. dem Röntgen sehr schnell zu einer gesundheitlichen Gefährdung des Patienten werden. Der umgekehrte Fall tritt ein, wenn eine diagnostische Maßnahme nicht durchgeführt werden kann, weil sie für den Patienten zu einem Zeitpunkt eine nicht tragbare Gefährdung darstellt oder eine notfallmäßige Behandlung die Zeit für die Maßnahme nicht zuläßt. Zudem entstehen durch mehrfach ausgeführte Maßnahmen den Kostenträgern erhebliche zusätzliche Aufwendungen.

## 2.4 Die elektronische Patientenakte

Die Arbeitsgruppe 1 des European Committee for Standardisation (CEN) definiert den Begriff „elektronische Patientenakte“ in [CEN95a] wie folgt:[2]

> „electronic healthcare record: healthcare record in computer readable format“

Ziel der elektronischen Patientenakte ist die Verwaltung aller Daten, die bei einem Kontakt zwischen Patient und medizinischem Personal anfallen. Das umfaßt alle Daten die durch diagnostische (untersuchende) und therapeutische (behandelnde) Maßnahmen entstehen, insbesondere auch durch technisch gestützte Methoden, wie beispielsweise Röntgen, Ultraschall oder *EKG* (Elektrokardiogramm). Dadurch soll es möglich sein, alle Daten über einen Patienten mittels eines Computers auszuwerten.

Genau wie die manuelle, hat die elektronische Patientenakte konzeptionell bedingte Vor- und Nachteile, die sich auch ohne eine verfügbare Implementierung erkennen lassen. Diese werden im folgenden diskutiert, wobei auch hier zunächst auf die Vorteile eingegangen wird. Es läßt sich allerdings schon vorwegnehmen, daß die Stärken und Schwächen der beiden Konzepte jeweils vertauscht sind, also die Stärken des einen Konzepts die Schwächen des anderen sind.

[2] Das CEN und dessen Aktivitäten werden in Kapitel 3.4 näher beschrieben.

Die Diskussion der einzelnen Punkte ist deshalb im folgenden kürzer als im Unterkapitel über die manuelle Patientenakte, da beide im Zusammenhang gelesen werden sollten.

Bei den folgenden Betrachtungen wird vorausgesetzt, daß bereits über einen Patienten erfaßte Daten auch weiterhin zur Verfügung stehen und von berechtigten Personen eingesehen werden können. Das könnte bedeuten, daß die Daten über einen Patienten vom behandelnden Notarzt jederzeit abgerufen werden können, z. B. über eine zentrale Organisation (Bundesbehörde). Es wird speziell darauf hingewiesen, daß eine solche Infrastruktur zur Zeit nicht existiert, und erhebliche juristische, politische und gesellschaftliche Fragen aufwirft, auf die es zur Zeit noch keine Antworten gibt. Die gesetzlichen Grundlagen dafür sind im fünften Buch des Sozialgesetzbuchs (§284ff) geschaffen [Bun95]. Viele Vorteile der elektronischen Patientenakte ließen sich jedoch nur auf Basis einer solchen Infrastruktur nutzen. Abbildung 2.2 zeigt den entsprechenden Fluß der patientenbezogenen Daten.

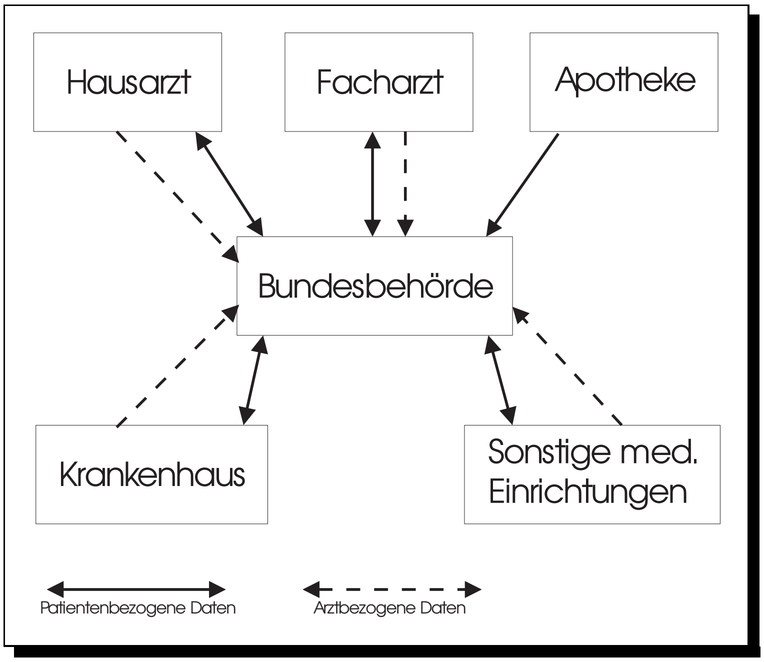



Abbildung 2.2: Der Fluß patientenbezogener Daten mit elektronischer Patientenakte

- Einmal erfaßte Daten stehen dem behandelnden Arzt jederzeit zur Verfügung und werden durch sein eigenes Tun ergänzt. Dadurch lassen sich Untersuchungsergebnisse auch über verschiedene Krankenhäuser hinweg mehrfach nutzen. Das könnte z. B. die Röntgenaufnahme des Brustkorbs oder eine Information über Arzneimittelunverträglichkeiten sein.

- Die Wiederverwendung der Ergebnisse von medizinischen Maßnahmen wird gefördert. Vor allem bei teuren, aufwendigen oder den Patienten belastenden Maßnahmen, wie der *Kernspintomographie*, macht sich Verfügbarkeit früherer Untersuchungsergebnisse positiv bemerkbar. Die Kosten werden reduziert, da Maßnahmen nicht wiederholt oder nur noch in geringerem Umfang (Kontrolluntersuchung) durchgeführt werden müssen. Die wiederholte Belastung des Patienten, im Falle der *Kernspintomographie* durch Gammastrahlen, kann aus dem gleichen Grunde vermieden werden. Zusätzlich kann auf Alternativmethoden ausgewichen werden, die zusammen mit den bereits verfügbaren Daten ein aussagekräftiges Bild ergeben. Die Wartezeit auf Ergebnisse hängt dann nur noch von der Zeit ab, in der die Patientenakte von der verwaltenden Stelle angefordert werden kann.

- Im Notfall sind die erforderlichen Daten schnell verfügbar. Dadurch lassen sich die Überlebenschancen bei verschiedenen Erkrankungen erheblich steigern.

- Die medizinische Forschung wird unterstützt. Zur Zeit müssen sich die Forscher auf wenige allgemein verfügbare Daten beschränken oder in speziell angelegten Untersuchungen die nötigen Daten sammeln. Diese sind teuer, nicht sofort verfügbar und nicht so detailliert wie über einen langen Zeitraum kontinuierlich geführte Patientenakten.

Die Nachteile der elektronischen Patientenakte sind:

- Wie jede neue Technik führt auch die Umstellung der Patientenakte von der manuellen auf die elektronische Bearbeitung zu Schwierigkeiten. Dies wird durch die Probleme deutlich, die bei Einführung von Krankenhausinformationssystemen[3] (KIS) entstehen [PD95b]. Wobei zu beachten ist, daß die zur Zeit eingesetzten KIS nur einen Teil der Funktionalität der hier beschriebenen elektronischen Patientenakten realisieren. Das hat den Vorteil, daß die Umstellung nicht noch umfangreicher wird, und den Nachteil, daß zwischen dem alten und dem neuen Verfahren gewechselt werden muß, da das neue System noch nicht alle Anforderungen erfüllt. Probleme entstehen auch im organisatorischen Bereich durch unterschiedliche Rechte verschiedener Benutzer. Neben der Literatur [BE94] beruhen diese Angaben auf den Ergebnissen des Experteninterviews, siehe Kapitel 4.4.

- Der Vorteil, Daten schnell eingeben zu können, indem Bildschirmmasken mit Vorgabewerten eingesetzt werden, kann zum Nachteil werden, wenn bedingt durch Zeitmangel die korrekten Daten nicht mehr eingegeben, sondern die Vorgabewerte übernommen werden. Dadurch verringert sich der Nutzen der Patientenakte erheblich. Es gibt zur Zeit verschiedene Ansätze, um dieses Problem zu lösen, z. B. der Einsatz von Kontrollmonitoren, an denen der Arzt die von ihm diktierten Werte, die von einer befähigten Person eingegeben werden, sofort kontrollieren kann. Eine andere Möglichkeit wird in der Verwendung von Auswahllisten für mögliche Werte gesehen.

- Patientendaten können nur an bestimmten Stellen eingegeben werden, da entsprechende Computer nicht überall vorhanden sind. Auch hier gibt es bereits erste Lösungsansätze, wie z. B. der Einsatz von tragbaren Computern, allerdings ist die Flexibilität der manuellen Patientenakte auf absehbare Zeit wahrscheinlich nicht zu erreichen.

- Auch die Flexibilität bei der Bearbeitung der manuellen Akte ist durch eine elektronische Akte nicht nachzubilden. Bei der Eingabe der Daten ist der Arzt an die Vorgaben der Benutzungsschnittstelle gebunden.

[3] Ein Krankenhausinformationssystem ist definiert als das gesamte informationsverarbeitende und informationsspeichernde Teilsystem eines Krankenhauses [Ehl93].

- Eine komplette elektronische Patientenakte benötigt Konzepte, die die elektronische Unterschrift von Patient und Arzt ermöglichen. Hier gibt es ebenfalls erste Ansätze wie den „Digital Signature Standard“ (DSS) [KM94]. Eine rechtsverbindliche Unterschrift in digitaler Form ist auf absehbare Zeit allerdings als problematisch einzustufen.

Nach der Darstellung der konzeptionellen Vor- und Nachteile sollen nun die Anforderungen an die elektronische Patientenakte aus Anwendersicht erarbeitet werden. Dadurch wird der Begriff der elektronischen Patientenakte konkretisiert. Darüber hinaus soll es möglich sein, sich mit den Erwartungen der zukünftigen Benutzer vertraut zu machen.

## 2.5 Anforderungen an die elektronische Patientenakte

In diesem Abschnitt sollen die Anforderungen an eine elektronische Patientenakte identifiziert und diskutiert werden. Diese Anforderungen kommen aus verschiedenen Bereichen, denn die Motivationen, auf die Patientenakten zuzugreifen, sind unterschiedlich. Im einzelnen sind dies:

- Ärzteschaft
- Pflegepersonal
- Medizininformatik und Informatik
- Patienten
- Verwaltung
- Kostenträger

Um eine möglichst umfassende Übersicht der Anforderungen an eine Patientenakte zu erhalten, wurden Interviews mit Vertretern der verschiedenen Sparten geführt. Die Ergebnisse wurden in [McD94] in entsprechenden Kapiteln veröffentlicht. Diese Informationen wurden durch eigene Experteninterviews ergänzt.

Die von den befragten Personen genannten Anforderungen lassen sich in zwei Gruppen aufteilen.

1. Angaben, die sich direkt auf den Inhalt einer Patientenakte beziehen, und
2. Angaben zum Funktionsumfang einer Software zur Verwaltung von Patientenakten.

Auch wenn letztere für diese Arbeit nicht von Interesse sind, sollen sie mit aufgeführt werden. Daraus ergibt sich ein umfangreicher Anforderungskatalog, der auch an anderer Stelle Verwendung finden kann. Im folgenden werden die Ergebnisse der Befragungen verschiedener Personengruppen stichpunktartig zusammengefaßt.

### 2.5.1 Die Anforderungen der Ärzte

Neben der Krankenschwester ist der Arzt die Person mit den meisten Patientenkontakten. Ärzte werden dennoch zuerst aufgeführt, da sie als einzige alle Rechte bezüglich der Veränderung von Patientenakten besitzen. Inwieweit auch dem Arzt das nachträgliche Manipulieren von Einträgen verboten werden muß, ist an dieser Stelle nicht Gegenstand der Betrachtung. Ärzte gaben folgende Punkte als besonders wichtig an:

- Einfache und effiziente Dateneingabe. Das Problem, patientenbezogene Daten effizient aufzuschreiben, ist auch bei manuell geführten Patientenakten vorhanden. Probleme entstehen dort hauptsächlich durch die Notwendigkeit, Daten mehrfach angeben zu müssen, sowie durch Schwierigkeiten beim Lesen von Handschriften.
- Schnelle und übersichtliche Darstellung von Informationen über die bisher verschriebenen Medikamente, bekannte Medikamentenunverträglichkeiten des Patienten, den Verlauf des letzten Krankenhausaufenthaltes sowie der aktuellen Laborbefunde und des Patientenstatus während der Behandlung beim überweisenden Arzt.
- Einfache Möglichkeiten zur statistischen Analyse von vorhandenen Daten.
- Unterstützung beim Erzeugen von Formularen, die dem Informationsaustausch mit Fachkollegen dienen (Arztbriefe).

Diese Zusammenstellung zeigt die typischen Probleme eines Arztes, der in einem Krankenhaus beschäftigt ist. Bei den im Rahmen dieser Arbeit geführten Experteninterviews zeigte sich, daß die oben angeführten Informationen neben den Daten aus den vor Ort durchgeführten diagnostischen Maßnahmen mit Abstand die am häufigsten benötigten Daten sind.

### 2.5.2 Die Anforderungen des Pflegepersonals

Zu den schon genannten Anforderungen kommen durch das Pflegepersonal noch zwei weitere hinzu:

- Einfache und effiziente Dateneingabe, die dazu beiträgt, Mehrfacheingaben zu vermeiden. Dies ist ein typisches Problem des Pflegepersonals. Viele Daten, wie z.B. Patientennummer, Name und Geburtsdatum müssen unter den gegebenen Umständen immer wieder eingetragen werden. Zum Beispiel auf Konsilbögen (Untersuchungsaufträge an einen Arzt einer anderen Abteilung innerhalb des Krankenhauses), Röntgenmappen oder Laborberichte, die während des Aufenthalts eines Patienten in einer Klinik anfallen. In Kliniken, die bereits im Verwaltungsbereich über Computersysteme verfügen, werden Adressetiketten gedruckt, die auf die anfallenden Dokumente aufgeklebt werden.
- Mehrbenutzerfähigkeit der Software mit der Möglichkeit, von verschiedenen Stellen aus an der Patientenakte zu arbeiten. Dies ist ebenfalls eine auf den klinischen Alltag ausgerichtete Anforderung. Systeme, die Daten auf Patientenebene sperren, also den schreibenden Zugriff auf eine Patientenakte nur von einem Arbeitsplatz aus gestatten, erfordern zusätzlichen Koordinationsaufwand, der sich in der täglichen Praxis nicht durchsetzen kann.

### 2.5.3 Die Anforderungen der Medizininformatik und Informatik

Die Anforderungen aus dem Bereich der Medizininformatik beziehen sich ausschließlich auf die Software zur Verwaltung der Patientenakten und nicht auf den Inhalt derselben. Sie werden deshalb nur stichpunktartig aufgelistet.

- Gestaltung von effizienten und ergonomischen Benutzungsschnittstellen.
- Schutz vor unberechtigtem Zugriff durch Benutzeridentifikation.
- Sichtenkonzept zur kontext- und benutzersensitiven Aufbereitung der Daten.
- Abgesicherte Datenübertragung zur Verhinderung des Mißbrauchs abgehörter Daten, bzw. beabsichtigter oder unbeabsichtigter Modifikation derselben.
- Standortunabhängige und unterbrechungsfreie Verfügbarkeit der Daten.
- Möglichkeiten zum Austausch auch unvollständiger Patientenakten.
- Berücksichtigung landesspezifischer Unterschiede.

### 2.5.4 Die Anforderungen der Verwaltung

Die Verwaltung eines Krankenhauses übernimmt im allgemeinen die im folgenden aufgelisteten Funktionen, aus denen sich bestimmte Anforderungen ableiten lassen:

- Abrechnen der erbrachten Leistungen mit den Kostenträgern.
- Beschaffen der benötigten Verbrauchsmaterialien und Geräte, um den Klinikbetrieb aufrecht zu halten.

Um diese Aufgaben erfüllen zu können, müssen für die Verwaltung administrative Informationen über den Patienten sowie die an diesem durchgeführten diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen inklusive der eingesetzten bzw. verbrauchten Materialien in elektronischer Form zugänglich sein.

### 2.5.5 Die Anforderungen der Kostenträger

Mit dem Fernziel, die Kosten im Gesundheitswesen zu senken, werden Leistungserbringer wie z. B. die Krankenhäuser dazu verpflichtet, an die Kostenträger, gegebenenfalls auch eine übergeordnete Behörde, anonymisierte und nichtanonymisierte Patientendaten zu übermitteln. Ziel ist es, Durchschnittskosten für alle Behandlungsformen zu bestimmen. Diese sollen dann zur Begrenzung der Kosten eingesetzt werden. Dazu werden Daten über

- das Krankenhaus, in dem die Behandlung vorgenommen wird,
- die behandelnden Ärzte,
- die administrativen Informationen über den Patienten,
- die Anamnese des Patienten,

- die durchgeführten diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen und die dafür verwendeten Geräte sowie
- die verbrauchten Materialien benötigt.

### 2.5.6 Die Anforderungen der Patienten

Der Patient hat laut Gesetz ein Recht auf seine eigenen Daten. Es ist ihm gestattet, diese zu nutzen. Aufgrund der zunehmenden Aufgeklärtheit der Bevölkerung, unterstützt durch die Medien, ist das Bild der „perfekten Versorgung“ und des „fehlerlosen Arztes“ ersetzt worden durch einen fehlbaren Arzt, der für seine Fehler zur Rechenschaft gezogen werden kann und soll. Die Patienten erheben direkt oder indirekt Anspruch darauf, die über sie gespeicherten Daten einzusehen und gegebenenfalls Ansprüche gegen Ärzte durchzusetzen. Der Patient kann aus „seiner“ Patientenakte Nutzen ziehen, wenn die Patientenakte über die bisherigen Punkte hinaus folgende Anforderungen erfüllt:

- Unterstützung beim Einholen einer zweiten Meinung. Bei aufwendigen diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen verlangen viele Patienten nach der fachlichen Beurteilung durch einen zweiten Experten. Dieser sollte nach Möglichkeit mit dem ersten nicht in Verbindung stehen. Eine Patientenakte soll Informationen zur Verfügung stellen, um die wiederholte Durchführung bestimmter Maßnahmen zu ersparen. Allerdings soll der Patient verhindern können, daß die Ergebnisse der ersten Untersuchung die zweite beeinflussen.
- Unterstützung der häuslichen Pflege.
- Darüber hinaus könnte der Patient in die Lage versetzt werden, kontrolliert Informationen an Institutionen abzugeben, wie z. B. Versicherungen, Arbeitgeber oder auch an Organisationen zur privat organisierten Gesundheitsprophylaxe, wie z. B. Ernährungsberatungen oder Sportvereine.

## 2.6 Aktuelle Entwicklungen in der Medizin

Zur Zeit werden in Deutschland zahlreiche Bereiche des Gesundheitswesens umstrukturiert. Alle diese Maßnahmen dienen der Kostensenkung. Der Gesetzgeber versucht durch umfangreiche Maßnahmen die Kosten in einem bezahlbaren Rahmen zu halten.

Die Abrechnungsverfahren wurden grundlegend geändert. Danach dürfen nur noch bestimmte Leistungen zur Behandlung einer Erkrankung abgerechnet werden. Diese richten sich zum einen nach dem durchschnittlichen Behandlungsaufwand einer Erkrankung durch alle zugelassenen Ärzte des Bundesgebiets und zum anderen nach der bisherigen Behandlungsmethode des betroffenen Arztes.

Durch die Einführung der maschinenlesbaren Krankenkassenkarte und Verordnungen, die die Kostenträger verpflichten, anonymisierte Daten an eine zentrale Stelle zu übermitteln, werden die notwendigen umfangreichen statistischen Auswertungen ermöglicht. Weitere Kostensenkungen verspricht man sich durch den Einsatz von elektronischen Patientenakten.

## 2.7 Zusammenfassung

Dieses Kapitel hat gezeigt, daß die Dokumentation von Patientendaten aus verschiedenen Gründen wichtig ist. Dabei spielen nicht nur medizinische Anforderungen, sondern zunehmend auch interdisziplinäre Aspekte eine wichtige Rolle.

Die Beschreibung des Ablaufs der Patientendatendokumentation und des Datenaustauschs zwischen verschiedenen Leistungserbringern wie Hausärzten, Fachärzten und Kliniken gibt einen Überblick über den praktischen Einsatz im medizinischen Alltag. Mit Hilfe dieses Überblicks und aus den Vor- und Nachteilen der manuellen und elektronischen Patientendatendokumentation läßt sich die Motivation für die Beschäftigung mit Konzepten ableiten, die das medizinische Personal bei ihrer Arbeit unterstützt.

Daraus läßt sich ableiten, daß die Beschäftigung mit medizinischen Anwendungen aus Sicht der Informatik immer auch Konzepte der Patientendatendokumentation berücksichtigen muß.

# Kapitel 3

# Projekte im Problembereich Patientendatendokumentation

## 3.1 Einführung

In diesem Kapitel werden drei Projekte vorgestellt, die im Problembereich Patientendatendokumentation angesiedelt sind. Da in der Literatur keine Hinweise auf Projekte zu finden waren, die sich genau mit den beiden in dieser Arbeit betrachteten Problembereichen auseinandersetzten (*Anamnese* und *Angiologie*), mußte auf Projekte ausgewichen werden, deren Zielsetzung nicht exakt der der Arbeit entspricht. Die vorgestellten Projekte wurden ausgewählt, da sie zu einem gewissen Teil bereits abgeschlossen und prototypisch implementiert sind (Galen), einen Teil der Zielsetzung dieser Arbeit exakt abdecken (Diabcard) oder mit dem Ziel entwickelt wurden, einen internationalen Standard zu definieren („Electronic Healthcare Record Architecture“).

## 3.2 Galen

Eines der Hauptprobleme medizinischer Software ist die sprachunabhängige Abbildung von medizinischen Konzepten durch den Computer. Dieses Problem soll durch das Projekt „Galen“ gelöst werden. Galen ist ein Akronym für „Generalised Architecture for Languages, Enceclopedias and Nomenclatures in Medicine“ und bezeichnet ein Projekt, das im Rahmen der AIM (Advanced Informatics in Medicine) auf europäischer Ebene gefördert wird [Al 93a, Gob94, ZRS+95].

### 3.2.1 Übersicht und Ziel

Mit Galen sollen die Grundlagen zur sprachunabhängigen Repräsentation von Begriffssystemen entwickelt werden [Al 93a]. Fernziel ist es, die zur Zeit eingesetzten Kodierungssysteme der Medizin wie z. B. ICD (International Classification of Diseases, deutsch: Internationale Klassifikation der Krankheiten) zu ersetzen [Gen92]. Mit Hilfe von Kodierungssystemen werden Krankheiten und andere medizinisch relevante Informationen in ein international gleiches alphanumerisches System abgebildet. So steht z. B. „812.5“ für eine offene *Fraktur*

(Knochenbruch) des *distalen* (körperfernen) Teils des Oberarms. Eine Übersicht über die aktuell verwendeten Kodierungssysteme in Deutschland gibt [Gra92]. Darüber hinaus geht es um die Unterstützung der Konstruktion von Software im medizinischen Bereich.

Um eine solche Abbildung zu ermöglichen, wurde die Sprache GRAIL (Galen Representation And Integration Language) entwickelt [RNG93]. GRAIL ist eine Weiterentwicklung von SMK (Structured Meta Knowledge), einer Sprache, die ebenfalls zur Darstellung von medizinischen Daten entwickelt wurde [SMK92].

Auf die mittels GRAIL dargestellten Konzepte (Begriffsmengen) kann durch die von Galen zur Verfügung gestellten Schnittstellen zugegriffen werden. Die Kombination aus Galen und einer ausgearbeiteten Konzeptmenge (siehe Kapitel 3.2.2) wird als „Terminology Server“ bezeichnet. Darüber hinaus ermöglicht Galen, unterstützt durch verschiedene Werkzeuge, die Konzepte als Teil elektronischer Patientenakten zu speichern.

### 3.2.2 Funktionsweise

Begriffe sind im medizinischen Kontext relevante Informationen, z. B. „*Fraktur*“ (Knochenbruch). Begriffe werden in GRAIL über Merkmale definiert. Merkmale beschreiben einen Begriff näher. Das Merkmal „Oberarmknochen“ beschreibt den Begriff „Fraktur“ z. B. in “Fraktur des Oberarmknochens“. Ein Begriff ist dann vollständig beschrieben, wenn alle notwendigen und alle hinreichenden Merkmale angegeben sind. In anderen Sprachen ähnlicher Zielsetzung liegt das Hauptaugenmerk auf der automatischen Klassifikation von Begriffsdefinitionen. In diesen werden durch das Einordnen der Begriffe in eine Hierarchie die notwendigen und hinreichenden Merkmale automatisch bekannt (im Sinne der Vererbung bei objektorientierten Programmiersprachen). Im Gegensatz dazu geht es in GRAIL darum, zu bestimmen, was sinnvollerweise über einen Begriff gesagt werden kann.

Es folgen einige kleine Beispiele für die Semantik von GRAIL, die größtenteils [Ber94] entnommen ist. Für eine vollständige Beschreibung sei auf [Al 93a, Al 93b] verwiesen.

Grundlegende Bausteine eines Konzeptes sind Basisbegriffe. Basisbegiffe sind alle Begriffe, die nicht aus dem Begriffsmodell abgeleitet werden können, z. B. *Fraktur* (Knochenbruch) und Femur (Oberschenkelknochen).

Durch den Konstruktor **which** wird aus einem Basisbegriff und einer Kriterienmenge eine zusammengesetzte Begriffsbeschreibung.

Fraktur **which** hatLokalisation femur

hatLokalisation ist ein Attribut, das den Basisbegriff näher beschreibt, also spezialisiert. Da nicht jede Begriffskonstruktion zu einer sinnvollen Begriffsbeschreibung führt, wie z. B.

fraktur **which** hatLokalisation herz

zeigt, denn ein Herz kann im medizinischen Sinne nicht brechen, ist das Konzept der grammatikalischen Genehmigung eingeführt.

fraktur mayGrammatically hatLokalisation knochen bedeutet, daß Frakturen an Knochen lokalisiert sein können. Für die Semantik innerhalb GRAIL bedeutet dies, daß Frakturen und deren Spezialisierungen durch das Attribut hatLokalisation auf den Basisbegriff Knochen und dessen Spezialisierungen angewendet spezialisiert werden können. Grammatikalische Genehmigungen können für Spezialisierungen wieder aufgehoben werden.

Darüber hinaus ist es möglich, Begriffen Attribute zuzuordnen, die zur Beschreibung notwendig sind. Dadurch wird ein Begriff im Sinne der Semantik nur dann gültig beschrieben, wenn alle notwendigen Attribute definiert sind.

### 3.2.3 Zusammenfassung und Bewertung

GRAIL gestattet die Darstellung medizinischer Konzepte durch die Definition von Basisbegriffen und deren Spezialisierung durch Attribute. Dabei können bestimmte Attributierungen explizit gefordert oder ausgeschlossen werden und selbst innerhalb einer Spezialisierungshierarchie wechseln. Dadurch werden die Anforderungen durch medizinische Begriffssysteme besonders unterstützt.

Im Rahmen einer Problembereichsanalyse ist es vorrangiges Ziel, die Kommunikation zwischen Softwareentwicklern und zukünftigen Anwendern so einfach wie möglich zu halten. Es ist nicht zu erwarten, daß die Entwicklung einer Anwendung im medizinischen Bereich trotz einer gut ausgearbeiteten Darstellung der medizinischen Konzepte ohne umfangreiche Kommunikation mit Problembereichsexperten zu bewältigen ist. Die Notation von GRAIL ist zur Unterstützung der Kommunikation allerdings wenig geeignet, denn die rein textuelle Beschreibung ist nicht sehr übersichtlich.

Im Rahmen eines Besuchs der Universität Manchester anläßlich des Symposiums „Medical Informatics: Past, Present and Future“ konnten einige Werkzeuge begutachtet werden, die bei der Definition der GRAIL-Semantik eingesetzt werden. Trotz Werkzeugunterstützung ist es laut Bericht eines am Projekt beteiligten Arztes ein großes Problem, die Übersicht über den semantischen Umfang zu behalten. Eine Vorführung des Galen Prototypen zeigte, daß der Ansatz zur Beschreibung von Begriffssystemen gut geeignet ist, allerdings eine ausführliche und dauerhafte Beschäftigung mit dem System erfordert. Im Rahmen einer Problembereichsanalyse scheint der Einsatz von Galen überdimensioniert.

## 3.3 Diabcard

### 3.3.1 Übersicht und Ziel

Die Diabcard ist eine computerlesbare Magnetkarte, die bestimmte medizinische Daten enthält, um Patienten, die an *Diabetes* leiden, im Notfall besser helfen zu können. *Diabetes* ist eine *chronische* Stoffwechselerkrankung, die auf einen Mangel oder eine verminderte Effektivität des körpereigenen *Insulins* zurückzuführen ist. Da der menschliche Körper seinen *Blutzuckerspiegel* durch Veränderung des Insulinspiegels regelt, ist der Diabetes-Patient gezwungen, seinen Blutzuckerspiegel bewußt selbst zu kontrollieren. Dies wird durch eine Diät und durch das Spritzen von Insulin erreicht. Da der Blutzuckerspiegel durch viele Faktoren beeinflußt wird, wie z.B. durch Streß, Medikamente, Ernährung, Schock, aber auch durch einen Herzinfarkt (Myokardinfarkt) oder einen Schlaganfall, gehören die Diabetiker zu einer stark notfallgefährdeten Personengruppe [HL88]. Für den behandelnden Arzt sind Informationen über den genauen Zustand des Patienten zur schnellen Behandlung von entscheidender Bedeutung. Damit sind von Patient zu Patient verschiedene Parameter gemeint, die zur Bestimmung von Insulingaben und anderen Medikamenten notwendig sind.

Die Diabcard hält alle notwendigen Daten über einen Patienten im maschinenlesbaren Format bereit. Erleidet ein Patient einen Notfall und kann die von ihm mitgeführte Karte ausgelesen werden, steigen seine Überlebenschancen erheblich.

Ziel der Arbeiten am Diabcardprojekt war die für die notfallmäßige Behandlung von Diabetikern erforderlichen Daten mit Hilfe von Experten zu identifizieren und zusammenzustellen. Dabei sollte ein System entwickelt werden, mit dem Mediziner ihre Fachbegriffe (und damit ihr Expertenwissen) in einer ihnen vertrauten Weise darstellen und strukturieren können. Die medizinischen Begriffe werden anschließend von Medizininformatikern in einem Repository zusammengefaßt. Dieses soll „als eine interaktive Unterstützung bei der Entwicklung und dem Betrieb [des Diabcardprojekts und] zukünftiger medizinischer Informationssysteme dienen“ [Tei95]. In der Definitionsphase eines medizinischen Projekts sollen diese Begriffe die Kommunikation zwischen Anwender und Entwickler vereinfachen. In der Entwurfsphase sind die Begriffe Grundlage für den Entwickler und in der Anwendungsphase dienen sie als Benutzerhilfe.

### 3.3.2 Funktionsweise

Um einen medizinischen Teilbereich zu modellieren und z. B. für das Diabcardprojekt nutzbar zu machen, müssen zunächst die Begriffe identifiziert werden, die im Problembereich der zu entwickelnden Anwendung liegen. Ein Begriff ist im Kontext der Arbeit wie folgt definiert:

> „Unter einem 'Begriff' werden abstrakte medizinische Konzepte (z. B. Komplikation), konkrete Terme sowie Beobachtungen (z. B. Gewicht des Patienten) verstanden.“ [Tei95]

Im Rahmen des Diabcardprojekts wurden diese mit einem Fragebogen erfaßt. Die Fragebögen wurden von Problembereichsexperten, zumeist Ärzten, ausgefüllt. Dabei hatten die Experten die Möglichkeit jeden Begriff beliebig genau, also mit einer unbeschränkten Anzahl von Attributen[1], zu beschreiben. Die Experten wurden angehalten, von dieser Möglichkeit Gebrauch zu machen, schließlich sollten die medizinischen Begriffe in ihrer ganzen Komplexität modelliert werden.

Dadurch entsteht eine Beschreibung des Problembereichs Diabetes in der Terminologie der Medizin. Anschließend wurden die Fragebögen von Medizininformatikern ausgewertet und in ein objektorientiertes Modell (siehe unten) überführt. Dabei werden jedem Begriff eine Menge von Attributen zugeordnet, die auf die Darstellung durch den Computer hin optimiert sind. Zur Vereinheitlichung der Attributierung wurde ein Metamodell entwickelt, in welchem die Struktur der Begriffe und der Begriffstyp mit seinen Attributtypen dargestellt ist [Tei95]:

> „Ziel des Metamodells war es, die Attributtypen vorzugeben, die es gestatten, die Informationselemente [die zu beschreibenden medizinischen Begriffe] so eindeutig

[1] An dieser Stelle ist 'Attribut' nicht im objektorientieren Kontext der Informatik zu verstehen, sondern als nähere Beschreibung in natürlicher Sprache.

in dem darauf aufbauenden Erhebungsbogen zu beschreiben, daß ihre Beziehung anschließend in einer folgenden Designphase in Klassen mit entsprechenden Methoden und Attributen sowie Instanzen davon modelliert werden können. Die erfaßten Beziehungen sind dabei medizinisch relevante Abhängigkeiten.“ [Tei95]

Das Metamodell legt also die Typinformation der Begriffe fest. Es gestattet die inhaltliche Beschreibung z. B. des Typs *'Diabetes'* durch die Klasse 'basic information'. Diese Klasse enthält einfach strukturierte Attributtypen wie z. B. 'field-name' und komplexe Attributtypen über 'Vereinigungs'-Beziehungen. Die verschiedenen Beziehungsarten werden in Anhang C auf Seite 202 diskutiert.

Neben 'basic information' stehen im Metamodell weitere Klassen zur Verfügung, mit denen Typinformationen festgelegt werden können. Um einen Eindruck zu geben, seien exemplarisch die folgenden fünf Klassen kurz beschrieben. Für eine ausführlichere Darstellung sei auf [Tei95] verwiesen.

**basic information** enthält das Attribut „field name“, das den Namen des Begriffs selbst beschreibt und mit „synonyms“ eine Liste von Bezeichnern, die ebenfalls zur Beschreibung des Begriffs dienen.

**detailed description** enthält Attribute für Freitextinformationen, die dem Arzt jederzeit die Möglichkeit geben, die vom System vorgesehenen Beschreibungsattribute zu ergänzen, sowie Attribute, in denen Dokumentarten aufgelistet sind, in denen der Begriff ebenfalls verwendet wird.

**map** enthält Informationen, die es ermöglichen, den Begriff in der Repräsentationshierarchie einer anderen Begriffsbeschreibung zu finden. Damit ist eine Abbildung der Diabcard-hierarchie auf die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Hierarchie möglich.

**administrative information** enthält sowohl Rolleninformationen, die z. B. Zugriffsrechte regeln, sowie Informationsquellen für Meßwerte.

**structure** enthält die eigentliche Hierarchie der medizinischen Begriffe.

Die Modellierung erfolgte unter Nutzung objektorientierter Methoden, da mit diesen eine direkte Abbildung von Begriffen möglich ist [Tei95]. Abgebildet werden die Begriffe auf Klassen. „Direkt“ bedeutet in diesem Kontext, daß keine weitere Zerlegung notwendig ist.

Die Autoren begründen den Einsatz objektorientierter Methoden wie folgt:

„Der objektorientierte Ansatz wurde gewählt, um mit Hilfe der strukturerhaltenden Abbildungsmöglichkeiten, der klaren Schnittstellen, der Objektkapselung und der direkten Repräsentation komplexer Objekte eine höhere Flexibilität und Übersichtlichkeit und damit eine höhere Wartbarkeit zu erzielen. Diese neue Methodik verspricht gegenüber der herkömmlichen Vorgehensweise damit letztlich eine natürliche Modellierung des medizinischen Anwendungsgebietes [PE91, Ley92, MO92].“

### 3.3.3 Zusammenfassung und Bewertung

Der für die Modellierung der Diabcard gewählte Ansatz beschreibt die medizinischen und informatischen Aspekte sehr detailliert. Er scheint als Grundlage für eine Problembereichsanalyse besser geeignet als der in Galen (siehe Seite 17) gewählte Ansatz.

Über die Struktur medizinischen Wissens schreiben die Autoren:

> „Schon am Anfang der Analyse zeigte sich die starke hierarchische Struktur der Begriffe, die von allgemeinen, abstrakten Begriffen bis hin zu einzelnen Beobachtungen reicht. Um dieser komplexen Struktur gerecht zu werden und trotzdem eine sehr detaillierte Erfassung zuzulassen, wurde den Beschreibungsmöglichkeiten der Hierarchie auch im Hinblick auf den resultierenden Erhebungsbogen große Aufmerksamkeit geschenkt. Diese erleichtert die Diskussion mit beteiligten Medizinern.“ [Tei95]

Diese Aussage entspricht der eigenen Erfahrung und Einschätzung. Eine hierarchische Darstellung der Struktur in der Terminologie der Mediziner hat sich als Diskussionsgrundlage bewährt. Aufgrund des Umfangs der Problembereichsanalyse und dem zur Verfügung stehenden Zeitrahmen wurde allerdings das beschriebene Metamodell nicht eingesetzt, sondern eine Darstellung gewählt, die sich mehr auf die Struktur der einzelnen Objekte konzentriert.

## 3.4 „Electronic Healthcare Record Architecture“

### 3.4.1 Übersicht und Ziel

Durch den steigenden Einsatz von Computersystemen in der Medizin kommen immer häufiger auch Systeme zur Verwaltung von elektronischen Patientenakten zum Einsatz. Diese Systeme werden von verschiedenen Herstellern in unterschiedlichen Ländern entwickelt. Da es keinen internationalen Standard (und auch keinen allgemein akzeptierten de facto Standard[2]) zum Aufbau einer Patientenakte gibt, verwenden alle Hersteller ein eigenes Format. Um Patientendaten auch zwischen Anwendungen verschiedener Hersteller und über Landes- und Sprachgrenzen hinweg austauschen zu können, ist ein entsprechender Standard erforderlich.

Das Technische Comittee 251 (TC251) des European Committee for Standardisation beschäftigt sich genau mit dieser Problematik. Das Committee hat einen Vorstandard veröffentlicht, der die Architektur einer elektronischen Patientenakte auf abstraktem Niveau beschreibt [CEN95b, CEN95a, Moo93]. Dieser Vorstandard liegt allerdings selbst erst in einer Entwurfsversion (engl. draft version) vor. Damit soll es möglich sein, Patientenakten zu konstruieren, die den jeweiligen Anforderungen einer konkreten Anwendung genügen, und trotzdem zwischen Systemen verschiedener Hersteller ausgetauscht werden können.

### 3.4.2 Funktionsweise

Wie das Modell der Diabcard (siehe Abschnitt 3.3) auch, besteht das vom TC251 vorgestellte Modell aus Datenelementen und zugeordneten Datentypen. Allerdings werden zur

[2] Ein de facto Standard ist ein von den meisten Herstellern einer Produktklasse akzeptierter Standard, der nicht von einem Normungsgremium festgelegt wurde.

semantischen Gruppierung von Datenelementen keine Klassen, sondern Datenfeldgruppen eingesetzt. Diese lassen sich zwar als Klassen im objektorientierten Kontext modellieren, sind aber auch mit anderen softwaretechnischen Möglichkeiten zu realisieren. Der Vorschlag des TC251 scheint bewußt auf die Festlegung des Modellierungsansatzes zu verzichten.

Der Vorstandard bietet zunächst die Möglichkeit, Daten- und Strukturelemente einer Patientenakte allgemein zu beschreiben.

Nach dem Vorschlag des TC251 [CEN95a] ist jede Patientenakte aus zwei Komponenten aufgebaut:

1. Aus Datenfeldern (record items), die grundlegende Informationseinheiten repräsentieren und aus
2. Datenfeldgruppen (record item complexes), die mehrere Datenfelder zu semantisch verbundenen Einheiten zusammenfassen.

Jedem Datenfeld werden verschiedene Attribute zugeordnet, damit sowohl die Information als auch der Informationskontext eindeutig beschrieben werden können. Jedem Datenfeld werden zwingend zwei Attribute zugeordnet:

**Inhaltstypattribut** (Content Type Attribute) Beschreibt den Datentyp des Inhalts.

**Inhaltsattribut** (Content Attribute) Enthält die eigentlichen Daten.

Darüber hinaus werden keine weiteren Restriktionen zu den Inhalten der Inhaltsattribute gemacht. Die Interpretation der Daten erfolgt in vollem Umfang durch die Anwendung. Über die beiden vorgeschriebenen Attribute hinaus können weitere Attribute angewendet werden. Einige seien im folgenden beschrieben. Für eine vollständige Darstellung sei auf [CEN95a] verwiesen.

**Ursprungs-Inhaltstypattribut** (content attribute of original record item complex), das einen Verweis auf die Datenfeldgruppe enthält, in dem das Datenfeld ursprünglich definiert war.

**Sicht-Inhaltstypattribut** (content attribute of view record item complex), das entweder Kriterien für die Auswahl von Datenfeldern desselben oder einer anderen Datenfeldgruppe enthält. Dadurch ist es möglich, Sichten abstrakt zu beschreiben.

Das Sicht-Inhaltstypattribut „Current Medication“ kann z. B. folgende Regel enthalten: (Das Beispiel ist [CEN95a] entnommen.) „Select all drugs prescribed that have not been explicitly discontinued and where the period specified in the prescription has not expired.“

**Inhaltsordnung** (record item complex content order), das eine Ordnungsbeziehung (alphabetisch, sequentiell, chronologisch ... ) auf einer Datenfeldgruppe definiert.

Darüber hinaus gibt es weitere Attribute, die sowohl Datenfeldern als auch Datenfeldgruppen zugeordnet werden können. Diese werden an dieser Stelle nicht weiter diskutiert, da aus der kurzen Darstellung der architektonischen Grundlagen bereits jetzt ersichtlich wird, daß die Beschreibung so abstrakt ist, daß sich beliebige Objekte darstellen lassen.

Die Grenzen des Vorstandards werden in [CEN95a] wie folgt beschrieben:

„[...] as an architecture for the electronic healthcare record, it does not apply to

1. electronic healthcare system architecture or design;
2. healthcare domain information models;
3. syntaxes for the presentation or identification in a record; or
4. specification for the representation of information elements (e.g. images, sound, structured text) in the electronic healthcare record;“

Besonders herausgehoben wird, daß dieser Vorstandard der Erweiterung durch zukünftige Arbeiten bedarf.

### 3.4.3 Zusammenfassung und Bewertung

Der Vorstandard definiert die Grundlagen zur Darstellung von Inhalt und Struktur elektronischer Patientenakten auf sehr abstraktem Niveau. Auch ist die vorliegende Entwurfsversion [CEN95a] noch nicht so weit ausgearbeitet, daß abschließend über die Verwendbarkeit im Kontext geurteilt werden kann.

Der Vorstandard ist in dieser Arbeit betrachtet worden, da aufgrund der zahlreichen Literaturreferenzen darauf und aufgrund von Gesprächen nach diversen Vorträgen und an der Universität Manchester anläßlich des Symposiums „Medical Informatics: Past, Present and Future“ der Eindruck entstand, daß ein solcher Standard dringend notwendig ist und von der CEN bald weitere Ergebnisse erwartet werden.

Da die identifizierten Entitäten des Problembereichs Medizin im Diabcardprojekt und auch in dieser Arbeit (siehe die folgenden Kapitel) durch Attribute und deren Typen beschrieben werden, ist allerdings schon jetzt ersichtlich, daß die Grenzen des von der CEN gewählten Ansatzes an keiner Stelle überschritten werden. Das war auch zu erwarten, da der Vorstandard auf sehr abstraktem Niveau beschrieben wird und keinerlei Restriktionen bezüglich des Aufbaus der nutzenden Anwendung macht. Nur so ist gewährleistet, daß sowohl aus Sicht der Informationsverarbeitung als auch aus Sicht des Problembereichs alle verwendeten Architekturen bzw. Modelle abgebildet werden können. In [CEN95a] wird dies auch ausdrücklich hervorgehoben:

> „This European Prestandard only describes the basic principles on a high level of abstraction. It provides a framework within succeeding standardisation effort will be conducted in order to meet the objectives.“

Daraus läßt sich absehen, daß die im Diabcardprojekt und in dieser Arbeit verwendete Technik zur Darstellung der Daten im medizinischen Bereich mit dem zukünftigen Standard der CEN konform ist.

# Kapitel 4

# Aspekte der Modellierung komplexer Systeme

## 4.1 Einführung

Wie in der Einleitung bereits beschrieben, ist es das Ziel dieser Diplomarbeit, durch eine Problembereichsanalyse auf dem medizinischen Fachgebiet der Angiologie einen Beitrag zur wiederverwendungsgestützten Softwareentwicklung in diesem Anwendungsbereich zu leisten. Dabei werden verschiedene Teilgebiete der Informatik berührt, von denen die wichtigsten in diesem Kapitel vorgestellt werden.

Zunächst wird eine Methode (DSSA, engl: Domain Specific Software Architecture, deutsch: Problembereichsspezifische Softwarearchitektur) vorgestellt, mit der Softwarearchitekturen entwickelt werden können, die Wiederverwendung innerhalb eines speziellen Problembereichs ermöglichen. Diese Methode gliedert sich in mehrere Phasen, unter anderem in eine Problembereichsanalysephase, welche im Rahmen dieser Arbeit von besonderem Interesse ist. Dadurch wird die Problembereichsanalyse im Kontext einer softwaretechnischen Methode betrachtet (Abschnitt 4.2).

Dem folgt eine Betrachtung der Problembereichsanalyse im Kontext der Sozialwissenschaften. Dies ist notwendig, da die Voraussetzung für eine fundierte Analyse eines wenig bekannten Bereichs neben ausführlichem Literaturstudium die Nutzung von Expertenwissen ist. Eine Möglichkeit, dieses Wissen verfügbar zu machen, ist die Durchführung von Experteninterviews. In Abschnitt 4.3 werden deshalb wichtige Aspekte dieser Befragungsform diskutiert, die ihren Ursprung in den Sozialwissenschaften hat.

Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen als Basis für die Entwicklung von elektronischen Patientenakten genutzt werden. Um praktisch nutzbar zu sein, müssen elektronische Patientenakten auf nichtflüchtigem Speicher abgelegt (gespeichert) werden können. Diese Speicherfunktion soll durch eine Datenbank realisiert werden (Die Motivation für dieses Vorgehen wird in Abschnitt 4.5.2 beschrieben). Da die zu speichernden Daten in einer bestimmten Struktur vorliegen müssen, um von einer Datenbank effizient behandelt werden zu können, und diese Struktur vom verwendeten Modell der Datenbank abhängt, wird durch die Wahl eines bestimmten Datenmodells die Struktur der Patientenakte beeinflußt. Zwei der wesentlichen datenbanktechnischen Ansätze werden deshalb anschließend übersichtsartig vorgestellt und in Bezug auf diese Arbeit bewertet.

Das Ergebnis dieser Arbeit wird eine Menge von Abstraktionen sein, die innerhalb des Problembereichs für alle Anwendungen von Bedeutung sind. Die Identifikation solcher Abstraktionen ist zentrales Ziel jeder Problembereichsanalyse. Dieser Findungsprozeß und die Dokumentation der identifizierten Entitäten erfolgt mittels einer objektorientierten Analysetechnik und der zugehörigen Notation. Unterkapitel 4.6 soll zunächst den Entscheidungsprozeß für eine der zahlreichen Techniken nachvollziehbar machen und anschließend die Notation, soweit sie im Rahmen dieser Arbeit benötigt wird, vorstellen.

## 4.2 Problembereichsspezifische Softwarearchitekturen

### 4.2.1 Einführung

Die Bewältigung großer Softwareprojekte ist ein schwieriges Unterfangen. Viele der dabei auftretenden Probleme sind hinlänglich bekannt und setzen sich im wesentlichen aus drei Grundproblemen zusammen:

- Der benötigte Zeitaufwand und die dabei anfallenden Kosten für die Produktion von Software sind zu hoch.
- Die Qualität der Software ist häufig schlecht.
- Der Wartungsaufwand und damit die Folgekosten sind hoch.

Um diese Probleme zu lösen, wurden und werden verschiedene Techniken eingesetzt. Einer der erfolgversprechendsten ist die Softwarewiederverwendung (software reuse). Krueger definierte den Begriff 1992 wie folgt:

> „Software reuse is the process of creating software systems from existing software rather than building software systems from scratch." Wiedergegeben aus [Tra94].

Die grundlegende Idee ist, ausgewählte Programmkomponenten allgemein zu konstruieren und so zur Verfügung zu stellen, daß sie in verschiedenen Projekten zum Einsatz kommen können. Zwar ist die Erzeugung solcher Komponenten zeit- und kostenintensiver, vor allem in der Analyse- und Entwurfsphase, dafür muß diese Komponente nicht ein zweites mal entwickelt werden. Durch die wiederholte Verwendung soll dreierlei erreicht werden:

1. Eine mit höherem Aufwand in der Planungsphase konstruierte Komponente ist im allgemeinen besser wartbar,
2. der mehrmalige Aufwand für die Erzeugung der Komponente wird eingespart und
3. deren Qualität reift durch wiederholte Anwendung unter verschiedenen Bedingungen.

Eine Steigerung der Produktionsgeschwindigkeit und der Produktqualität (vor allem in Bezug auf Zuverlässigkeit) sind die Folge. Grundgedanke der Softwarewiederverwendung ist also, durch eine einmalige höhere Investition von Ressourcen dauerhaft Ressourcen zu sparen und die Qualität der Produkte zu steigern.

Diesen Vorstellungen entsprechend wurde in ersten Ansätzen ausschließlich Quelltext wiederverwendet, wie es z. B. mittels Bibliotheken (libraries) geschieht.

Der Euphorie, die der Gedanke der Softwarewiederverwendung vor einigen Jahren im Bereich der Softwaretechnik auslöste, ist eine Phase der Ernüchterung gefolgt. Trotz aller guten Vorsätze hat sich das Erzeugen wiederverwendbarer Softwarekomponenten als sehr schwierig herausgestellt. Dafür gibt es viele Gründe. Als besonders aufwendig hat sich die Identifikation von allgemein verwendbaren Softwarekomponenten herausgestellt. Alle Anforderungen an eine Komponente aus allen Gebieten, in denen diese wiederverwendet werden könnte, zusammenzutragen und eine verständliche übersichtliche Schnittstelle zu realisieren ist nur in einigen Teilbereichen, z. B. bei Kontainerklassen, gelungen.

Auch verwendeten die Programmierer die Softwarekomponenten nicht wie zunächst erwartet wieder, wofür verschiedene Faktoren verantwortlich gemacht werden:

- Das Auffinden geeigneter Komponenten aus der Vielzahl der angebotenen erweist sich als aufwendig und zeitintensiv.
- Falls keine vollständig passende Komponente gefunden werden konnte, wurde das Neuprogrammieren dem Anpassen vorgezogen. Zum einen, weil der Änderungsaufwand nicht abschätzbar war, und zum anderen wegen der Abneigung vieler Programmierer, sich in fremde Programmquellen einzuarbeiten.

Außerdem werden auf dieser Ebene nur die Programmquellen bei der Wiederverwendung berücksichtigt. Darüber hinaus setzt sich ein Softwareprodukt aus weiteren Komponenten, wie Analyse- und Entwurfsdokumente, Dokumentationen und Testplänen zusammen, die nicht wiederverwendet werden können, wenn sie nicht ebenfalls für die Wiederverwendung aufbereitet sind.

Krueger veröffentlichte aufgrund dieser Erkenntnisse vier Kriterien, die eine Wiederverwendungstechnik erfüllen sollte, um erfolgreich zu sein:

> „For a software reuse technique to be effective, it must reduce the cognitive distance between the initial concept of a system and its final executable implementation."
>
> „For a software reuse technique to be effective, it must be easier to reuse the artifacts than it is to develop the software from scratch."
>
> „To reuse a software artifact effectively, you must know what it does."
>
> „To select a artifact for reuse, you must be able to find it faster than you can build it." Wiedergegeben aus [Tra94].

Diese abstrakten Anforderungen sind in der Praxis nicht einfach zu erfüllen. Als ein Lösungsansatz wird die problembereichsspezifische Softwarearchitektur (domain specific software architecture, DSSA) gesehen [PD95a, Gac95, Tra94]. Grundgedanke der DSSA ist, daß alle Software, die für einen Problembereich (domain) entwickelt wurde, über Gemeinsamkeiten verfügt. Dies können grundlegende Datenstrukturen, Abstraktionen, architektonischer Aufbau oder auch Abhängigkeiten sein. Ziel der DSSA ist, diese Gemeinsamkeiten herauszuarbeiten. Dadurch soll die Entwicklung von Softwarekomponenten unterstützt werden, die in einem enger gesteckten Bereich wiederverwendet werden können.

Die Funktionsweise des DSSA-Prozesses wird in dieser Arbeit nur übersichtsartig beschrieben, da aufgrund des beschränkten Zeitrahmens und des Ziels der Arbeit das Hauptgewicht auf einer umfassenden Problembereichsanalyse liegt.

### 4.2.2 Funktionsweise

Problembereichsspezifische Softwarearchitekturen bezeichnen nicht, wie der Name zunächst vermuten läßt, eine bestimmte Architekturform, sondern einen Entwicklungsprozeß. Ziel dieses Prozesses ist es, die Entwicklung von Bereichsmodellen (domain models), Referenzanforderungen (reference requirements) und Referenzarchitekturen (reference architectures) für einen bestimmten Anwendungsbereich zu unterstützen.

Der Prozeß gliedert sich in mehrere Phasen. Zunächst wird der zu behandelnde Bereich mit Hilfe einer Problembereichsanalyse (siehe Abschnitt 4.3) untersucht. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist eine Menge von Objekten[1], Beziehungen und Anforderungen, aus denen in einem Bereichsmodellierung (domain modeling) genannten Prozeß ein Bereichsmodell entwickelt wird. Dieses Modell beschreibt die Objekte innerhalb des Bereichs und deren Beziehungen untereinander. Das Bereichsmodell bildet die Grundlage für die Entwicklung einer Referenzarchitektur, die als Basis für Softwareprojekte in dem untersuchten Bereich dienen soll.

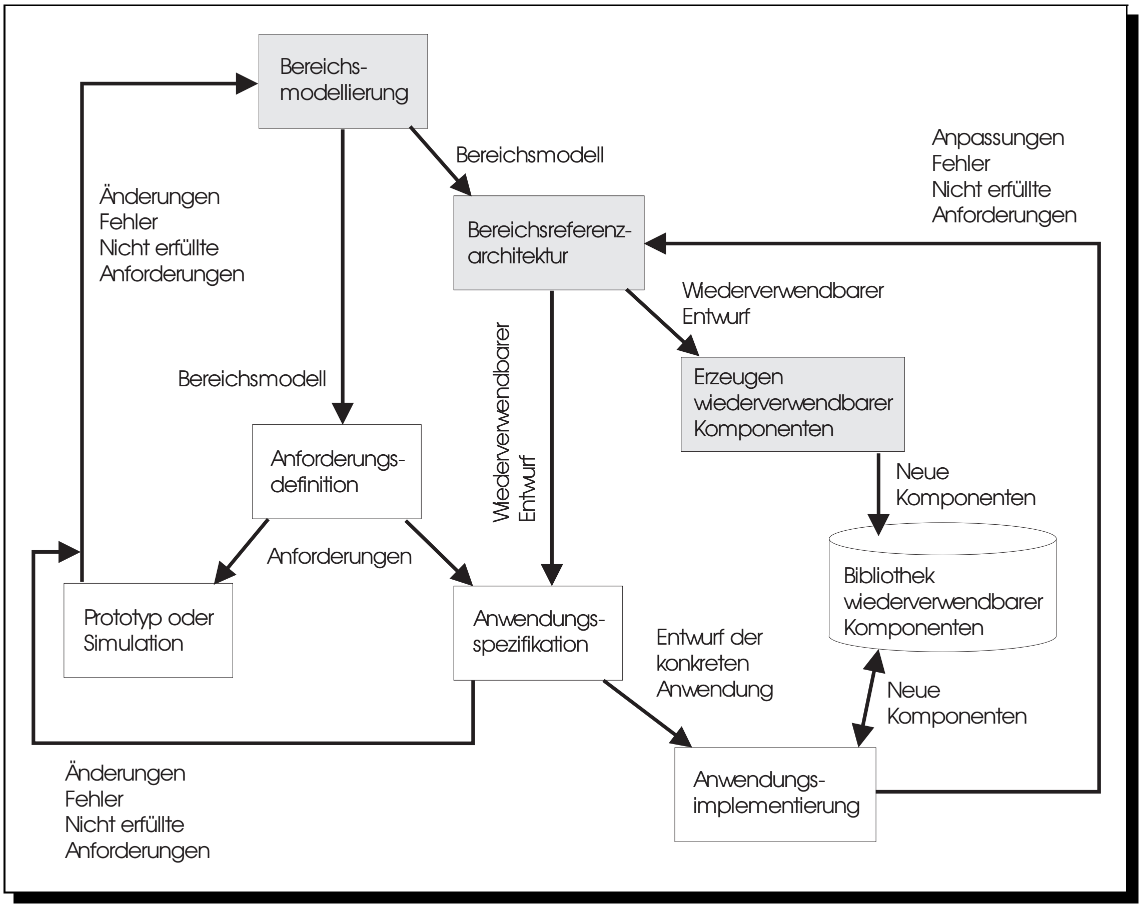



Abbildung 4.1: Der Prozeß der problembereichsspezifischen Softwarearchitekturen

[1] Die an dieser Stelle intendierten Objekte sind Gegenstände der realen- oder der Vorstellungswelt und nicht mit Objekten im objektorientierten Kontext zu verwechseln.

Die Abbildung 4.1, die an eine Vorlage aus [Bal93] angelehnt ist, macht den gesamten Prozeß anschaulich.

**Problembereichsanalyse** Wegen ihrer Bedeutung für die vorliegende Arbeit ist der Problembereichsanalyse ein eigener Abschnitt (4.3) gewidmet.

**Bereichsmodellierung** In der zweiten Phase soll aus den bisher durch die Problembereichsanalyse gewonnenen Informationen ein Problembereichsmodell erarbeitet werden. Ziel dieses Modells ist es, die grundlegende Terminologie und die zugehörigen Entitäten des bearbeiteten Bereichs zu identifizieren. Mit diesen sollen im weiteren Verlauf die Anforderungen an die Werkzeuge und deren Evaluationen in diesem Bereich beschrieben werden können.

R. Priéto-Díaz beschreibt die Vorteile in [PD95a] wie folgt:

1. Such domain models [...] enable effective communication between the developers of a system and those procuring it.
2. These models are [...] the basis for comparing one problem in the domain to another.
3. The standardization [...] enables effective mapping from one problem description to the reference architecture.

Zum Beispiel enthält im Problembereich Übersetzerbau das Problembereichsmodell für einen Parser unter anderem die Begriffe Token und Grammatik.

Die ersten beiden Phasen konzentrieren sich auf die Aspekte des Problemraums (problem space). Der Problemraum beschreibt im Gegensatz zum Lösungsraum (solution space) allein den Bereich, ohne Konzepte zur Bewältigung von Anforderungen zu betrachten. Die nachfolgenden Phasen beschäftigen sich mit dem Lösungsraum. Damit fließen veränderliche Komponenten, die für die Lösung von Problemen einer konkreten Anforderung oder einer Menge von Anforderungen, wie sie z.B. in einer Gruppe von zusammenhängenden Programmen auftreten, ein.

**Bereichsreferenzarchitektur** Durch die Erfahrungen aus der Problembereichsanalyse und aus eventuell bereits konstruierten Anwendungen im Problembereich werden in einem iterativen Prozeß die generischen von den spezifischen Teilen der Lösung getrennt. Aus den generischen Teilen wird anschließend eine Referenzarchitektur implementiert, die einem Anwendungsgerüst (framework) entspricht. Dafür ist viel softwaretechnisches Wissen und Erfahrung bei der Konstruktion von Referenzarchitekturen erforderlich. Durch das Anwendungsgerüst gewinnt man alle mit der Frameworktechnologie einhergehenden Vorteile, siehe [Tal95, And95].

Um die Architekturkomponente einer DSSA zu beschreiben, werden Formalismen benötigt. In [Ric95] werden drei verschiedene Sprachenklassen vorgestellt, die für diesen Zweck eingesetzt werden können. Diese sollen hier der Vollständigkeit halber erwähnt werden. Die Möglichkeiten zur Beschreibung der Architektur eines Problembereichs sind:

- Typausdrücke (type expressions), beschrieben in [BO91],
- Modulverbindungssprachen (module interconnection languages), beschrieben in [PDN86] und

- Softwarebusse (software buses), beschrieben in [CP92].

**Erzeugen wiederverwendbarer Komponenten** In der letzten Phase wird die entwickelte Architektur mit Softwarekomponenten versorgt. Dafür kommen neben Eigenentwicklungen auch Standardsoftwarepakete in Betracht. Diese müssen dann in aller Regel mittels Schnittstellenkapseln (interface wrapper) integriert werden.

Zwei softwaretechnologische Verfahren, die den DSSA-Ansatz im besonderen unterstützen, sind:

1. Der Einsatz von Generatortechnologien und Schnittstellenadaptern. Die Eingabe für einen Programmgenerator kann als Formalismus des Domainmodelles betrachtet werden.

2. Interfaceadapter, um verfügbare Komponenten in eine DSSA-Applikation zu integrieren. Die Schnittstellen der zu integrierenden Komponenten werden durch Adaptersoftware zu kompatiblen Schnittstellen für die durch die Architektur vorgegebenen Schnittstellen.

Entferntes Ziel ist es, parametrisierbare generische Module und Anwendungsgerüste zur Verfügung zu stellen, die die Entwicklung von Software in einem Problembereich unterstützen.

### 4.2.3 Beispiel

In [Ric95] beschreiben die Autoren zum besseren Verständnis den DSSA-Prozeß im Bereich Übersetzerbau. Die ersten Übersetzer sind ohne die Hilfe von wiederverwendbaren Komponenten oder Werkzeugen programmiert worden. Später wurde der Prozeß der Übersetzung in verschiedene Phasen aufgeteilt, und formale Beschreibungen der verschiedenen Phasen entwickelt. Für diese Phasen konnten dann Werkzeuge zur Verfügung gestellt werden, die den Entwickler unterstützten. Nachdem Formalismen zur Beschreibung der Syntax von Programmiersprachen entwickelt waren, wurden Generatorwerkzeuge entwickelt, die auf der Grundlage einer Beschreibung automatisch einen Scanner und einen Parser für die entsprechende Sprache erzeugten. Die Vorteile, die sich durch den Einsatz dieser Werkzeuge ergeben, sind so groß, daß Übersetzer mittlerweile nicht mehr von Hand kodiert, sondern ausschließlich unter Zuhilfenahme von Werkzeugen erzeugt werden. Die Entwicklung geht in die Richtung, daß aus der formalen Beschreibung einer Programmiersprache automatisch Compiler, Debugger und syntaxgesteuerter Editor erzeugt werden.

Die Referenzarchitektur in diesem Beispiel ist zum einen die Modularisierung des Übersetzungsprozesses in Scanner, Parser usw., und zum anderen die Schnittstellen der einzelnen Werkzeuge. Auf diese Weise können verschiedene austauschbare Werkzeuge in den Gesamtprozeß integriert werden.

Um einen Problembereich im Sinne des DSSA-Prozesses zu bearbeiten, die spezifische Terminologie zu definieren, eine Referenzarchitektur zu entwickeln und eventuell Werkzeuge zur Verfügung zu stellen, muß der Bereich bereits zu einem gewissen Grad analysiert und verstanden worden sein. Die Autoren in [Ric95] bezeichnen dies als die Reife eines Problembereichs.

Einen Indikator für die Reife eines Problembereichs bilden Anzahl und Qualität der zur Verfügung stehenden Bibliotheken. Je weiter diese entwickelt sind und je häufiger sie bei der

Entwicklung von Applikationen für den Bereich benutzt werden, desto ausgereifter ist das Wissen über diesen Bereich.

Letztendlich steht allerdings kein verläßlicher oder quantifizierbarer Indikator zur Verfügung, so daß in der Praxis zur Zeit die subjektive Meinung von Anwendungsentwicklern mit möglichst viel Erfahrung auf den verschiedenen Gebieten der Softwaretechnik über die Reife eines Problembereichs entscheidet.

### 4.2.4 Zusammenfassung

Mit der problembereichsspezifischen Softwarearchitektur wird eine Methode vorgestellt, die zum Ziel hat, die Konstruktion von Software zu verbessern. Die Methode besteht aus mehreren Phasen, unter anderem einer Problembereichsanalysephase. Dadurch ist die Problembereichsanalyse, die das zentrale Interesse dieser Arbeit ausmacht, in einen softwaretechnischen Rahmen eingebettet.

Die Ergebnisse der Problembereichsanalyse, die in den folgenden Kapiteln erarbeitet werden, werden allerdings nicht zu einer problembereichsspezifischen Softwarearchitekur ausgearbeitet, da dies den vorgegebenen zeitlichen Rahmen dieser Arbeit sprengen würde.

## 4.3 Problembereichsanalyse

### 4.3.1 Einführung

Die Problembereichsanalyse (domain analysis, abgekürzt: PBA) ist eine Phase des Softwareentwicklungsprozesses und zielt wie alle Phasen der Softwareentwicklung darauf ab, die Produktion von Software zu verbessern (siehe auch Abschnitt 4.2.1).

Der Begriff Problembereichsanalyse wurde als erstes von Neighbours [Nei81] eingeführt, und als

> „[...] the activity of identifying the objects and operations of a class of similar systems in a particular problem domain“

definiert. Um den Aspekt der Wiederverwendung stärker in den Mittelpunkt zu rücken, verwendet R. Priéto-Díaz in [PD90] die folgende Definition:

> „We define domain analysis as a process by which information used in developing software systems is identified, captured, and organized with the purpose of making it reusable when creating new systems“.

Das Ziel der Problembereichsanalyse ist es, die Entwicklung von Software für einen bestimmten Anwendungsbereich unter spezieller Berücksichtigung der Wiederverwendung zu unterstützen. Während sich die klassische Systemanalyse auf die Analyse eines Softwareprojektes konzentriert, wird bei der PBA die Klasse aller möglichen Anwendungen für einen bestimmten Bereich betrachtet. Es soll ermöglicht werden, die Ergebnisse der Analyse bei der Produktion verschiedener Softwaresysteme eines Bereiches einzusetzen. Um dieses Ziel zu erreichen, werden bei der PBA Bereichsmodelle (domain models) und Architekturen identifiziert, die für den untersuchten Bereich typisch sind. Ziel ist es also, die Wiederverwendung zu erleichtern, indem nicht nur Quelltext, sondern auch Analysen und Entwurfskomponenten wiederverwendet werden. Unter optimalen Bedingungen kann durch eine den DSSA-Prozeß unterstützende PBA eine allgemeine Architekur identifiziert werden, die in vielen Applikationen eines Bereichs verwendet wird. Dadurch lassen sich, ähnlich wie in der Frameworktechnologie, nicht nur Quelltexte, sondern auch Entwurfsentscheidungen wiederverwenden.

### 4.3.2 Funktionsweise

Bis zum jetzigen Zeitpunkt gibt es keine detaillierte Beschreibung über den Prozeß der Problembereichsanalyse. Auch sind die Veröffentlichungen über Erfahrungen auf diesem Gebiet nicht sehr zahlreich. Im allgemeinen läuft eine PBA in drei Schritten ab:

1. Die mit der Durchführung der Bereichsanalyse betraute Person (Bereichsanalyst) sammelt Erfahrungen durch Planung und Implementierung ähnlicher Systeme auf einem Gebiet.

2. Diese Erfahrungen werden anschließend genutzt, um Objekte und Operationen zu identifizieren, die in allen Applikationen des Bereichs vorkommen.

3. Der letzte Schritt besteht aus dem Kapseln der Objekte und dem Versuch, Standards auszuarbeiten, die bei der Verwendung eingehalten werden sollen.

Für die Durchführung einer Problembereichsanalyse ist nicht nur Erfahrung mit der Planung und Implementierung von Softwareprojekten erforderlich. Das erforderliche Wissen über den untersuchten Bereich muß zunächst einmal gesammelt und anschließend geeignet aufbereitet und präsentiert werden. Die Durchführung einer PBA berührt also mindestens die folgenden Gebiete:

**Wissensaquisition** Die Wissensaquisition beschäftigt sich damit, Informationen über einen bestimmten Bereich zu sammeln. In dieser Arbeit wird das benötigte Wissen hauptsächlich durch einen Experten zur Verfügung gestellt. Dieser wird mittels Befragungstechniken, wie sie auch in den Sozialwissenschaften Anwendung finden, interviewt (siehe Abschnitt 4.4).

**Wissensrepräsentation** Eine fundiert ausgeführte Wissensaquisition liefert eine Fülle verwertbaren Materials. Dieses auf eine Art darzustellen, die eine effiziente Analyse ermöglicht, ist das Problemfeld der Wissensrepräsentation. In der letzten Zeit wurden verschiedene Techniken hierfür entwickelt. Neben dem Einsatz von Datenbanken werden hauptsächlich Hypermediasysteme eingesetzt. Diese Darstellungsmethode ist de facto-Standard bei der Repräsentation von Informationen im Internet und hat sich im Zuge dessen starker Erweiterung zu einer sehr mächtigen Technik entwickelt, für die mittlerweile ausgereifte Werkzeuge zu Verfügung stehen [Con96].

Abbildung 4.2 zeigt, welche Informationen für eine Problembereichsanalyse verwendet werden können und welche Ergebnisse diese liefern kann.

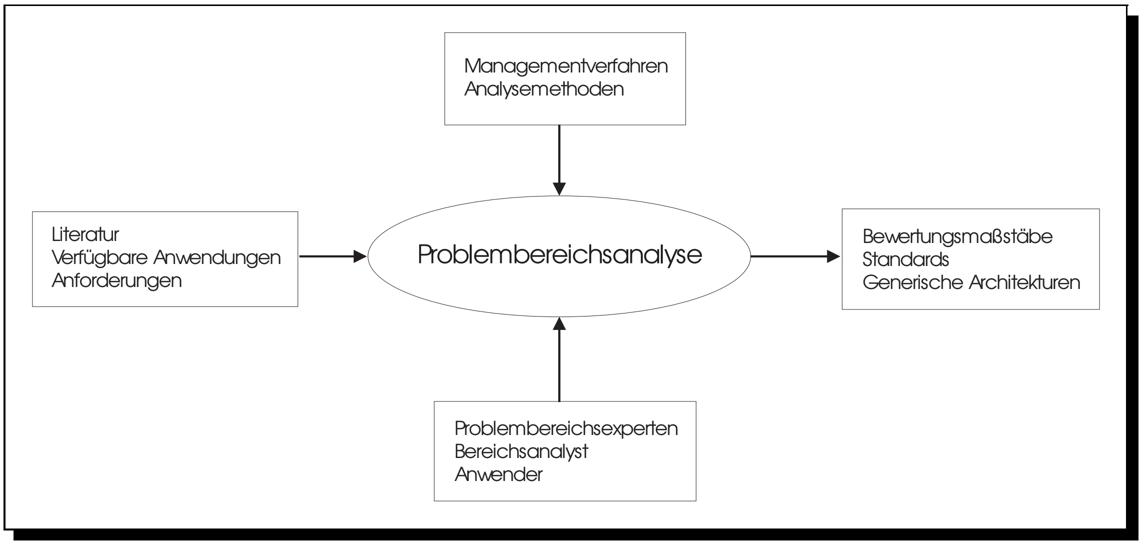



Abbildung 4.2: Die Problembereichsanalyse

### 4.3.3 Problemfelder

Bei der Durchführung einer PBA treten verschiedene Schwierigkeiten auf, für die bis zum jetzigen Zeitpunkt keine Lösungsansätze vorgeschlagen wurden.

**Unscharfe Bereichsgrenzen** Bei der Festlegung von Bereichsgrenzen gilt es zu bestimmen, welche Objekte und Operationen dem Bereich angehören und welche in einen angrenzenden Bereich fallen. Wie bei jeder Modellbildung der realen Welt müssen auch bei der Modellierung von Software künstliche Grenzen eingeführt werden. Die Festlegung dieser Bereichsgrenzen stellt sich in der Praxis als größtes Problem heraus. Jede künstlich eingeführte Grenze wirkt aus einem bestimmten Blickwinkel heraus betrachtet als falsch.

Zudem setzt eine gut angepaßte Wahl der Bereichsgrenzen viel Wissen über den Bereich voraus, das aber durch den Prozeß der Problembereichsanalyse selbst erst gewonnen werden soll.

Ist der Durchführende selbst Experte des Bereichs oder ist der Bereich schon sehr gut analysiert, ist die Festlegung der Grenzen weniger problematisch. Muß allerdings, wie bei dieser Arbeit, auf einen Experten zurückgegriffen werden, ist eine sinnvolle Abgrenzung des Bereichs erst möglich, nachdem auch der Bereichsanalyst genügend Überblick gewonnen hat.

**Parallelität des Lernprozesses** Nach wie vor spielen die Erfahrung und das Wissen über den zu untersuchenden Bereich die entscheidende Rolle. Ist der Analyst kein Experte im untersuchten Bereich, muß er sich das Wissen aus verschiedenen Quellen erarbeiten. Dabei handelt es sich um einen Lernprozeß im klassischen Sinne, der nicht sequentialisiert und deshalb auch nicht auf mehrere Personen aufgeteilt werden kann.

**Natürliche Bereichsevolution** Alle Bereiche unterliegen einem natürlichen Evolutionsprozeß, der eine ständige Weiterentwicklung notwendig macht. Da zukünftige Entwicklungen meist nicht vorhergesehen werden können, liegt eine große Schwierigkeit darin, einzelne Komponenten nicht nur wiederverwendbar, sondern auch anpaßbar zu gestalten.

**Kaum Delegationsmöglichkeiten** Ist der zu untersuchende Bereich sehr groß, kann er nicht mehr von einer einzelnen Person bearbeitet werden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, den gesamten Prozeß in Teilprozesse aufzuteilen und an mehrere Personen oder Gruppen zu delegieren. Gerade diese Aufteilung ist aber sehr problematisch, was sich zum einen aus den vorgenannten Gründen ergibt, und zum anderen eigentlich nur möglich ist, wenn der Bereich bereits gut strukturiert ist. Ein Ziel, das gerade durch den Prozeß selbst erst erreicht werden soll.

Allerdings besitzen nicht alle Bereiche die gleiche Komplexität. Es gibt breite Bereiche, die sich in mehrere schmale aufteilen lassen, die eventuell wieder unterteilt werden können. Daraus ergibt sich eine Art Hierarchie zusammenhängender Problembereiche. Bei der Analyse des Problembereichs elektronischer Patientenakten können die verschiedenen medizinischen Fachbereiche (Angiologie, Chirurgie, Radiologie, ...) gesondert betrachtet werden und bilden damit Unterbereiche. Auch die Anamnese, also die Aufnahme der Krankenvorgeschichte, stellt einen eigenen Bereich dar. Die Komplexität eines Bereichs ist quantifizierbar und entspricht der Anzahl schmalerer Bereiche, aus denen er sich zusammensetzt.

### 4.3.4 Erfahrungsberichte

Von J. Neighbours, der den Begriff der Problembereichsanalyse (domain analysis) eingeführt hat, existiert keine Beschreibung, die darüber Aufschluß gibt, wie eine PBA erfolgreich durchzuführen ist. In [CAM87] beschreibt Neighbours erstmalig Erfahrungen mit dem Einsatz von PBA. Allerdings wird nur das Ergebnis der Analyse beschrieben und nicht wie diese durchgeführt wurde.

McCain unternimmt den ersten Versuch, Problembereichsanalysen in den Softwareentwicklungsprozeß zu integrieren [McC85]. Sein Ansatz wird als produktorientiert bezeichnet, da dieser beginnend mit einer Marktanalyse versucht, im voraus die Teile der zu produzierenden Software zu identifizieren, in denen die höchste Wiederverwendungsrate zu erwarten ist. Sein Ansatz beruht auf drei Hauptschritten, die [PD90] entnommen sind:

1. Identifikation der wiederverwendbaren Einheiten.
2. Abstraktion und Generalisierung.
3. Klassifikation und Katalogisierung für spätere Wiederverwendung.

J. Cleaveland arbeitete in [Cle88] einen weiteren Aspekt heraus. Er untersuchte, mit welchen Kriterien festgestellt werden kann, ob über einen Problembereich genügend Informationen vorhanden sind, um eine PBA mit Erfolg durchführen zu können. Nach R. Priéto-Díaz sind das:

- Die Verfügbarkeit einer allgemein anerkannten formalen oder informalen Notation.
- Identifizierbare Muster oder Entwurfsregelmäßigkeiten in Programmen verschiedener Autoren.

### 4.3.5 Zusammenfassung

In den beiden vorhergehenden Unterkapiteln wurde die Problembereichsanalyse in einen Entwicklungsprozeß eingeordnet und anschließend die Zielsetzung dargelegt. Es mußte festgestellt werden, daß eine Beschreibung der Vorgehensweise für die Durchführung einer Problembereichsanalyse nicht existiert. Die durch eine PBA zu erzielenden Ergebnisse wurden z. B. in [CAM87] beschrieben, allerdings ohne daß die Vorgehensweise, mit der diese Ergebnisse zu erreichen sind, diskutiert wurde.

Im nächsten Unterkapitel wird deshalb das Experteninterview eingeführt und eine Vorgehensbeschreibung entwickelt, mit der eine Problembereichsanalyse durch Experteninterviews durchgeführt werden kann.

## 4.4 Das Experteninterview

### 4.4.1 Einführung

Ziel des Experteninterviews ist es, das Wissen eines Experten über einen Problembereich nutzbar zu machen. Unter den in dieser Arbeit angenommenen Voraussetzungen ist der Interviewer Fachmann auf einem Gebiet der Informatik und versucht sich in ein ihm fremdes Fachgebiet einzuarbeiten. Dies geschieht im Rahmen einer Problembereichsanalyse, die wie im vorhergehenden Kapitel beschrieben, Teil des DSSA-Prozesses ist.

Neben einem Interview gibt es weitere Methoden, sich in ein Fachgebiet einzuarbeiten. Basis sollte allerdings immer das Lesen eines Grundlagenwerks des jeweiligen Gebiets sein. Bei der Auswahl eines entsprechenden Werks sollte auf die Erfahrung des Experten zurückgegriffen werden.

Das Experteninterview ist eine Datenerhebungstechnik und fällt damit in den Forschungsbereich der Sozialwissenschaften. Im folgenden wird ein kurzer Überblick über verschiedene Befragungsmethoden gegeben. Die Ansätze sind im wesentlichen [SHE89] entnommen, das als Standardwerk im Fachbereich Sozialwissenschaften an der Universität Dortmund eingeführt ist.

Danach werden in den Sozialwissenschaften drei Verfahren zur Datenerhebung grundsätzlich unterschieden:

1. Befragung
2. Beobachtung
3. Inhaltsanalyse

Die Befragung gilt als das Standardinstrument der Sozialwissenschaften bei der Ermittlung von Fakten und Wissen. Im Kontext dieser Arbeit spielen die beiden letztgenannten Verfahren eine untergeordnete Rolle und sollen nicht weiter vertieft werden. Innerhalb der Gruppe der Befragungstechniken lassen sich zwei verschiedene Vorgehensweisen unterscheiden:

1. Mündliche Befragung
2. Schriftliche Befragung

Die mündliche Befragung läßt sich ebenfalls in verschiedene Kategorien einteilen, je nachdem in welchem Ausmaß „die Interviewsituation [...] vom Interviewer strukturiert wird“ [SHE89]. Demnach werden die

1. wenig strukturierte Interviewsituation, die
2. teilstrukturierte Interviewsituation, und die
3. strukturierte Interviewsituation

unterschieden. Um das Ziel zu erreichen, möglichst gut vom Wissen des interviewten Experten zu profitieren, ist die wenig strukturierte Interviewsituation am geeignetsten. Bei dieser Technik bleibt es dem Interviewer überlassen, „die Anordnung der Fragen und ihre Formulierung den Bedürfnissen und Vorstellungen des Befragten anzupassen.“ Entscheidend ist, daß die Rolle des Interviewers eher passiv ist und der Befragte den Verlauf des Gesprächs weitgehend selbst bestimmt. Ansonsten besteht die Gefahr, daß der Befragte nicht innerhalb seines Referenzsystems (Terminologie und implizite Vorstellungen und Annahmen eines Fachbereichs) antwortet, sich also aufgrund der Vorstellungen des Interviewers lenken läßt, wie dies bei der teilstrukturierten und strukturierten Interviewsitution der Fall ist.

Orthogonal dazu wird die Art der Fragestellung an sich unterschieden. Es wird in

1. Geschlossene Fragen
2. Offene Fragen

unterteilt. Geschlossene Fragen ähneln sogenannten „Multiple-choice Fragen“ aus Fragebögen. Sie können eventuell Antworten vorgeben, die der Befragte in dieser Form nicht gegeben hätte. Offene Fragen werden im allgemeinen mit den eigenen Worten des Befragten beantwortet. Aufgrund fehlender Antwortmöglichkeiten übernimmt der Befragte selbst die Formulierung seiner Antwort.

> „Offene Fragen unterstützen somit besser als geschlossene Fragen Äußerungen, die auch tatsächlich im Wissensbestand bzw. Einstellungsrahmen des Befragten verankert sind.“ [SHE89]

Um die Reaktivität, also betont negative oder positive Reaktionen des Befragten auf den Interviewer so gering wie möglich zu halten, sollte die Beziehung der beteiligten Personen untereinander möglichst neutral sein.

Aus Sicht der Sozialwissenschaften ist das Experteninterview demnach eine mündliche Befragung, die in einer wenig strukturierten Interviewsituation durchgeführt werden sollte und geschlossene Fragen vermeidet.

### 4.4.2 Erfahrungen mit dem Experteninterview

Um das benötigte Problembereichswissen zu erarbeiten, führte der Autor eine Reihe von Interviews mit Ärzten verschiedener Fachrichtungen. Dabei ergab sich in jedem einzelnen Fall das Problem, daß den Experten das Ziel der Arbeit und dessen Problematik innerhalb einiger Stunden nicht zu vermitteln war. Der Ansatz, sich durch Interviews mit einer großen

Zahl von Ärzten das benötigte Wissen anzueignen, führte deshalb nicht zum Ziel. Deshalb wurde versucht, einen Mediziner für die Aufgabe zu interessieren und dazu zu bewegen, sich für einen längeren Zeitraum zur Verfügung zu stellen.

Die hier beschriebenen Erfahrungen mit Experteninterviews beziehen sich demnach auf eine Folge von Gesprächen, die in acht Monaten durchgeführt wurden. Die Beteiligten trafen sich meist mehr als einmal pro Woche jeweils für mehrere Stunden. Die Erfahrungen, die dabei gemacht wurden, werden im folgenden beschrieben und sollen als Anleitung zur Durchführung einer Problembereichsanalyse mittels Experteninterviews verstanden werden.

**Beide Experten müssen lernen.** Die wichtigste Erfahrung während der Anfangsphase war, daß es nicht ausreicht, wenn ausschließlich der Interviewer vom Interviewten lernt. Der in dieser Arbeit behandelte Problembereich Medizin ist so umfangreich, daß keine Möglichkeit besteht, sich innerhalb eines überschaubaren Zeitrahmens (hier 4 Monate) so weit in die Materie einzuarbeiten, daß die notwendigen Entwurfsentscheidungen getroffen werden können. Viele der Fragen, die sich in dieser Arbeit stellten, konnten nur beantwortet werden, nachdem auch der Experte die Problematik aus Sicht der Informatik soweit verstanden hatte, daß er in der Lage war, in diesem Kontext interessante medizinische Sachverhalte zur Sprache zu bringen.

Ein Vorteil war, daß sich die Stimmung des Experten von der anfänglichen Skepsis gegenüber dem Versuch, Teile der medizinischen Dokumentation mit Hilfe des Computers zu unterstützen, in interessierte Mitarbeit wandelte.

Der Verlauf der Arbeit zeigte, daß ohne die Bereitschaft des interviewten Experten, sich mit einigen Grundlagen aus dem Fachgebiet des Interviewers (hier Informatik) vertraut zu machen, sei es aus Mangel an Motivation oder aufgrund des zu knapp gewählten Zeitrahmens, eine konstruktive Arbeit kaum möglich ist.

**Die größte Schwierigkeit sind die unterschiedlichen Denkmodelle.** Die natürliche Sprache zweier Experten unterschiedlicher Fachgebiete differiert nicht nur in der Terminologie, sondern auch im Denkmodell. Die Schwierigkeiten, die durch unterschiedliche Verwendung von Begriffen entstehen können, sind in der Informatik bekannt. Gerade in diesem Wissenschaftszweig sind viele Begriffe mehrfach besetzt. Im Verlauf dieser Arbeit ließen sich diese Probleme jedoch relativ rasch lösen. Da der Interviewer sich in die Terminologie des fachfremdem Problembereichs einarbeiten mußte, nahm die Zahl der Mißverständnisse im Laufe der Zeit immer weiter ab.

**Der Entwicklungsprozeß ist iterativ.** Während der Arbeit wurde offensichtlich, daß der Problembereich zu umfangreich war, um alle Fragen im vorhinein mit dem Experten zu klären. Das Ausarbeiten der mit dem Experten entworfenen Ideen warf so viele Fragen auf, daß aus dem als Zweiphasenprozeß geplanten Vorgehen (zunächst Experteninterviews führen, anschließend Entwerfen), ein iterativer und verzahnter Prozeß wurde, der den Experten in die Entwicklung der Patientenakte immer weiter einschloß.

Nachdem der Versuch, den Problembereich deduktiv zu erfassen, gescheitert war, wurde in folgender Weise weiter verfahren:

1. **(Mit Experte)** Identifikation der grundlegenden Klassen mit dem Experten an Hand der Vorgabe durch die Laufzettel und die eingeführte Patientenakte des Klinikums Wuppertal.

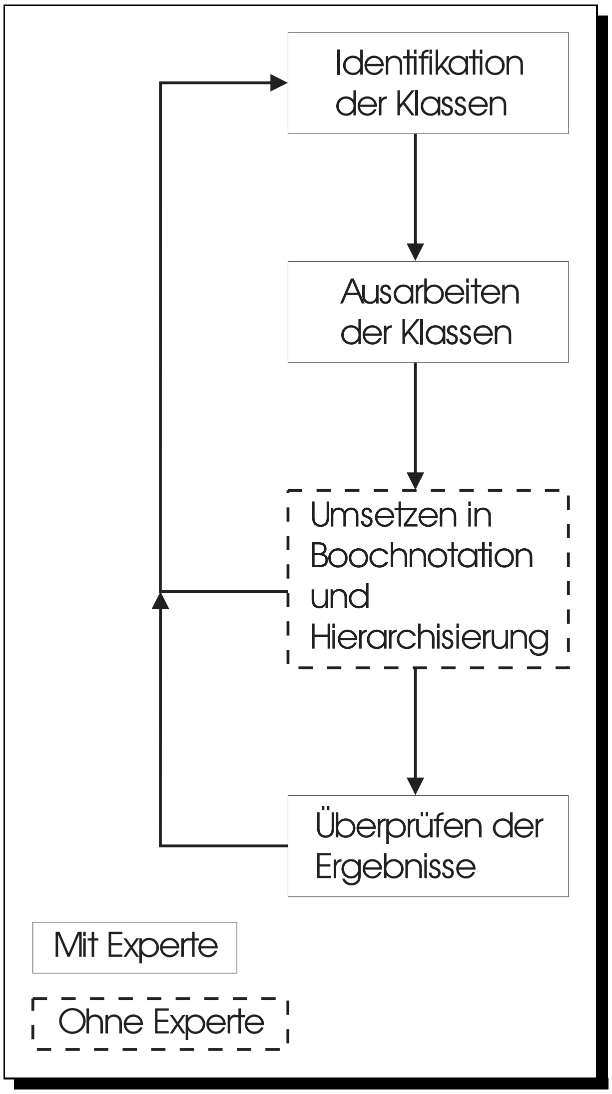



Abbildung 4.3: Der iterative Entwicklungsprozeß des Experteninterviews

2. **(Mit Experte)** Ausarbeiten der einzelnen Klassen, so daß sie für allgemeine Anwendungen, also alle Fachbereiche der Medizin verwendbar sind.
3. **(Ohne Experte)** Umsetzen des Modells in die Notation der Boochmethode (siehe Seite 202). Aufteilen der Klassen und Bilden von Klassenhierarchien zur Vererbung von Attributen und zur Unterstützung der Wiederverwendung.
4. Die Schritte eins bis drei wurden so häufig ausgeführt, bis die grundlegenden Daten erfaßt werden konnten.
5. **(Mit Experte)** Anhand von existierenden und angenommenen Patientenakten wurde überprüft, ob das ausgearbeitete Modell zur Verarbeitung der anfallenden Daten ausreicht. Solange dies nicht der Fall war, wurden wieder bei 1. beginnend die Lücken geschlossen.

Abbildung 4.3 stellt den Entwicklungsprozeß graphisch dar.

Diese iterative Vorgehensweise wurde zunächst für die Anamneseerhebung (siehe Kapitel 5.1.1) durchgeführt. Für diesen, im Vergleich zur Patientenakte für das medizinische Teilgebiet der Angiologie überschaubaren Bereich, stand eine grundlegende Strukturierung zur Verfügung [Dah78]. Dadurch rückten Aspekte der Erweiter- und Wiederverwendbarkeit in den Vordergrund, und der beteiligte Arzt gewann tiefere Einblicke in die Problematik aus Sicht der Informatik und konnte so Fachwissen einbringen, das unter anderen Umständen nicht verwandt worden wäre. Das so gewonnene Wissen und die Erfahrung konnten genutzt werden, um in einem weiteren iterativen Prozeß die beteiligten Bereiche der Angiographie identifizieren und strukturieren zu können.

**Die Zeit ist ein wesentlicher Faktor** Aus dem Beschriebenen läßt sich ableiten, daß für die Arbeit zwischen Experten zweier Fachgebiete zunächst eine zeitintensive Anlaufphase überwunden werden muß. Falls die beteiligten Personen in der Lage sind, Interesse am eigenen Fachgebiet beim jeweils anderen zu wecken, ergeben sich im Gegenzug interessante Synergieeffekte. Allerdings sollte die hierfür zur Verfügung stehende Zeit ausreichend bemessen sein.

### 4.4.3 Zusammenfassung

In diesem Unterkapitel wurde gezeigt, auf welche Weise Experteninformationen für die Projekte im Bereich der Informatik nutzbar gemacht werden können.

Dazu wurde die im Rahmen dieser Arbeit hauptsächlich genutzte Technik des Experteninterviews beschrieben und die Schwierigkeiten, die sich bei der praktischen Anwendung ergaben, diskutiert. Zusammen mit dem ersten Unterkapitel sind damit im Kontext dieser Arbeit wichtige Aspekte herausgearbeitet.

Wie in der Einleitung motiviert, werden im folgenden Unterkapitel zwei wesentliche datenbanktechnische Ansätze diskutiert.

## 4.5 Persistente Datenhaltung

### 4.5.1 Einführung

Bedingt durch die Zielsetzung, die Ergebnisse der Problembereichsanalyse als Grundlage für eine Patientenakte zu entwickeln, ergibt sich die Forderung, die Voraussetzungen für die Entwicklung einer Patientenakte zu betrachten. Da eine Patientenakte nur Sinn macht, wenn sie dauerhaft gespeichert werden kann, ist die Betrachtung von Persistenzmechanismen notwendig. Mit diesem Thema beschäftigt sich in der Informatik der Fachbereich Datenbanktechnologie und persistente Programmiersprachen.

Das folgende Kapitel gibt zunächst einen Überblick über die historische Entwicklung der Datenbanktechnologie. Anschließend werden die beiden Datenmodelle, die als Hauptvertreter dieser Technologie angesehen werden, diskutiert. Damit soll das Fundament für die Entscheidung gelegt werden, auf welcher Basis die Entwicklung der Patientenakte erfolgen soll.

### 4.5.2 Historischer Überblick

Die Datenbanktechnologie hat sich über mehrere Generationen hinweg entwickelt. Als kurze Einführung sollen die wesentlichen Merkmale der verschiedenen Entwicklungsstufen kurz skizziert werden. Die nun folgende kurze Darstellung lehnt sich an die Ausführungen in [Ull88] an.

Die Datenhaltung erfolgte zunächst anwendungsspezifisch. Alle Anwendungen, die Daten auf nichtflüchtigen Medien speicherten, verfügten über eine eigene Datenhaltungskomponente. Dies führte wegen fehlender Kontrollmechanismen und redundanter Speicherung der Daten zu erheblichen Konsistenzproblemen, wenn die anfallenden Daten aus verschiedenen Anwendungen heraus genutzt werden sollten. Darüber hinaus war die Datenhaltung durch den direkten Zugriff auf die Speichermedien nicht geräteunabhängig.

Daraufhin wurden die Datenbanksysteme der ersten Generation entwickelt. Diese stellten ein zentrales Dateiverwaltungssystem zur Verfügung, das eine teilweise standardisierte Dateiorganisation durch eine Programmbibliothek und eine Menge von Dienstprogrammen realisierte. Dieser Ansatz führte von der applikationsspezifischen zu einer standardisierten Datenorganisation. Damit war eine geräteunabhängige Datenhaltung zu realisieren. Die Konsistenzprobleme blieben jedoch erhalten, da weiterhin keine zentrale Zugriffskontrolle möglich war. Außerdem mußten komplexe Datenzugriffe statisch in der Anwendung kodiert werden, wodurch die Programme von der Datenrepräsentation abhängig waren.

Datenbanksysteme der zweiten Generation waren durch ihre hierarchische Struktur gekennzeichnet. Eine hierarchische Datenbank besteht aus einer Menge von Einträgen, die miteinander verbunden sind. Jeder Eintrag besteht wiederum aus einer Menge von Feldern, die jeweils nur einen Wert speichern können. Die Verbindungen drücken Beziehungen aus, können aber nicht in beliebiger Form angeordnet werden. Jeder Eintrag kann nur einen Vorgänger aber beliebig viele Nachfolger besitzen. Dadurch lassen sich $1-n-$Beziehungen sehr einfach, $n-m-$Beziehungen aber nur sehr aufwendig modellieren. Das Auslesen der Daten erfolgt durch Navigation durch die Eintragshierarchie. Die dazu notwendigen Zugriffsmethoden waren standardisiert.

Das Problem, $m-n-$Beziehungen nicht einfach darstellen zu können, führte zur Entwicklung der dritten Datenbankgeneration, der Netzwerkdatenbanksysteme. Durch die Möglichkeit, jedem Element in der Datenbank beliebig viele Vorgänger und Nachfolger zuzuordnen, war es möglich, auch $m-n-$Beziehungen einfach darzustellen. Systeme dieser Art verfügten genau wie hierarchische Datenbanksysteme über standardisierte Zugriffsmethoden. Diese waren jedoch deskriptiv, der Weg der Ergebnisgewinnung mußte also explizit angegeben werden.

Deklarative Anfrageformulierung, also die Anfrage durch Beschreibung des gewünschten Ergebnisses, kennzeichnet die Datenbanksysteme der vierten Generation. Sie beruhen auf dem von E.F. Codd im Jahre 1970 [Cod70] vorgestellten relationalen Datenmodell. Es besitzt eine ausdrucksstarke, deklarative Anfragesprache und ist mathematisch formalisiert. Die meisten zur Zeit kommerziell eingesetzten Datenbanksysteme sind Systeme der vierten Generation. Der zugrundeliegende mathematische Formalismus vereinfachte z.B. die Anfrageoptimierung, die von allen größeren zur Zeit eingesetzten relationalen Datenbanken wie z.B. Informix, Interbase, Oracle und Sybase durchgeführt wird. Auch das relationale Datenmodell verfügt über einige Schwächen, die in 4.5.3 dargestellt werden.

Aufgrund der hohen Komplexität der anfallenden Daten und den nur eingeschränkten Modellierungsfähigkeiten relationaler Datenbanksysteme scheint sich eine fünfte Datenbankgeneration zu entwickeln. In [Kim90] wird ein Anforderungskatalog für Datenbanksysteme der fünften Generation vorgestellt.

1. Darstellung und Manipulation von komplexen, verschachtelten Objekten.
2. Effiziente Speicherung von großen Datenfeldern.
3. Definition und Manipulation von unterschiedlichen Datentypen.
4. Darstellung und Verwaltung von Veränderungen in der Datenbank.
5. Darstellung und Manipulation von verschiedenen semantischen Modellierungskonzepten.
6. Spezifikation von Regeln und erweiterten Einschränkungen („constraints"), um Inferenz-Systeme zu unterstützen.
7. Unterstützung von langen, kooperativen Transaktionen.

Nach dieser Darstellung der historischen Entwicklung der Datenbanktechnologie werden in den folgenden beiden Unterkapiteln zwei unterschiedliche Datenbankkonzepte diskutiert. Zum einen das relationale Datenbankmodell, welches auf einem mathematisch umfassend untersuchten Fundament aufbaut [Cod70, Cod72a, Cod72b]. Zum anderen das objektorientierte Datenmodell, das geeignet erscheint, die oben aufgeführten Anforderungen zu erfüllen. Im Gegensatz zum relationalen Modell ist für das objektorientierte kein mathematisches Fundament entwickelt. Einige Ansätze auf diesem Gebiet sind die Forschungen von Beeri [Bee89, Bee90] und Alhajj und Arkun, die in [AA93] eine Objekt-Algebra formal spezifizieren.

### 4.5.3 Das relationale Datenmodell

#### 4.5.3.1 Übersicht

Im folgenden werden die Grenzen des relationalen Ansatzes beschrieben, insoweit sie für die Zielsetzung dieser Arbeit interessant sind. Auf eine ausführliche Einführung in das relationale Datenmodell wird hier verzichtet da es auf einem allgemein akzeptierten mathematischen Modell aufsetzt, das z. B. in [Cod70, Heu92, Ull88] ausführlich beschrieben ist.

#### 4.5.3.2 Datenmodellierung

Im Kontext dieser Arbeit relevante Probleme ergeben sich zunächst bei der Datenmodellierung.

Die Handhabung komplexer Datentypen wird durch das Relationenmodell nicht direkt unterstützt. Einträge (Attribute), aus denen sich eine relationale Tabelle zusammensetzt, dürfen keine innere Struktur aufweisen, sie müssen 'atomar' sein. Zusammengesetzte Typen, wie z. B. Listen, Mengen oder Tupel (Typbildung durch Synthese aus bereits definierten Typen) sind demnach nicht erlaubt. Durch diese simple Struktur lassen sich die Einträge einfach auf eine physikalische Struktur abbilden und sehr effizient speichern. Sobald allerdings mindestens ein

Attribut eine innere Struktur aufweist, muß dieses mittels Dekomposition auf mehrere Tabellen aufgeteilt werden. Diese Transformation komplexer Attribute erzeugt mehrere Relationen, die durch Fremdschlüsselbeziehungen miteinander verknüpft sind. Siehe z. B. [Heu92].

Durch den Mechanismus der Fremdschlüsselbeziehungen wird allerdings auch die Spezialisierung modelliert. Ein kleines Beispiel, das [Heu92] entnommen ist und dem Kontext der Arbeit angepaßt wurde, soll dies verdeutlichen.

Angenommen wird eine Tabelle Person mit den Attributen PNr (als eindeutige Personennummer), Name und Vorname (siehe Tabelle 4.1).

| PNr | Name | Vorname |
|---|---|---|
| 1 | Muster | Hans |
| 2 | Schuster | Petra |
| ⋮ | | |

Tabelle 4.1: Die Tabelle Person

Da eine Person mehr als eine Telefonnummer haben kann, wird diese in einer zweiten Tabelle über die eindeutige PNr identifiziert (siehe Tabelle 4.2).

| PNr | Telefon |
|---|---|
| 1 | 12345 |
| 1 | 13355 |
| 2 | 22159 |
| 2 | 22345 |
| 2 | 65432 |
| ⋮ | |

Tabelle 4.2: Die Tabelle Telefonnummer

Als nächstes sollen auch Patienten in der Datenbank gespeichert werden. Da Patienten alle Eigenschaften von Personen haben, werden alle Patienten in die Personentabelle mit aufgenommen. Um Vater und Mutter eines Patienten zu repräsentieren, werden die entsprechenden Attribute festgelegt (VaterPNr und MutterPNr)[2]. Hinzu kommt noch ein Attribut zur Repräsentation der Krankenkasse (siehe Tabelle 4.3).

Zwischen diesen Relationen existieren die folgenden Fremdschlüsselbeziehungen:

- Die Attribute PNr der Tabellen Person und Telefon zur Modellierung eines komplexen Typs.
- Die Attribute PNr der Tabellen Person und Patient zur Modellierung einer Spezialisierung (einer Vererbungsbeziehung im objektorientierten Kontext). Für alle Patienten gelten damit auch alle Attribute von Personen.

[2] Diese Beziehung kann wieder über eine eigene Tabelle dargestellt werden, wodurch sich die hier zu beschreibende Problematik allerdings nicht ändert.

| PNr | VaterPNr | MutterPNr | Krankenkasse |
|---|---|---|---|
| 1 | 23 | 16 | IKK |
| 2 | 24 | 27 | AOK |
| ⋮ | | | |

Tabelle 4.3: Die Tabelle Patient

- Die Attribute VaterPNr und MutterPNr der Tabellen Patient und Person zur Modellierung von Komponenttypen (Benutztbeziehung (using) im objektorientierten Kontext).

Diese drei verschiedenen Semantiken werden durch einen einzigen Mechanismus (Fremdschlüsselbeziehungen) abgebildet. Dadurch kann den Tabellen (genauer der Schemadefinition der Datenbank) die Semantik der Beziehung nicht mehr entnommen werden. Die Synthetisierung komplexer Einträge aus den einzelnen Tabellen erfolgt durch Anweisungen an die Datenanfrage- und Datenmanipulationssprache (data manipulation language, DML) und ist deshalb, wie auch schon bei den hierarchischen Datenbanken, Teil der Anwendung. Damit ist das Ziel einer vollständigen Unabhängigkeit von Anwendung und Daten nicht erreicht.

Die fehlende logische Datenunabhängigkeit hat noch einen weiteren Nachteil. Einträge in einer Tabelle können nur über ihre Werte identifiziert werden. Falls es nichtstatische Schlüsselattribute gibt, können deshalb nicht alle Relationen, etwa durch die Triggermechanismen der neueren relationalen Datenbanksysteme, automatisch aktualisiert werden.

Weitere Nachteile, die im Kontext dieser Arbeit angesprochen werden sollen, beziehen sich auf die relationalen Anfragesprachen. Nach Codd [Cod70] soll die Anfragesprache relational vollständig sein, also die gleiche Ausdrucksstärke wie die relationale Algebra besitzen, und diese ohne Hilfe von Kontrollstrukturen erreichen. Dadurch ergeben sich nach Heuer [Heu92] zwei Problembereiche:

**Strukturmangel im Ergebnis** Die zu speichernden Daten werden im relationalen Datenmodell auf mehrere Tabellen möglichst redundanzfrei verteilt. Da das Ergebnis einer Anfrage immer genau eine Relation ist, müssen die angefragten Daten zunächst wieder aus den verschiedenen Tabellen synthetisiert und in eine einzige Ergebnisrelation abgebildet werden, die dadurch zwangsläufig unstrukturiert ist.

**Keine Unterstützung komplexer Strukturen in der Anfrageformulierung** Wie im Beispiel oben beschrieben, werden komplexe Daten auf mehrere Tabellen verteilt (Person und Telefon). Leider gestattet die Anfrageformulierung relationaler Datenbanken keine Verwendung komplexer Strukturen, so daß die Semantik der Fremdschlüsselbeziehungen in der Anfrageformulierung explizit wieder auftauchen muß.

### 4.5.4 Das objektorientierte Datenmodell

Um die im vorangegangenen Kapitel dargestellten Nachteile relationaler Datenbanksysteme zu überwinden, wurden mehrere Lösungsansätze vorgeschlagen.

Ein Ansatz ist die Übertragung der aus dem Bereich Programmiersprachen bekannten objektorientierten Konzepte (siehe z. B. [Str91]) in die Datenbanktechnologie. Seit kurzer Zeit liegt mit [ODM94] ein allgemein akzeptierter Standard für objektorientierte Datenbanken vor. Dieser Standard ist in vier Teile aufgeteilt:

1. Das Objektmodell, welches das zugehörige objektorientierte Datenmodell beschreibt.
2. Die Datendefinitionssprache ODL (Object Definition Language) und die Datenmanipulationssprache OQL (Object Query Language), die eine Schnittstelle zur Datenbank darstellen.
3. Die Spracheinbettungen für die Programmiersprachen C++ und Smalltalk.
4. Diskussion der Verbindung zu anderen objektorientierten Konzepten.

Da im Rahmen dieser Arbeit nur das Objektmodell von Bedeutung ist, soll auch nur dieses im folgenden beschrieben werden.

Anhand dieser Beschreibung sollen die Modellierungsmechanismen objektorientierter Datenbanken charakterisiert werden. Anschließend werden diese mit denen der relationalen Datenbanken verglichen. Daraufhin soll entschieden werden, welches der beiden Datenmodelle bei der Modellierung der Komponenten aus dem Problembereich Medizin berücksichtigt werden soll.

#### 4.5.4.1 Die Typkonstruktion

Die kleinste durch das Objektmodell beschriebene Einheit ist das Objekt. Der ODMG-93-Standard unterscheidet zwischen Typ- und Klassenhierarchie. Jedes Objekt hat einen eindeutig definierten Typ. Über diesen Typ werden die Objekte klassifiziert. Eine solche Klassifikation wird als Typhierarchie bezeichnet. Die Klassifikation über eine Klassenhierarchie ist ebenso möglich. Die Unterschiede zwischen Typ- und Klassenhierarchie sind im Rahmen dieser Arbeit allerdings nicht von Interesse, da sich für die Modellierung keine Unterschiede ergeben. Für eine ausführliche Diskussion sei auf [Heu92] verwiesen.

Für die Typbildung stehen sogenannte Grunddatentypen und Typkonstruktoren zur Verfügung. Mittels letzterer können beliebig komplexe Typen aus den Grundtypen zusammengesetzt werden. Grunddatentypen sind:

**INTEGER** für die Modellierung von ganzen Zahlen innerhalb eines bestimmten Bereichs,

**REAL** für die Modellierung von Fließkommazahlen,

**CHARACTER** für die Modellierung von Zeichen,

**STRING** für die Modellierung von Zeichenketten,

**DATE** für die Modellierung von Datumsangaben,

**TIME** für die Modellierung von Zeitangaben,

**BOOLEAN** für die Modellierung der Werte 'Wahr' oder 'Falsch' und

**BLOB (Binary-Large-Objekt)** für die Modellierung von unstrukturierten Daten.

Die Typkonstruktoren sind:

- Tupelkonstuktor
- Mengenkonstruktor
- Listenkonstruktor

Durch den Tupelkonstruktor, der einem „Record“ in der Programmiersprache Pascal entspricht, werden bereits definierte Typen zu einem neuen Typ aggregiert. Die folgenden Beispiele entsprechen der Syntax der Datenbank $O_2$:

```
create class Person type
tuple(Name         : STRING,
      Vorname      : STRING,
      Telefon      : STRING,
      Geburtsdatum : DATE)
end;
```

Damit wird `Person` zu einem neuen Typ, der in folgenden Typkonstruktionen verwendet werden kann.

Durch den Listenkonstruktor „list“ erzeugte Typen können mehr als einen Wert eines Grundtyps (im folgenden Beispiel 'STRING') verwalten. Im Beispiel ist der Vorname als 'Liste von Strings' definiert. Dadurch ist es möglich, einer Person mehr als einen Vornamen zuzuordnen. Die einzelnen Elemente einer Liste müssen nicht verschieden sein und die Reihenfolge der Elemente in der Liste bleibt erhalten:

```
create class Person type
tuple(Name        : STRING,
      Vorname     : list(STRING),
      Telefon     : STRING,
      Geburtsdatum : DATE)
end;
```

Auch durch den Mengenkonstruktor „set“ erzeugte Typen können mehr als eine Instanz des Grundtyps verwalten. Allerdings werden gleiche Elemente nur einmal gespeichert und die Reihenfolge der Einfügung geht verloren:

```
create class Person type
tuple(Name         : STRING,
      Vorname      : list(STRING),
      Telefon      : set(STRING),
      Geburtsdatum : DATE)
end;
```

Eine wichtige zusätzliche Forderung ist, daß alle Typkonstruktoren rekursiv anwendbar sind. Dadurch können beliebig verschachtelte Datentypen gebildet werden. Das folgende Beispiel definiert eine Klasse 'Tabakkonsum', die die Attribute 'Raucher' und 'Zigaretten' enthält. Letzteres ist als Tupelliste definiert, wobei jedes einzelne Tupel aus den Attributen 'Suchtbeginn', 'Suchtende' und 'ZigarettenProTag' besteht. Auf diese Weise können die Typkonstruktoren miteinander kombiniert werden, um beliebig komplexe Typen zu erzeugen.

```
create class Tabakkonsum type
Raucher    : BOOLEAN;
Zigaretten : list(Zigarette : tuple(Suchtbeginn      : DATE;
                                    Suchtende        : DATE;
                                    ZigarettenProTag : INTEGER));
end;
```

#### 4.5.4.2 Beziehungen zwischen Typen

Es werden, wie in objektorientierten Programmiersprachen auch, zwei grundlegende Beziehungsarten zwischen Typen unterschieden:

**Typ zu Untertyp Beziehung (Vererbung)** Objekttypen sind über einen Vererbungsmechanismus in Hierarchien organisiert. Ein Typ kann alle Attribute eines anderen Typs erben. Durch die Erweiterung der eigenen Attributmenge ist der neue Typ eine Erweiterung oder auch Spezialisierung des Vatertyps:

```
create class Student inherit Person type
tuple(Studienfach : STRING,
      Semester    : INTEGER)
end;
```

**Typ zu Komponententyp Beziehung (Verbindung)** Eine Verbindung zu einem anderen Typ drückt die Verwendung eines Objekts innerhalb eines anderen aus. Im folgenden Beispiel ist der Typ Tabakkonsum ein Komponententyp des Typs Person:

```
create class Person type
tuple(Name         : STRING,
      Vorname      : STRING,
      Telefon      : STRING,
      Geburtsdatum : DATE,
      Suchtmittel  : Tabakkonsum)
end;
```

Da atomare und konstruierte Typen gleich behandelt werden, kann die Verwendung von atomaren Typen auch als Verbindung aufgefaßt werden. Hängt die Existenz eines Komponentenobjekts von der Existenz des umgebenden Objekts ab, so spricht man von einem abhängigen Komponentenobjekt. Im anderen Fall ist das Komponentenobjekt unabhängig.

### 4.5.5 Vergleich beider Datenbankmodelle

Im folgenden werden die Modellierungsfähigkeiten des relationalen und des objektorientierten Datenmodells bezüglich der Modellierung von Patientenakten verglichen.

In einen OODBS, das dem ODMG-93 Standard [ODM94] entspricht, ist die transparente Verwendung von atomaren und zusammengesetzten Typen möglich. Daraus ergibt sich für

OODBS der Vorteil, daß die zu modellierenden Abstraktionen eines Problembereichs direkt umgesetzt werden können.

Im Gegensatz dazu muß im relationalen Datenmodell bei nichtatomaren Typen der Umweg über die Normalisierung gegangen werden (siehe Abschnitt 4.5.3 und auch [Cod72a, Heu92]). Die resultierenden Datenbankschemata werden mit steigender Zahl der Relationen immer unübersichtlicher. Gerade im Rahmen einer Problembereichsanalyse, deren Ziel es ist, die identifizierten Objekte einfach und übersichtlich darzustellen, ist dies ein gravierender Nachteil des relationalen Datenmodells. Die Präsentation der Ergebnisse, besonders unter Verwendung der Typ- und Klassenhierarchie erscheint mit den Möglichkeiten der Typkonstruktion besser lösbar.

Wie sich in den folgenden Kapiteln zeigen wird, ist die schrittweise Entwicklung der Objekttypen und damit der Abstraktionen im Kontext einer Problembereichsanalyse besonders gut dazu geeignet, ein übersichtliches und erweiterbares Datenmodell zur Verfügung zu stellen. Beziehungen zwischen Abstraktionen lassen sich mit dem relationalen Datenmodell nur mit erheblich größerem Aufwand realisieren. Hinzu kommt, daß die Semantik des Datenmodells im relationalen Datenbankschema nicht mehr vorhanden ist, da die verschiedenen Semantiken durch einen einzigen Mechanismus (Fremdschlüsselbeziehungen) abgebildet werden. Da es für eine wiederverwendbare Problembereichsanalyse notwendig ist, die Semantik des entwickelten Datenmodells durch die Präsentation nicht zu verlieren, scheint das relationale Datenmodell für die Ziele dieser Arbeit nicht geeignet.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Möglichkeiten des objektorientierten Datenmodells im Bereich der Datenmodellierung weit über die des relationalen Modells hinausgehen. Durch die Konzepte der Typkonstruktion mittels Synthese vorhandener Typen und die Erweiterung und Spezialisierung von vorhandenen Typen ist der Aufbau eines komplexen Datenmodells wesentlich einfacher und übersichtlicher möglich.

## 4.6 Objektorientierte Analyse und Entwurf

### 4.6.1 Einführung

Aufgrund der Modellierungsfähigkeiten objektorientierter Datenbanken, die es gestatten, komplexe Objekte direkt in ein Datenbankschema abzubilden, bietet es sich, wie unter Abschnitt 4.5.5 diskutiert, an, objektorientierte Techniken der Softwareentwicklung einzusetzen.

Um die Ergebnisse der Problembereichsanalyse zu veranschaulichen, soll eine Hierarchie aus den identifizierten Klassen aufgebaut werden, die als Grundlage für eine Patientenakte im Bereich Angiologie dienen kann.

Die objektorientierte Softwareentwicklung bietet sich für Problembereichsanalysen an. Wie in [Boo94] beschrieben, ist das Identifizieren von Objekten, Operationen auf Objekten und deren Beziehungen untereinander Grundlage sowohl der objektorientierten Analyse als auch der PBA. R. Priéto-Díaz schreibt in [PD90]:

> „There is often the need to deal with objects at different levels of abstraction, define abstraction boundaries, find complex relationships, and find all possible operations performed on a given object. Moreover, there is the need to identify classes of objects and identify their common attributes. All these tasks, although not explicitely called domain analysis, fit our description of domain analysis.“

Bis zum jetzigen Zeitpunkt sind mehr als 20 verschiedene objektorientierte Analyse- und Entwurfsmethoden veröffentlicht worden, die fast alle über eine eigene Notation verfügen [FK92, CF92, Ste93]. Aus dieser Vielzahl haben sich drei Methoden am stärksten durchgesetzt.

- „Object-Oriented Design" nach G. Booch
- „Object Modelling Technique" (OMT) nach Rumbaugh et al.
- „Object-Oriented Analysis and Design" nach P. Coad und E. Yourdon

Da nur für die ersten beiden Methoden am Lehrstuhl eine Softwareunterstützung verfügbar war, kamen auch nur diese beiden in die engere Wahl.

Die von Rumbaugh et al. vorgestellte Methode setzt in weiten Teilen auf bekannten Konzepten der Softwareentwicklung auf. Das Objektmodell ist deutlich als eine Erweiterung des ER-Modells zu erkennen. Auch die Zustands- und Datenflußdiagramme sind Weiterentwicklungen bereits bekannter Konzepte. Dadurch ergibt sich, wie bei evolutionären Entwicklungen üblich, der Vorteil eines geringeren Einarbeitungsaufwands in die Notation, verbunden mit der Gefahr, in alte Entwicklungsmuster zurückzufallen und die objektorientierten Konzepte nicht konsequent umzusetzen. Diese Gefahr wird im Bereich der Datenflußmodellierung besonders groß, da OMT in diesem Modell Daten und Funktionen voneinander trennt, was dem objektorientierten Ansatz grundsätzlich widerspricht.

Vor allem aufgrund des letztgenannten Arguments und den schlechten Erfahrungen anderer Diplomanden mit der Softwareunterstützung der „OMT"-Notation fiel die Wahl auf die Methode nach G. Booch. Für diese stand das „CASE-Werkzeug" „Rose" der Firma „Rational" zur Verfügung (In einer Version für das Betriebssystem „DOS/Windows" der Firma „Microsoft").

Eine Beschreibung der Boochnotation findet sich in Anhang C und in [Boo94].

# Kapitel 5

# Der Problembereich Medizin

In diesem Kapitel werden die beiden in dieser Arbeit behandelten medizinischen Bereiche *Anamnese* und *Angiologie* beschrieben. Dabei wurde besonderer Wert auf eine kompakte Darstellung gelegt, die Nichtmedizinern die Möglichkeit gibt, sich schnell in die Problematik und einen wesentlichen Teil der Terminologie der beiden Bereiche einzuarbeiten.

Zunächst wird die Zielsetzung der *Anamnese* beschrieben. Anschließend wird der Stellenwert der *Anamnese* für die Diagnose und Therapie von Erkrankungen herausgearbeitet. Abschnitt 5.2 führt auf ähnliche Weise das medizinische Teilgebiet *Angiologie* ein. Nach einer Beschreibung der Ziele der *Angiologie* wird der Verlauf einer typischen angiologischen Erkrankung beschreiben, um daran die Problematik des medizinischen Bereichs zu veranschlaulichen.

## 5.1 Anamnese

### 5.1.1 Einführung und Ziel

Mit Anamnese wird die Erhebung der *Krankenvorgeschichte* bezeichnet, die meist im Rahmen des ärztlichen Gesprächs beim *Erstkontakt* durchgeführt wird (Eigenanamnese). In seltenen Fällen, z. B. bei bewußtlosen oder verwirrten Patienten oder beim Kleinkind, können anamnestische Daten nur durch Fremdanamnese (Befragung von Familienangehörigen, Betreuern etc.) gewonnen werden.

Der Anamneseerhebung sind in der täglichen Praxis gewisse Grenzen gesetzt. So kann sich z. B. nicht jeder Patient an alle Einzelheiten seiner Krankengeschichte erinnern. Häufig steht dem Mediziner auch nicht genügend Zeit zur Verfügung, um alle möglicherweise wichtigen Informationen abzufragen. Dies kann in Notfallsituationen oder bedingt durch die Fülle der zu bewältigenden Arbeit der Fall sein.

Anschütz [Ans85] unterscheidet bei der Anamnese drei Ziele:

**Interaktion** Damit ist die Aufnahme der Beziehung zwischen Arzt und Patient gemeint, bei der sich die Gesprächspartner in möglichst angenehmer Gesprächssituation gegenseitig vorstellen. Die Erhebung der Anamnese kann so den Grundstein für ein Vertrauensverhältnis zwischen Arzt und Patienten schaffen. Dadurch kann erreicht werden, daß der Patient sich der gesamten Behandlung nicht hilflos ausgeliefert fühlt, sondern die Einsicht vermittelt bekommt, durch konstruktive Mitarbeit den Genesungsprozeß positiv zu beeinflussen.

**Information** Die Anamnese beginnt mit einer Eröffnungsfrage des Untersuchenden zum Befinden des Patienten. Der Patient wird angehalten in freier Form möglichst ohne Unterbrechung des Arztes sein Anliegen zu schildern. Damit bekommt das Anamnesegespräch seine Informationsfunktion für den Arzt und leitet zur *akuten Anamnese* über. Neben den spontan gelieferten Daten durch den Patienten hat der Arzt nun die Möglichkeit durch gezielte Fragen die vermutete Krankheit besser einzukreisen bzw. weitere Fakten konzeptgesteuert, z. B. gemäß eines klinikúblichen Fragebogens, zu sammeln.

**Integration** Die Integrationsfunktion bezeichnet das Ordnen und Wichten der erhobenen Daten vor dem Hintergrund der Lebensgeschichte und der aktuellen Situation. Bei der Integration fließen die Erfahrungen des Arztes mit allen Informationen, die über den Patienten vorhanden sind, zusammen. Dadurch bekommt der Arzt ein Bild vom Zustand des Patienten. Je mehr Angaben zur Verfügung stehen und je ausführlicher und genauer die Anamnese durchgeführt worden ist, desto besser kann aus den akuten Symptomen auf die existierende Erkrankung geschlossen werden und deren Behandlung im Kontext des Gesamtzustandes bewertet werden. Beispielsweise wird man die *Antibiotikatherapie* bezüglich eines banalen, jedoch durchaus quälenden Infekts bei einer schwangeren Patientin möglicherweise nicht durchführen, um eine mögliche Fruchtschädigung auszuschließen.

### 5.1.2 Stellenwert der Anamnese für Diagnose und Therapie

J. Dahmer charakterisiert den Wert einer Anamnese in [Dah78] wie folgt:

> „Die Vorteile aufgezeichneter Patientendaten als Entscheidungshilfe für die eigene Arbeit und die Selbstkontrolle, aber auch als Mittel der Kommunikation mit Kollegen und all denen, die an der Behandlung beteiligt sind, sind kaum zu überschätzen.“

Nach [Ans85] können 70 % aller Diagnosen allein aufgrund der Kenntnis der Anamnese und des einfachen klinischen Untersuchungsbefundes durch den Untersucher gestellt werden. Jede weitere technische Untersuchung, wie z. B. EKG (*Elektrokardiogramm*) oder Labordiagnostik, dient lediglich der Klärung der restlichen 30 %, bzw. der Verifizierung der schon gestellten Diagnosen.

Darüber hinaus liefert eine nahezu vollständig erhobene Anamnese aus den im folgenden dargestellten Gründen die beste Grundlage für das anschließende weitere diagnostische oder therapeutische Vorgehen am Patienten und über die Behandlung hinausgehende Aspekte. Damit ist z. B. die Langzeitversorgung des Patienten nach einem stationären Aufenthalt (Kuren) oder die Veränderung des sozialen Umfelds gemeint (Einweisung in ein Pflegeheim).

Eine ausführliche Anamneseerhebung dient dem Arzt als Grundlage sowohl für den Ausschluß bestimmter Verfahren (siehe Kontraindikation), für die intensivere Untersuchung sich verstärkender Vermutungen (siehe Differentialdiagnose), als auch zur Beurteilung angewendeter Maßnahmen (siehe Verlaufsbeurteilung). Auch die Eigeninteressen des Arztes werden mit Hilfe der Anamnese gewahrt. Sei es bei der Kommunikation mit Kollegen (siehe Kommunikation) oder im Falle gerichtlicher Auseinandersetzungen (siehe rechtliche Absicherung).

**Indikation bestimmter Maßnahmen** Die Notwendigkeit, eine bestimmte diagnostische oder therapeutische, womöglich mit Nebenwirkungen oder Komplikationen behaftete Maßnahme an einem Patienten zu vollbringen, muß durch eine zuvor erhobene Anamnese gestützt oder angezeigt sein. Sinnvoll ist eine Maßnahme nur, wenn sich aufgrund der Anamnese eine gewisse Wahrscheinlichkeit vermuten läßt, mit der sie eine Verdachtsdiagnose beweist oder ausschließt.

Beispielsweise läßt sich aufgrund statistischer Analysen [Gre87, Kel85] zeigen, daß durch Laboruntersuchungen, die ohne Indikation wahllos durchgeführt werden, falsch-positive oder falsch-negative Ergebnisse auftreten. Diese Tatsache ist für die Motivation der Anamnese sehr wichtig und muß deshalb genauer erläutert werden. Der menschliche Körper kann als ein System aufgefaßt werden, das auf veränderte äußere Einflüsse durch gezielte Veränderung des inneren Zustands reagiert. So werden alle wichtigen Funktionen des Körpers aufrecht erhalten. Diese Änderungen des inneren Zustands können bewirken, daß bestimmte Parameter, z. B. der *Blutzuckerspiegel*, kurzzeitig außerhalb der Norm liegen, an der sich die Mediziner orientieren, wenn sie zwischen gesund und krank unterscheiden. Mittlerweile sind allein im Blut weit über 500 [Fal88] verschiedene Parameter bekannt. Greßner und Greiling konnten in [Gre87] zeigen, daß bei der wahllosen Untersuchung von 20 Parametern mit mehr als 50 %iger Wahrscheinlichkeit ein Wert außerhalb der Norm liegt, ohne daß eine *pathogenetische* Ursache vorliegt. Dieser Parameter ist dann falsch-positiv oder falsch-negativ.

Daraus läßt sich schließen, daß eine wahllose Untersuchung von Parametern nicht geeignet ist, um eine Erkrankung festzustellen. Es ist vielmehr wichtig, durch eine ausführliche Anamnese die Menge der interessanten Parameter zu begrenzen.

**Kontraindikation bestimmter Maßnahmen** Jede durch eine Anamnese gewonnene Information kann Gegenanzeige für eine bestimmte Maßnahme oder Maßnahmengruppe sein. Daraus lassen sich zwei Folgerungen ableiten:

1. Eine Anamnese sollte immer so umfassend wie möglich sein, denn je mehr Informationen über einen Patienten vorhanden sind, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, daß eine mögliche Kontraindikation übersehen wird.
2. Unter keinen Umständen sind nur Teile oder Auszüge der Anamnese zur Beurteilung eines Patienten ausreichend.

Im Bereich *angiologischer* Untersuchungen finden z. B. Kontrastmitteluntersuchungen (Angiographie) breite Anwendung, die sich jedoch bei Patienten mit vorbekannter Kontrastmittelunverträglichkeit nur unter großen Schwierigkeiten durchführen lassen oder umgangen werden müssen.

Selbst Augenerkrankungen wie das *Glaukom* (Grüner Star, Augeninnendruckerhöhung), deren Dauerbehandlung mit Augentropfen vom Patienten bei der Medikamentenanamnese meist aus Vergeßlichkeit nicht angegeben wird, stellen eine wichtige Kontraindikation für bestimmte Narkosemittel dar. Diese können augeninnendruckerhöhend wirken, so daß im schlimmsten Falle mit Erblindung oder doch zumindest Verschlechterung der Sehkraft zu rechnen ist.

**Differentialdiagnose** Die vom Patienten geäußerten *Symptome* ergeben oft keine eindeutige Zuordnung zu einer bestimmten Krankheit, sondern lassen einige wenige Diagnosen möglich erscheinen. Je ausführlicher und zahlreicher die in der Anamnese geäußerten Symptome, desto größer ist die infragekommende Zahl möglicher Diagnosen, wobei der *differentialdiagnostische* Aufwand, die im vorliegenden Falle wirklich zutreffende herauszufinden, steigt. Dennoch verringert sich die Gefahr der Fehldiagnose, weil sich die Wahrscheinlichkeit, die richtige Diagnose in Erwägung gezogen zu haben, vergrößert. Mit Hilfe technischer Untersuchungen läßt sich letztendlich oftmals eine eindeutige Zuordnung erreichen.

**Verlaufsbeurteilung** Die Fortführung der Anamnese ist der wichtigste Beitrag, den Erfolg diagnostischer und therapeutischer Maßnahmen zu beurteilen. Zwar lassen sich manche Teilerfolge mit Hilfe technischer Untersuchungen objektiv messen, dennoch ist letztendlich immer der während der Anamnesefortführung geäußerte subjektive Eindruck des Patienten ausschlaggebend. Beispielsweise lassen sich Rekanalisierungserfolge (Wiederherstellung des Blutdurchflusses bei vorher bestehender Verengung oder Verlegung eines Blutgefäßes) objektiv mit bildgebenden Verfahren (Dopplersonographie, Angiographie) in Prozentzahlen messen. Dennoch ist für den Patienten nur die Verbesserung der eigenen Gehleistung von ausschlaggebender Bedeutung.

**Kommunikation mit Kollegen** Aufgrund des immer höher werdenden Spezialisierungsgrades der Ärzte nimmt die Notwendigkeit der interdisziplinären Zusammenarbeit zu. Eine ausführliche Anamneseerhebung und -fortführung ist dazu eine unerläßliche Voraussetzung und stellt die Grundlage des Informationsaustausches dar.

**Rechtliche Absicherung (forensische Aspekte)** Die unterlassene oder nicht ausreichende Sorgfaltspflicht ist der häufigste Grund für die Verurteilung eines Arztes bei gerichtlichen Auseinandersetzungen. Hierbei kommt der Anamnese eine große Bedeutung zu, beweist doch ihr dokumentierter Umfang eine eingehende und sorgfältige Auseinandersetzung mit dem Patienten. Im Rahmen der Dokumentationspflicht ist die Fixierung der Anamnese ohnehin vorgeschrieben und dient dem Arzt darüber hinaus als Gedächtnisstütze und Beweismittel zu dessen Offenlegung er von rechtswegen gezwungen werden kann.

Einmal korrekt erfaßte anamnestische Daten werden nicht mehr ungültig und sind während des ganzen Lebens einer Person von Interesse. Sie gestatten die nachträgliche Beurteilung von langsam fortschreitenden Entwicklungen und die Anwendung neuer medizinischer Forschungsergebnisse auf Daten der Vergangenheit. Eine sorgfältig geführte Anamnese unterstützt den Arzt bei seinen Beurteilungen, da er einen Überblick über die von Fachkollegen durchgeführten diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen hat und trägt so zu einer optimalen Behandlung des Patienten bei. Nach dem Tod existieren bestimmte Informationen aus der Anamnese, wie z. B. Familienkrankheiten, Todesursache und *Gendefekte* in den Anamnesen der Kinder weiter.

### 5.1.3 Ablauf der Anamnese

Der Ablauf der Anamneseerhebung ist stark untersucherabhängig. Abhängig von verschiedenen Faktoren wie dem Zustand des Patienten oder der über ihn vorhandenen Informationen kann die Erhebung auf verschiedene Arten erfolgen. Auch Fachgebiete und Neigungen des

Arztes oder die zur Verfügung stehende Zeit können die Vorgehensweise beeinflussen. Die Erhebung kann z. B. geordnet nach medizinischen Fachgebieten, nach Organsystemen, nach Körperregionen oder vom Wichtigen zum Unwichtigen erfolgen. Zunächst werden in der Regel die aktuellen Beschwerden behandelt (akute Anamnese), anschließend frühere Erkrankungen und gegebenenfalls Krankenhausaufenthalte abgehandelt (frühere Anamnese). In einem als vegetative Anamnese bezeichneten Abschnitt werden die unten angegebenen *Pflichtfragen* erörtert, die oftmals Hinweise auf versteckte Erkrankungen liefern. Hohe Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang auch der Medikamentenanamnese zu, die hilft, mögliche Unverträglichkeiten und Wechselwirkungen zwischen schon eingenommenen und noch zu verabreichenden Medikamenten zu verhindern. In diesem Rahmen interessant sind ebenfalls die Genußmittelgewohnheiten (Nikotin und Alkohol), die zusammen mit anderen Faktoren (Risikofaktoren) bestimmte Erkrankungen fördern.

**Aktuelle Anamnese** Darunter versteht man das jetzige Anliegen, das den Patienten zum Arzt führt. Dem Patienten sollte zunächst die Möglichkeit geboten werden, in freier Form subjektiv und ohne Unterbrechung sein Anliegen vorzutragen.

**Frühere Anamnese** Im Rahmen der früheren Anamnese oder der eigentlichen Patientenvorgeschichte interessieren den Arzt leichtere und schwerere Erkrankungen sowie sogenannte *Lifeevents* (biographischer Ansatz), die krankheitsauslösende Funktionen haben können. Der den Patienten oftmals jahrelang betreuende Hausarzt hat hier die Möglichkeit, ein größeres Datenmaterial im Sinne der „*erlebten Anamnese*“ zusammenzutragen.

**Vegetative Anamnese** Die vegetative Anamnese befaßt sich mit der allgemeinen Körperbefindlichkeit, die für den Patienten häufig schlecht in Worte zu fassen ist. Daher empfiehlt es sich nach Schüffel und Anschütz [Ans85], die folgenden als *Pflichtfragen* bezeichneten Punkte systematisch abzufragen, weil sie die häufigsten Störungen umfassen. Trotz der Subjektivität der Anworten sind die erhobenen Daten bzw. Fakten sogenannte *harte Facts*, die bei der Bewertung der Gesamtsituation des Patienten gleichen Stellenwert haben wie etwa apparativ erhobene Untersuchungsbefunde:

- Appetit
- Durst
- Verdauung
- Schlaf
- *Schweißneigung*, *Nachtschweiß*
- Gewichtsentwicklung
- Wasserlassen
- Husten und *Auswurf*
- Medikamentenanamnese, also die zur Zeit eingenommenen Medikamente und ihre Dosierung, aber auch früher eingenommene Medikamente und Medikamentenunverträglichkeiten. In diesem Zusammenhang sollte auch die Frage nach Allergien und übermäßigem Genußmittelmißbrauch gestellt werden.
- Sozial- und Familienanamnese
- Erbkrankheiten

### 5.1.4 Zusammenfassung

Die Anamneseerhebung hat zum einen das Ziel, die Beziehung zwischen Arzt und Patienten zu entwickeln und zum anderen, die Diagnosefindung zu unterstützen. Dabei handelt der Arzt als Person immer subjektiv. Er wird einen Patienten bei grober Einschätzung als gesund, krank, kräftig oder schwach bezeichnen und durch weiteres Befragen versuchen, sich ein Bild vom Zustand des Patienten zu machen. Trotz der Subjektivität den Zustand des Patienten so beschreiben zu können, daß die Ergebnisse auch als Diskussionsgrundlage für die Kommunikation mit Kollegen dienen können, ist eines der Hauptziele der Anamnese.

## 5.2 Angiologie

### 5.2.1 Einführung und Ziel

Die *Angiologie*[1] (angios, gr. - das Gefäß, logos, gr. - die Lehre) beschäftigt sich mit den Erkrankungen, Verletzungen und Mißbildungen des Gefäßsystems, wobei sich grundsätzlich die drei Gefäßarten Arterien, Venen und Lymphgefäße, sowohl in morphologischer (baulicher) als auch in funktioneller Hinsicht unterscheiden lassen.

**Arterien** Arterien transportieren das mit Sauerstoff und Nährstoffen angereicherte Blut unter Druck vom Herzen in die Peripherie. Sie verfügen im Gegensatz zu Lymphgefäßen über eine ausgeprägte Muskelwandung, die bei Venen nur in abgeschwächter Form zu finden ist.

**Venen** Venen transportieren das sauerstoffarme, mit Kohlendioxid angereicherte Blut aus der Peripherie zum Herzen zurück, wobei der Venendruck nur einen Bruchteil des arteriellen Drucks (Blutdruck) beträgt.

**Lymphe** Das Lymphgefäßsystem stellt ein Drainagesystem (Ablaufsystem) fast aller Körpergewebe dar, das sich aus den Spalträumen zwischen den einzelnen Zellen ergibt. Über *Lymphkapillaren* (Haargefäße) und *Lymphknotenstationen* transportiert es mit einem dem Venensystem vergleichbaren Druck einen großen Teil der Stoffwechselendprodukte der Zellen und mündet unmittelbar vor dem Herzen in das venöse System.

Wegen des großen Umfanges der verschiedenen Gebiete beschränkt sich diese Arbeit im weiteren auf die Behandlung *stenotischer* Erscheinungen, wie sie am Klinikum Wuppertal in der *angiologischen* Abteilung behandelt werden. An einigen Stellen überschneiden sich jedoch verschiedene Teilgebiete. Um eine geschlossene Darstellung des Themenkomplexes zu erreichen, werden diese Bereiche im folgenden mitdiskutiert.

### 5.2.2 Ablauf der Erkrankung

Etwa 90 % aller arteriellen Erkrankungen sind *arteriosklerotischer* Natur. Die restlichen 10 % sind Entzündungen, *Aneurysmen* (lokale Arterienwandverbreiterungen) sowie *Gefäßtumore*, die hier nur von untergeordnetem Interesse sind.

[1] Die Beschreibung der Angiologie ist zusammen mit dem Problembereichsexperten entwickelt worden.

Die *Arteriosklerose* ist eine *chronisch degenerative* Veränderung der arteriellen Gefäßwand, die prinzipiell jede Arterie im Körper befallen kann. Die in Schüben bis zum totalen Verschluß verlaufende allmähliche Verengung unter Kalksalzeinlagerung (Sklerose) des Gefäßes ist durch Minderdurchblutung des nachfolgenden Gewebes gekennzeichnet. Bei der Entstehung dieser Gefäßveränderungen spielen sogenannte Risikofaktoren, wie erbliche *Disposition*, Mißbrauch bestimmter Genußmittel (Nikotin und fettige Speisen), *adipöser* Ernährungszustand (Übergewicht) und Bewegungsmangel eine gewichtige Rolle.

Die World-Health-Organisation (WHO) definiert die Arteriosklerose (AS) wie folgt:

> „Arteriosklerose ist eine variable Kombination von Veränderungen der Intima [Innenauskleidung des Gefäßes], bestehend aus herdförmiger Ansammlung von Fettsubstanzen (Lipiden, Lipoproteinen), komplexen Kohlenhydraten (Glykosaminoglykanen), Blut und Blutbestandteilen, Bindegewebsveränderungen und Kalziumablagerungen, verbunden mit Veränderungen der Arterienmedia [Muskulatur (Mittelwand)]." [BRT92]

### 5.2.3 Diagnose und Therapie der Erkrankung

An den unteren Extremitäten kann der Verlauf der Arteriellen-Verschlußkrankheit (AVK) in Abhängigkeit der subjektiven Beschwerdensymptomatik (Schmerzen und schmerzfreie Gehstrecke) in klinische Stadien nach einem allgemein anerkannten Vorschlag von Fontaine [BRT92] (Fontainestadien) eingeteilt werden (Tabelle 5.1).

Diese Stadien sollen dem Arzt Anhaltspunkte für die Festlegung der einzuschlagenden Therapie bieten. Für die Einteilung in Fontainestadien sind zwei Informationen über den Zustand des Patienten von Bedeutung:

1. Das subjektive Schmerzempfinden des Patienten, das in vier Stufen eingeteilt wird:
   (a) Leichtes ziehendes Schmerzgefühl in den Waden, das aber nicht zum pausieren zwingt.
   (b) Starkes Schmerzgefühl in den Unterschenkeln, das unter Belastung auftritt und zum pausieren zwingt. (Claudicatio intermittens)
   (c) Dauerschmerz auch ohne Belastung (Ruheschmerz)
   (d) Sehr starker Schmerz aufgrund absterbenden, oder völlige Schmerzlosigkeit infolge bereits abgestorbenen Gewebes. (Nekrose)
2. Ob der Patient in der Lage ist, 300 Meter schmerzfrei zu gehen.

Damit ergibt sich nach Tabelle 5.1 das Fontainestadium, in dem sich der Patient zur Zeit befindet. Zur weiteren Behandlung benötigt der Arzt genauere Informationen über den Zustand des Gefäßsystems. Zunächst wird versucht, die Krankheitsursache festzustellen. In Frage kommen neben der *Stenose* (Verengung des Arteriendurchmessers), wie oben bereits aufgeführt, *Aneurysmen* und Entzündungen.

Falls der untersuchte Patient an einer Stenose erkrankt ist, wird diese genauer untersucht, um die weitere Behandlung zu ermöglichen. Festzustellen ist, wieviele Stenosen vorliegen und wo sich diese befinden. Darüber hinaus muß der Grad des Verschlusses und die Form jedes

| Stadium | Einteilungskriterium | Untergruppen nach Gehstrecke | Untergruppen nach Ratschow-Lagerungsprobe | Op.-Indikation |
|---|---|---|---|---|
| **(a)** | Objektiv faßbare Durchblutungsstörung ohne subjektive Symptome | | **Ia** Ratschow negativ<br>**Ib** Ratschow positiv | Nein |
| **(b)** | Claudicatio intermittens | **IIa** Schmerzfreie Gehstrecke über 300 m<br>**IIb** Schmerzfreie Gehstrecke unter 300 m | **IIa** Ratschow negativ<br>**IIb** Ratschow positiv | eingeschränkt |
| **(c)** | Ruheschmerz | | | Ja |
| **(d)** | Nekrose (Gangrän) | | | Ja |

Tabelle 5.1: Einteilung der peripheren arteriellen Verschlußkrankheit nach Fontaine

einzelnen ermittelt werden. Danach ist festzustellen, ob eine kausale Therapie (Behandlung der Ursachen) möglich ist. Als letztes sind die verschiedenen Therapieverfahren mit den jeweiligen Kontraindikationen gegeneinander abzuwägen.

Dieser übersichtsartigen Darstellung der Vorgehensweise folgt nun eine detaillierte Diskussion der einzelnen Punkte, deren Verständnis für die richtige Anwendung und Erweiterung der entwickelten Klassenhierarchie unerläßlich ist.

**Anzahl** Aufgrund der *degenerativen* Ursache der Krankheit ist es sehr selten, daß eine Stenose einzeln auftritt. Im Normalfall hat sich die *Intima* (Gefäßinnenschicht) der Arterie an mehr als einer Stelle durch *arteriosklerotische Plaques* unterschiedlichen *Stenosegrades* verengt. Die Beschwerden des Patienten entstehen dadurch, daß mindestens eine Verengung den Blutfluß zu stark behindert. Zur korrekten Behandlung des Patienten benötigt der Arzt deshalb Informationen über die genaue Anzahl und den Zustand jeder einzelnen *Stenose*. Erst dann kann entschieden werden, welche Therapieform auf welche Stellen angewandt werden muß.

**Lokalisation** Die Lokalisation einer *Stenose* ist nicht nur für die Wahl des Zugangs (die Körperstelle, an der die Haut des Patienten durchtrennt wird, um den Eingriff durchzuführen) wichtig, sondern auch für die Wahl des chirurgischen Therapieverfahrens. *Proximale Stenosen* behindern die Durchblutung des gesamten Beins und können sowohl durch *Perkutane transluminale Angioplastie* (*PTA*) (Einführung eines Ballonkatheters und Aufweitung der betroffenen Arterie durch Aufblasen des Ballons) und *Bypass* gut angegangen werden, während sich *distale* (entfernt von der Körpermitte, periphär) liegende *Stenosen* durch den wesentlich geringeren Durchmesser des Gefäßes nur schwer angehen lassen.

**Grad der Verengung** Der Grad der Verengung gibt an, zu wieviel Prozent sich das Gefäß bereits verengt hat. In der Regel beginnt bei einem Verengungsgrad von 70 % die *hämodynamische* Wirksamkeit (Veränderung des Blutflusses einhergehend mit Minderversorgung des nachfolgenden Gewebes). Die Auswirkungen sind für den Patienten je nach Beanspruchung unterschiedlich spürbar. So sind 30 % *Lumendurchmesser* in Ruhe in den meisten Fällen ausreichend. Unter Belastung (z. B. Treppensteigen) oder bei einer Verletzung von nachfolgendem Gewebe kann der Mehrbedarf an Durchblutung meist nicht mehr gedeckt werden.

**Form der Stenose** Die Form der Stenose bestimmt die möglichen Therapieverfahren. Langstreckige, d.h. sich über mehrere Zentimeter erstreckende *Stenosen*, lassen sich durch eine *PTA* meist nicht behandeln. In diesem Fall muß der betreffende Arterienabschnitt durch Anlage eines *Bypasses* (Gefäßprothese) umgangen werden.

**Ist eine kausale Therapie möglich?** Mit kausaler Therapie werden Behandlungen der Krankheitsursachen bezeichnet, wozu die Beseitigung der Risikofaktoren zählen. Weitere kausale Therapiemöglichkeiten sind die Anlage eines *Bypasses*, Einlage eines *Stents* (permanentes Offenhalten durch ein Katheterröhrchen) sowie die *PTA*. Im Gegensatz dazu existieren *palliative* (ausschließlich symptomorientierte Therapiemöglichkeiten) Möglichkeiten wie z. B. Gehstreckentraining ohne vorhergehende *invasive* Maßnahme.

**Therapieverfahren** Die drei Haupttherapieverfahren *PTA*, *Bypass* und *Stenteinlage* sind bereits beschrieben worden.

**Kontraindikationen** Ein Großteil der *Kontraindikationen* leitet sich aus der allgemeinen Operations- bzw. *Narkosefähigkeit* des Patienten ab. Dazu kommt vor allem im Bereich gefäßchirurgischer Manipulationen der Zustand des *Gerinnungssystems*. Zum Beispiel bestände bei Blutern oder bei Patienten mit Blutungsneigung durch blutverdünnende medikamentöse Therapie eine *Kontraindikation* für die oben genannten Maßnahmen, sofern das Gerinnungssystem nicht *präoperativ* durch entsprechende Medikamente, ebenfalls unter Inkaufnahme entsprechender Risiken, auf Normalwerte eingestellt wurde.

**Korrelation von pathologischem Befund und klinischem Stadium** Normalerweise läßt sich aus dem klinischen Stadium der Krankheit am Patienten ein guter Rückschluß auf den *pathologischen* Zustand des Gefäßes (Grad der Stenose) ziehen. Verschiedene Umstände können allerdings dazu führen, daß der aus dem Zustand des Patienten abgeleitete Zustand des Gefäßsystems nicht mit den tatsächlichen Gegebenheiten übereinstimmt. Beispielsweise kann eine hochgradige Stenose einer wichtigen Arterie klinisch ohne Auswirkungen auf das nachfolgende Gewebe bleiben, sofern sich im Laufe der Zeit ein gutes *Kollateralsystem* (vom Körper selbständig gebildete kleinere Gefäße, die parallel zur stenotisierten Arterie laufen) ausgebildet hat.

Wird eine *Stenose* nicht behandelt, verringert sich die Versorgung des nachfolgenden Gewebes mit Sauerstoff und allen lebensnotwendigen Nährstoffen so weit, daß es abstirbt. Da dieser Sterbeprozeß nicht in allen Fällen für den Patienten schmerzhaft ist, werden auch in der aktuellen medizinischen Praxis Personen mit abgestorbenen Geweben vorstellig. Diese Gewebe müssen amputiert werden. Dies war, als die Stenose noch nicht bekannt war bzw.

geeignete Diagnose- und Therapieverfahren fehlten, die einzige Behandlungsmöglichkeit für alle Stenosen.

Selten verläuft eine Stenose in dieser reinen Form. Der Durchmesser der erkrankten Arterie verringert sich so weit, daß im Blut immer vorhandene Gerinnsel, die unter normalen Umständen kein Problem darstellen, und von den körpereigenen Abwehrmechanismen vernichtet werden, die verengte Stelle nicht mehr passieren können. Kommt es zu einer vollständigen Verstopfung einer Arterie, so spricht man von einem *Infarkt*, der für einen Patienten immer schmerzhaft verläuft.

Um genauere Informationen über den Zustand des Gefäßsystems zu erhalten, stehen dem Arzt verschiedene diagnostische Verfahren zur Verfügung. Die folgenden Beschreibungen sind [BRT92] entnommen.

**Dopplersonographie** bezeichnet die Strömungsgeschwindigkeitsmessung in Gefäßen. Die Arterie wird ohne Eingriff von außen mit Ulraschall beschallt. Die Ultraschallwellen werden von den roten Blutkörperchen reflektiert. Wegen des Dopplereffekts (siehe auch [Bre87]) ergibt sich in Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit der Blutkörperchen eine höhere oder niedrigere Frequenz des Echos im Vergleich zu den ausgesandten Signalen. Die Frequenzunterschiede werden elektronisch hörbar gemacht oder in ables- und registrierbare Kurven umgesetzt.

**Duplexsonographie** ist die gleichzeitige Abbildung des Herzens oder von Blutgefäßen mittels Ultraschall und Analyse der Strömungsgeschwindigkeit des darin enthaltenen Blutes mittels Dopplersonographie.

**Farbduplexsonographie** bezeichnet die Darstellung der Fließgeschwindigkeit des Blutes innerhalb von Gefäßen. Im Gegensatz zur Dopplersonographie wird allerdings an vielen Punkten gleichzeitig gemessen, so daß auch die unterschiedlichen Fließeigenschaften über eine Strecke und nicht nur innerhalb eines Arterienquerschnitts sichtbar werden.

**Magnetresonanzangiographie (MR)** Dieses sehr aufwendige Verfahren wird in [BRT92] wie folgt definiert:

> „Kernspinresonanztomographie [...] oder MRT [Magnetresonanztomographie] ist ein nichtinvasives bildgebendes, als topographische MR-Spektroskopie aufzufassendes Diagnoseverfahren unter Nutzung eines Magnetfeldes hoher Feldstärke sowie in gepulster Form eingestrahlten Radiowellen [...]“

Für eine genaue Darstellung der Prinzipien sei auf [BRT92] verwiesen.

**Angiographie** bezeichnet die Gefäßdarstellung durch Injektion eines *Röntgenkontrastmittels* und anschließender Anfertigung schneller, programmierter Aufnahmeserien (Angiogramme) auf Röntgenfilm.

# Kapitel 6

# Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde eine Problembereichsanalyse für ausgewählte medizinische Bereiche durchgeführt.

Zunächst wurden in Kapitel 2 die Vor- und Nachteile der elektronischen und der manuellen Patientenakte diskutiert. Ziel war es, eine Motivation für die Beschäftigung mit elektronischen Patientenakten zu schaffen und den Stellenwert der Dokumentation in der Medizin zu bestimmen. Als Ergebnis kann festgehalten werden, daß nicht nur die Dokumentation von Patientendaten, sondern auch deren Austausch für den medizinischen Alltag wichtig ist. Deshalb müssen Aspekte der Patientendatendokumentation bei einer Problembereichsanalyse mit berücksichtigt werden.

Im folgenden Kapitel wurden drei Projekte aus dem Problembereich Patientendatendokumentation vorgestellt. Ziel war es, Ansätze aus diesen Projekten für die eigene Arbeit zu verwenden. Das Projekt Galen [Al 93a, Gob94, ZRS+95] der Universität Manchester erwies sich im Rahmen einer Problembereichsanalyse als überdimensioniert. Besser geeignet erschien die Darstellung des Diabcard-Projekts [Tei95]. Aufgrund des Umfangs der Problembereichsanalyse und dem zur Verfügung stehenden Zeitrahmen wurde allerdings das beschriebene Metamodell nicht eingesetzt, sondern eine Darstellung gewählt, die sich mehr auf die Struktur der einzelnen Objekte konzentriert. Das „Electronic Healthcare Record Architecture“-Projekt [CEN95b, CEN95a, Moo93] definiert einen Vorstandard für die Grundlagen zur Darstellung von Inhalt und Struktur elektronischer Patientenakten auf sehr abstraktem Niveau. Die vorliegende Entwurfsversion [CEN95a] war allerdings noch nicht so weit ausgearbeitet, um sie im Rahmen der Arbeit zu verwenden.

Kapitel 4 diskutiert einige Problembereiche der Modellierung komplexer Systeme. Zunächst wird mit dem DSSA-Prozeß [PD95a, Gac95, Tra94] eine Methode vorgestellt, mit der Softwarearchitekturen entwickelt werden können, die Wiederverwendung innerhalb eines speziellen Problembereichs ermöglichen. Damit ist die Problembereichsanalyse als eine Phase in einen Softwareentwicklungsprozeß integriert. Im Rahmen dieser Arbeit wird die Problembereichsanalyse mittels Experteninterviews durchgeführt. Das Experteninterview wird als eine Datenerhebungstechnik identifiziert und aus dem sozialwissenschaftlichen Kontext als eine mündliche Befragungstechnik hergeleitet, die in einer wenig strukturierten Interviewsituation durchgeführt werden sollte und geschlossene Fragen vermeidet. Im Gegensatz zur Informationsgewinnung mittels Fragebögen bietet sich bei der Interviewform die Möglichkeit des Lernens auch für den Experten. Durch sein vergrößertes Wissen über den Bereich des Interviewenden kann er mehr Informationen einbringen.

Da Patientenakten im allgemeinen persistent gehalten werden müssen, folgt eine Diskussion geeigneter Datenbanktechniken. Verglichen werden das relationale und das objektorientierte Datenmodell. Aufgrund der erweiterten Modellierungsfähigkeiten objektorientierter Datenbanken soll für die Modellierung der Ergebnisse das objektorientierte Modell verwendet werden. Eine kurze Beschreibung objektorientierter Analyse- und Entwurfsmethoden schließt das Kapitel ab. Damit sind die Grundlagen für die Problembereichsanalyse geschaffen.

Kapitel 5 stellt die Ergebnisse der Problembereichsanalyse dar. Zunächst werden die Problembereiche *Anamnese* und *Angiologie* beschrieben, so daß sich Nichtmediziner in den Problembereich einarbeiten können. Dadurch werden diese in die Lage versetzt, die Ausarbeitungen zu verstehen und zusammen mit Bereichsexperten zu verwenden. Es stellt sich heraus, daß sich der Umfang der Anamnese selten ändert, und daß die Verwendung der Anamnese nur als ganzes sinnvoll ist. Im Gegensatz dazu ist die Angiologie einem durch den Fortschritt in der Medizin bedingten ständigen Wandel ausgesetzt.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß das Datenmodell für die Anamnese in vielen Fällen ohne großen Änderungsaufwand in eine zu entwickelnde Anwendung übernommen werden kann. Im Gegensatz dazu sollen die für die Angiologie identifizierten Klassen als Grundlage für die Entwicklung eines an die jeweiligen Bedürfnisse angepaßten Datenmodells dienen.

## 6.1 Kritik am Einsatz der elektronischen Patientenakte

Die gesellschaftlichen Auswirkungen der Informatik sind seit einiger Zeit unbestritten. Der Fachbereich Informatik der Universität Dortmund trägt dieser Entwicklung durch eine Vorlesung mit dem Titel „Informatik und Gesellschaft“ Rechnung, die seit einigen Jahren für jeden Informatikstudenten Pflicht ist.

Auch die Einführung der elektronischen Patientenakte würde neben den in Kapitel 2 diskutierten Vor- und Nachteilen gesellschaftliche Auswirkungen haben. Diese sollen an dieser Stelle nicht ausführlich diskutiert werden, da dies den Rahmen der Arbeit sprengen würde. Es kann jedoch festgehalten werden, daß die Realisierung eines umfassenden Schutzes der medizinischen Daten sehr aufwendig wird und Probleme aufwirft, für die es bislang keine Lösungen gibt. Im speziellen geht es um die gezielte, möglicherweise im Umfang eingeschränkte Freigabe der Daten durch den Patienten an einen eingrenzbaren Personenkreis und die sich daraus ergebenden Probleme.

## 6.2 Bewertung der Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Arbeit wurden im Rahmen eines Informationsaustauschs bei der Firma Laufenberg in Bochum vorgestellt. Die Firma Laufenberg besitzt langjährige Erfahrung im Bereich Krankenhausinformationssysteme und entwickelt zur Zeit ein Krankenhausinformationssystem unter Einsatz objektorientierter Techniken von Grund auf neu.

An dem Treffen beteiligten sich ein Informatiker, der bei Laufenberg eine Implementierungsgruppe leitet und eine Ärztin, die als Problembereichsexpertin die Entwicklung unterstützt. Nach einer kurzen Einführung in die für diese Arbeit verwendete Notation war sie in der Lage, die Ergebnisse als Bereichsexpertin zu diskutieren.

Bei der Diskussion der Anamneseklassen machte sie einen Erweiterungsvorschlag, der an dieser Stelle erwähnt werden soll. Sie schlug vor, jede einzelne Klasse der Anamnese um ein zusätzliches Kommentarattribut zu erweitern. Dieses soll dem Arzt Anmerkungen bezüglich des gemeinsamen Zustands der Attribute einer Klasse ermöglichen. Der Vorschlag erweitert die vorhandene Struktur und kann bei der Verwendung der Anamneseklassen berücksichtigt werden. Darüber hinaus wurde festgestellt, daß die in dieser Arbeit entwickelte Struktur der Anamnese weitgehend mit der bei Laufenberg entwickelten Struktur übereinstimmt.

## 6.3 Ausblick

Die Ergebnisse dieser Arbeit dienen als Grundlage für eine weitere Diplomarbeit, die sich mit der Neuentwicklung eines Informationssystems für die Kardiologie (Lehre der Herzerkrankungen) beschäftigt. Die Informationen, die dabei gewonnen werden, sollten zu einer verfeinerten Ausarbeitung und Bewertung der Anamneseklassen führen.

Die Klassen aus dem Bereich Angiologie müssen den Anforderungen entsprechend ausgearbeitet werden, wenn ein Anwendung für die Angiologie implementiert werden soll. Dabei wird sich zeigen, ob die gewählten Abstraktionen für die Erfassung aller medizinischen Aspekte einer Anwendung ausreichen. Auf solchen Erfahrungen aufbauend ließe sich die Klassenhierarchie überarbeiten. Wichtig ist, daß Informationen weiterer Problembereichsexperten möglichst auch aus verwandten Fachgebieten, wie z. B. der Kardiologie, einfließen.

Darüber hinaus sind die folgenden Aspekte interessant:

- Die Konstruktion einer Benutzungsschnittstelle für das Anamnesemodell. Dabei sollte auch ein Sichtenkonzept eingeführt werden, das bestimmte Teile des Modells gegebenenfalls nicht darstellt.
- Die Realisierung von Datenschutzmechanismen für spezielle Bereiche der Anamnese.
- Die Erweiterung des statischen zu einem dynamischen Modell mittels anwendungsspezifischer Methoden. Darauf aufbauend könnte, unter Nutzung der gewonnenen Implementierungs- und Anwendungserfahrung, ein Framework für die Anamnese entwickelt werden.

# Literaturverzeichnis


[AA93] Reda Alhajj und M. Erol Arkun. An Object Algebra for Object-Oriented Database Systems. *Data Base*, 24(3):13–22, 1993.

[Al 93a] Al Rector and WA Nowlan and A Glowinski. Goals for concept representation in the Galen project. Technischer bericht, Medical Informatics Group, Department of Computer Science, University Manchester, 1993.

[Al 93b] Al Rector and WA Nowlan and S Kay and CA Goble and TJ Howkins. A Framework for Modelling the Electronic Medical Record. *Methods of Information in Medicine*, 32(2), 1993.

[And95] Andi Birrer and Walter Bischofberger and Thomas Eggenschwiler. Wiederverwendung durch Framework-Technologie - vom Mythos zur Realität. *OBJECTspektrum*, 5:18–26, 1995.

[Ans85] Anschütz. *Die körperliche Untersuchung.* Basistext Medizin. Springer-Verlag, 4. Auflage, 1985.

[Bal93] Helmut Balzert. *CASE Systeme und Werkzeuge*, Kapitel OOA. BI Wissenschaftsverlag, $5^{th}$ Auflage, 1993.

[BE94] G. Brenne und R. Engelbrecht. Medizinische Patientenakten. *BVMInfo*, 23, 1994.

[Bee89] C. Beeri. Formal models for object-oriented databases. *Knowledge and Data Engineering*, Seiten 370–395, 1989.

[Bee90] C. Beeri. A formal approach to object-oriented databases. *Knowledge and Data Engineering*, 5(4):353–382, 1990.

[Ber94] Jochen Bernauer. *Zur semantischen Rekonstruktion medizinischer Begriffssysteme.* Habilitationsschrift, Universität Hildesheim, 1994.

[BO91] Don Batory und Sean O'Meally. A Packaging System for Heterogeneous Execution Environments. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 17(6):626–635, June 1991.

[Boo94] Grady Booch. *Object oriented analysis and design with applications.* Benjamin / Cummings Publishing, $2^{nd}$ Auflage, 1994.

[BR95] G. Booch und J. Rumbaugh. Unified Method for object-oriented development, documentation set, Version 0.8. Technischer Bericht, Rational Software Corporation, Santa Clara, CA, 1995.

[Bre87] Hans Breuer. *dtv-Atlas zur Physik*. dtv, 1987.

[BRT92] Ulrich Busch, Ulrich Renner, und Wolfram Theiss. *Lexikon Angiologie Kardiologie*. Urban&Schwarzenberg, 1992.

[Bun95] Bundesjustizministerium. Sozialgesetzbuch. Beck-Texte im dtv, 1995.

[CAM87] CAMP. Common Ada Missile Packages, Final Technical Report. *Air Force Armament Laboratory, AFATL/FXG*, 1987.

[CEN95a] CEN. Electronic Healthcare Record Architecture. Draft, CEN, European Committee for Standardisation, 1995.

[CEN95b] CEN. Healthcare Information Framework (HIF). Draft R1_6, CEN, European Committee for Standardisation, 1995.

[CF92] Dennis Champeaux und Penelope Faure. A comparative study of object-oriented analysis methods. *Journal of Object Oriented Programming*, Seiten 21–33, 3/4 1992.

[Cle88] J. Cleaveland. Building Application Generators. *IEEE Software*, 5(6), July 1988.

[Cod70] E.F. Codd. A relational model for large shared data banks. *Communications of the ACM*, 13(6), June 1970.

[Cod72a] E.F. Codd. Further normalisation of the data base relational model. *Data Base Systems, Ed.: Rustin, Courant CSS*, Seiten 33–64, 1972.

[Cod72b] E.F. Codd. Relational completeness of data base sublanguages. *Data Base Systems, Ed.: Rustin, Courant CSS*, Seiten 65–98, 1972.

[Con87] J. Conklin. Hypertext - An Introduction and Survey. *IEEE Computer*, 1987.

[Con96] W3 Consortium. HTML 3.2. Technischer bericht, W3 Consortium, http://www.w3.org/HTML/HTML3.2/Wilbur.html, 1996.

[CP92] J.R. Callahan und J.M. Purtilo. A Packaging System for Heterogeneous Execution Environments. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, 1(4):355–398, October 1992.

[Dah78] Jürgen Dahmer. *Anamnese und Befund*. Thieme, 4. Auflage, 1978.

[Ehl93] C.-Th. Ehlers. Aufgaben und Bedeutung eines Krankenhausinformationssystems. In J. Michaelis, Hrsg., *Europäische Perspektiven der Medizinischen Informatik, Biometrie und Epidemiologie*, Band 76 der Reihe *Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie*, Seiten 342–349. MMV Medizin, München, 1993.

[Fal88] Adolf Faller. *Der Körper des Menschen*. dtv, 1988.

[FK92] Fichmann und Kemerer. Object-Oriented and Conventional Analysis and Design Methodologies. *IEEE Computer*, Seiten 22–39, 10 1992.

[Fla96] David Flanagan. *Java in a Nutshell*. O'Reilly & Associates, Inc, 1996.

[Fra92] Francois Bancilhon and Claude Delobel and Paris Kanellakis. *Object-Oriented Database system - The story of $O_2$*. Morgan Kaufmann Publishers, 1992.

[Gac95] Cristina Gacek. Exploiting Domain Architectures in Software Reuse. *ACM*, 1995.

[Gen92] World Health Organisation Geneva. *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems.* 1992.

[Gob94] Goble and Bechofer and Solomon. Conceptual, Semantic and Information Modells for Medicine. In *Proceedings of the 4th European-Japanese Seminar on Information Modelling and Knowledge Bases*, 1994.

[Gra92] Bernd Graubner. Aktuell wichtige medizinische Klassifikationen für Deutschland. *Biometrie und Informatik in Medizin und Biologie*, (23):250–264, 1992.

[Gre87] Greiling and Gressner. *Lehrbuch der klinischen Chemie und Pathobiochemie.* Schattauer Verlag, 1987.

[Heu92] A. Heuer. *Objektorientierte Datenbanken.* Addison-Wesley Publishing Company, 1992.

[HL88] R.A. Hope und J.M. Longmore. *Oxford Handbuch der klinischen Medizin.* Verlag Hans Huber, 1988.

[Kel85] Keller and Gressner. Auswahl und Interpretation diagnostischer Parameter. *Internist*, 21:173–180, 1985.

[Kim90] Won Kim. *Introduction to Object-Oriented Databases.* The MIT Press - Computer Systems Series, 1990.

[KM94] J. Kennedy und J. Morchioni. Digital Signature Standard (DSS) Profile for x.509 Certificates. Technischer bericht, IPSEC Working Group, Cylink Corporation, 1994.

[Ley92] F. Leymann. IRDS: Information Resource Dictionary System. *Informatik Spektrum*, 1992.

[McC85] McCain. Reusable Software Component Construction: A Product-Oriented Paradigm. *Proceedings of the* $5^{th}$ *AIAA/ACM/NASA/IEEE Computers in Aerospace Conference*, October 1985.

[McD94] Clement J. McDonald. *Aspects of the Computer-based Patient Record*, Kapitel Physicians' Needs for Computer-based Patient Records, Seiten 3–11. Springer Verlag, 1994.

[Mic95] Sun Microsystems. *The Java Language Specification Version 1.0 Beta.* Sun Microsystems Computer Corporation, 1995.

[MO92] Martin und Odell. *Object Oriented Analysis and Design.* Prentice Hall, 1992.

[Moo93] Georges J.E. De Moore. *Progress in Standardisation in Health Care Informatics*, Kapitel Standardisation in Health Care Informatics and Telematics in Europe: CEN TC 251 activities, Seiten 1–13. IOS Press, 1993.

[Nei81] J. Neighbors. *Software Construction Using Components.* Dr. rer. nat. Dissertation, Department of Information and Computer Science, University of California, Irvine, 1981.

[ODM94] ODMG. *The Object Database Standard.* Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 1994.

[PD90] R. Priéto-Díaz. Domain Analysis: An Introduction. *ACM SIGSOFT/Software Engineering Notes*, 15(2):47–54, April 1990.

[PD95a] R. Priéto-Díaz. Domain Analysis for Reuse: A Practical Approach. *ESEC'95 Tutorial*, 1995.

[PD95b] H.U. Prokosch und J. Dudeck, Hrsg. *Hospital Information Systems: Design and Development Characteristics; Impact and Future Architecture*, Band 2 der Reihe *Medical Artificial Intelligence.* Elsevier, 1995.

[PDN86] R. Priéto-Díaz und J. Neighbors. Module Interconnection Language. *Journal of Systems and Software*, 6(4):307–344, June 1986.

[PE91] Coad P. und Yourdon E. *Object-Oriented Analysis.* Yourdon Press Prentice Hall, New Jersey, 1991.

[Ram94] Norman Ramsey. Literate Programming simplified. *IEEE Software*, Seiten 97–105, September 1994.

[Ric95] Richard N. Taylor and Will Tracz and Lou Coglianese. Software Development Using Domain-Specific Software Architecture. *ACM SIGSOFT/Software Engineering Notes*, 20(5), December 1995.

[RNG93] Al Rector, WA Nowlan, und A Glowinski. Generalized Architecture for Language Encyclopedias and Nomenclatures in Medicine Project No: A2012 - The GRAIL Kernel. Technischer bericht, Medical Informatics Group, Department of Computer Science, University Manchester, 1993.

[SHE89] Rainer Schnell, Paul B. Hill, und Elke Esser. *Methoden der empirischen Sozialforschung.* R. Oldenbourg, 1989.

[SMK92] Structured Meta Knowlede (SMK) Version 2.0. Technischer bericht, Medical Informatics Group, Department of Computer Science, University Manchester, 1992.

[Ste93] W. Stein. Objektorientierte Analysemethoden - ein Vergleich. *Informatik Spektrum*, (16):317–332, 1993.

[Str91] Bjarne Stroustrup. *The C++ Programming Language.* Addison-Wesley Publishing Company, Reading, MA, $2^{nd}$ Auflage, 1991.

[Tal95] Taligent. Vorteile objektorientierter Frameworks (Leveraging Object-Oriented Frameworks). *OBJECTspektrum*, 5:10–16, September/Oktober 1995.

[Tei95] Teille and E. Jung and R. Engelbrecht. Medizinische Begriffe im DIABCARD-Repository. *Informatik, Biometrie und Epideminologie in Medizin und Biologie*, 26(4):321–334, April 1995.

[Tra94] Will Tracz. Domain-Specific software architecture (DSSA) FAQ. *ACM SIGSOFT/Software Engineering Notes*, 19(2), April 1994.

[Ull88] Jeffrey D. Ullman. *Principles of database and knowledgebase systems - Volume I -Classical Database systems.* Computer Science Press, 1988.

[Ull96] Ullrich and W. Hasselbring and T. Jahnke and A. Röser and A. Christmann. Ein objektorientiertes System zur Kontrolle des Therapieerfolges in der Angiographie. In *Abstracts zur 41. GMDS-Jahrestagung*, Bonn, September 1996.

[Ute95] Ute Bertrand and Jan Kuhlmann and Claus Stark. *Der Gesundheitschip*. Campus-Verlag, 1995.

[ZRS+95] Zanstra, Rector, Solomon, Rush, Nowlan, und Bechofer. A Terminology Server for Integrating Clinical Information Systems: The GALEN Approach. Technischer bericht, Medical Informatics Group, Department of Computer Science, University Manchester, Hewlett Packard Healthcare Products, Bristol, UK, 1995.

# Anhang A

# Die medizinischen Klassenhierarchien

Die nun folgenden beiden Kapitel des Anhangs beschreiben die ausgearbeitete Klassenhierarchie und die identifizierten Klassen der beiden medizinischen Bereiche Anamnese und Angiologie im Detail.

## A.1 Einleitung

Die Problembereichsanalyse für ausgewählte medizinische Bereiche liefert zwei Ergebnisse: zum einen die Beschreibung eines Teils des Fachgebiets „Angiologie“ (soweit an der Klinik Wuppertal, die diese Arbeit durch Informationen unterstützt hat, praktiziert) in Kapitel 5.2 auf Seite 54, die Nichtmedizinern eine schnelle Einarbeitung in den Themenkomplex ermöglichen soll; zum anderen eine Menge von Klassen, die dem Entwickler von medizinischen Anwendungen bei der Konstruktion von Patientenakten als Grundlage dienen soll. Die Klassen modellieren jene Zusammenhänge medizinischer Bereiche auf abstraktem Niveau, die sich während der Arbeit mit den Problembereichsexperten als besonders wichtig herausstellten. Dadurch kann auf Grundlage der Klassenhierarchien ein breites Spektrum medizinischer Anwendungen modelliert werden. Dabei bleibt der Entwickler zu einem gewissen Teil von der Notwendigkeit befreit, sich in die grundlegenden Zusammenhänge medizinischer Sachverhalte einzuarbeiten. Statt dessen kann er durch die Erweiterung und Spezialisierung der zur Verfügung gestellten Klassen mit geringerem Aufwand ein Datenmodell konstruieren, das den jeweiligen Anforderungen entspricht und eine erweiterbare Architektur aufweist.

Wie in Kapitel 5.1.1 auf Seite 49 diskutiert ist die Anamnese eines Patienten für die Beurteilung medizinischer Sachverhalte von großer Bedeutung. Eine Patientenakte ist ohne den anamnestischen Hintergrund nicht aussagekräftig genug und kann so als Entscheidungsgrundlage für diagnostische oder therapeutische Maßnahmen am Patienten nicht ohne Zusatzinformationen verwendet werden. Ein in diesem Zusammenhang wichtiges Ergebnis dieser Arbeit soll noch einmal besonders betont werden. Da jede Aussage über einen Menschen Kontraindikation für eine medizinische Maßnahme, ob diagnostischer oder therapeutischer Art, sein kann, ist es nicht sinnvoll, nur Teile der Anamnese in der Patientenakte zu verwenden. Dadurch ist auch die teilweise Wiederverwendung der Anamneseklassen nicht sinnvoll.

Die Klassen, die zur Modellierung der Anamnese benötigt werden, sind im folgenden Vorgestellt.

## A.2 Vorbemerkungen

### A.2.1 Konzeptionelle Einschränkungen

Allem voran einige Vorbemerkungen zu dem verwendeten Werkzeug und den sich daraus ergebenden Einschränkungen, denn der Leistungsumfang des Programms hatte Einfluß auf den Entwurf der Klassenhierarchie.

Das für die Entwicklung der Klassenhierarchie eingesetzte „CASE“-Werkzeug (Computer Aided Software Engineering, Computer unterstützte Softwareentwicklung) „Rose“ hatte zum Zeitpunkt der Entwicklung leider noch einige konzeptionelle Schwächen und verschiedene Fehler.

Ein Problem war die Namensgebung von Benutzt- und Vereinigungsbeziehungen. Abbildung A.1 zeigt die Klasse Verfahren, die später ausführlich dargestellt werden soll und an dieser Stelle in leicht veränderter Form nur als Beispiel dient.

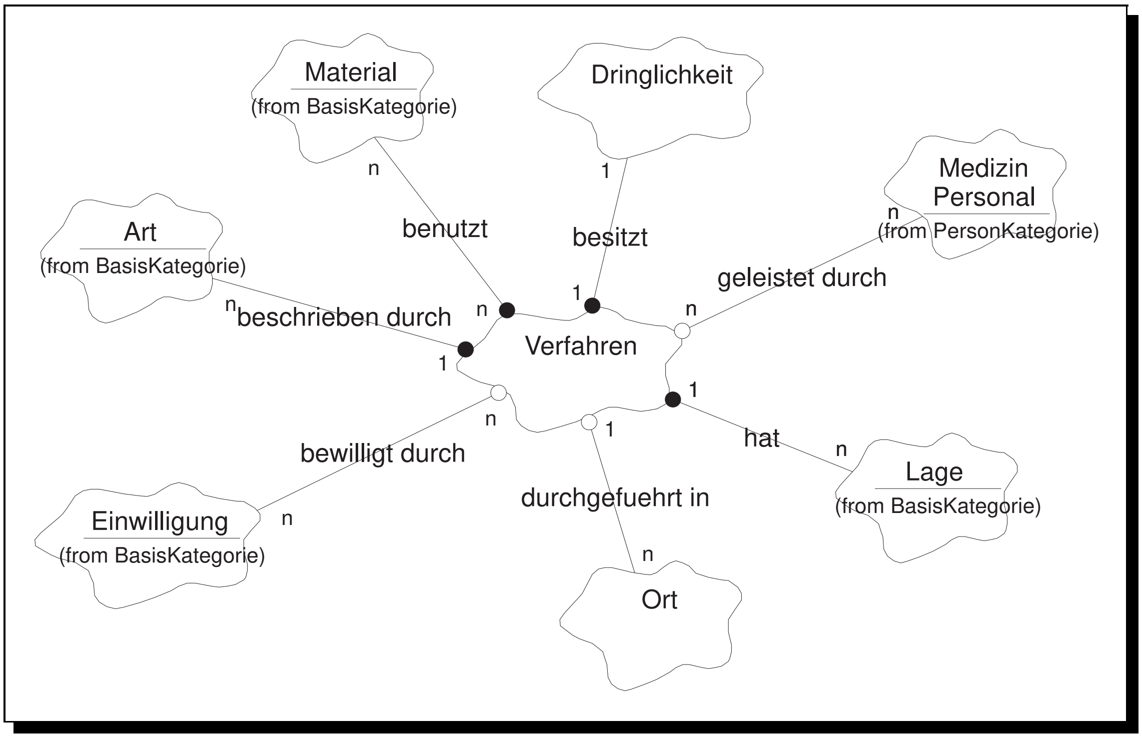



Abbildung A.1: Das Verfahren

Die Klasse Dringlichkeit steht in einer Verwendungsbeziehung zu der Klasse Verfahren (gekennzeichnet durch den ausgefüllten Kreis). Diese Beziehung kann mittels Rose benannt werden, um die Semantik für den Betrachter der Darstellung schnell erfaßbar zu machen. Die gewählte Bezeichnung „besitzt“ macht dem Leser deutlich: „Jedes Verfahren besitzt eine

Dringlichkeit." Leider wird die Bezeichnung „besitzt" auch als Name des Attributs in der Klasse verwendet. Es läßt sich kein anderer Name verwenden. Der dieser Definition entsprechende C++ Code soll das verdeutlichen:

```
class Verfahren {
  Dringlichkeit besitzt;
  ...
}
```

Angenommen die Klasse Dringlichkeit enthält eine Methode „setStatus" zum setzen der Dringlichkeit auf einen bestimmten Wert, z. B. „Notfall". Dann entsteht bei der Implementierung unter anderem folgendes Codefragment:

```
besitzt.setStatus("Notfall");
```

Durch die Möglichkeit, explizit einen Attributnamen zu vergeben, ließe sich die folgende Klasse erzeugen:

```
class Verfahren {
  Dringlichkeit prioritaet;
  ...
}
```

Das semantisch gleiche Codefragment lautet nun:

```
prioritaet.setStatus("Notfall");
```

Daraus läßt sich ersehen, daß Bezeichnungen, die im Rahmen der graphischen Darstellung der Klassen aussagekräftig sind, als Attributnamen nicht in allen Fällen ebenso günstig sind. Das Problem ist mit der verwendeten Version des „CASE"-Werkzeugs Rose nicht zu lösen.

Da im Rahmen der Angiologieklassen die konzeptionelle Darstellung wichtiger erscheint als die Wahl der Attributnamen, wurde erstere in den Vordergrund gestellt. Die Attributnamen, durch die Beziehungen der Klassen untereinander ausgedrückt werden, sollten in einer Anwendung, die auf dieser Hierarchie aufsetzt, verändert werden.

### A.2.2 Fehler in den verwendeten Werkzeugen

Darüber hinaus sind zwei Fehler des Programms besonders zu erwähnen.

1. Beim Export der von Rose erzeugten Graphiken werden die „Wolken", die die einzelnen Klassen darstellen, verkleinert. Der beschreibende Text wird allerdings nicht mit verändert, sondern behält seine ursprüngliche Größe bei. Dadurch ragt der Text innerhalb der graphischen Darstellung teilweise über den Rand hinaus. Dieser Fehler läßt sich nur umgehen, indem die Darstellung mittels geeigneter Programme direkt vom Bildschirm kopiert wird (mittels sogenannter „Screengrabber"). Dabei kann allerdings nur eine Auflösung von 72 dpi (Dots per Inch, deutsch: Punkte pro Zoll) erreicht werden, da dies der Bildschirmauflösung entspricht. Eine Auflösung von 72 dpi entspricht nicht den Qualitätsanforderungen an gedruckten Text. Aus diesem Grunde ragen in einigen der im folgenden benutzten Grafiken die Texte über den Rand der „Wolken" hinaus.

2. In einigen „Wolken“ ist neben dem Klassennamen der Hinweis “from xxxkategorie“ zu finden. Diese Angabe wird für eine Strukturierung der Klassen in „Rose“ benötigt, die im Rahmen dieser Arbeit keine Rolle spielt. Leider kann die Ausgabe des Hinweises beim Export der Graphiken nicht unterdrückt werden.

3. Die Verwendung von Umlauten erzeugt Probleme bei der Speicherung der Modellierungsergebnisse, so daß die gebräuchlichen Umsetzungen verwendet wurden (ae für ä, oe für ö, ue für ü und ss für ß, Großbuchstaben entsprechend).

## A.3 Die Modellierung der Anamnese

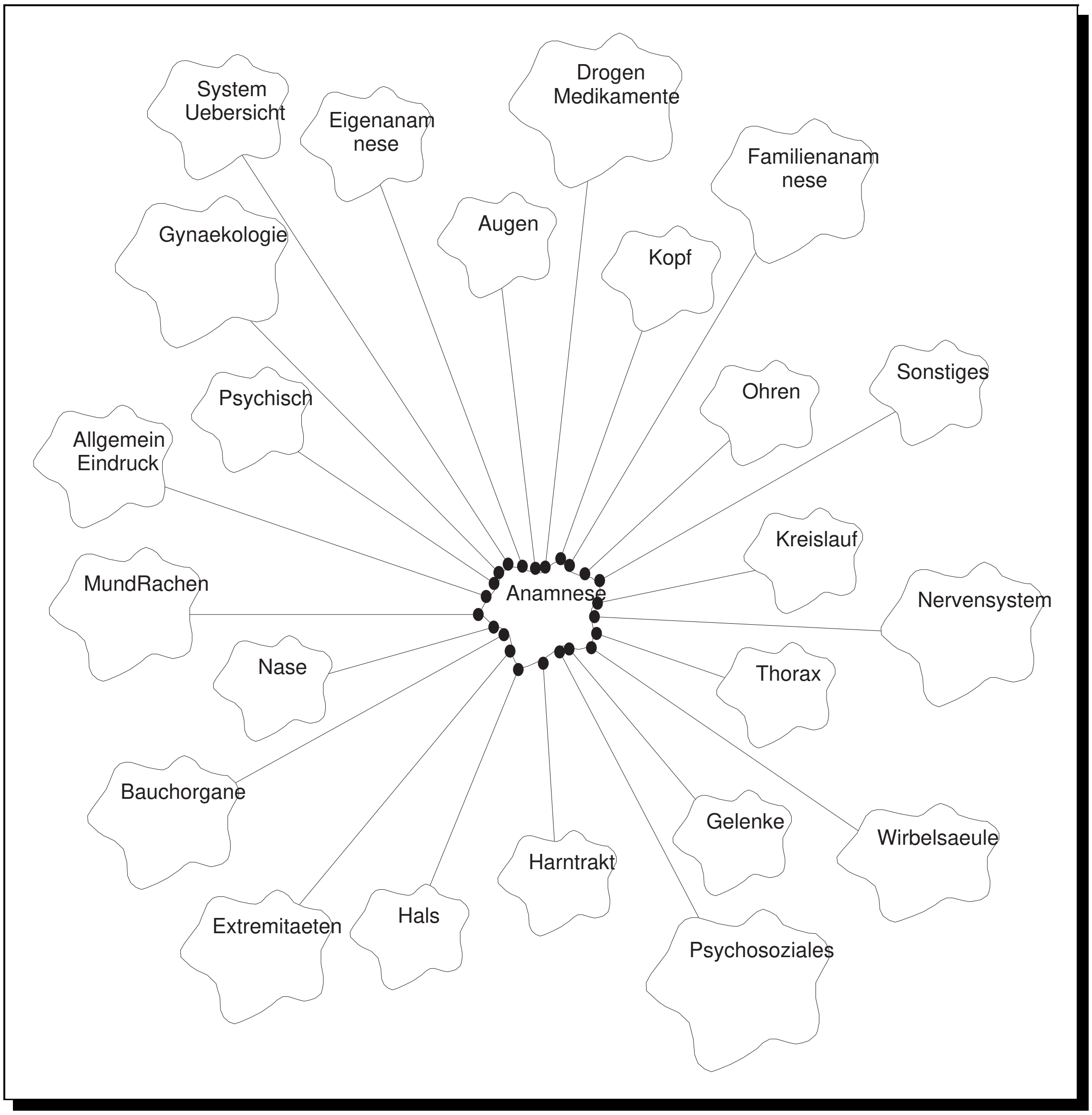



Abbildung A.2: Die komplette Anamnese

Abbildung A.2 zeigt alle Klassen, aus denen sich die Anamnese zusammensetzt. Fast alle aufgeführten Klassen stehen in Beziehung zu weiteren Klassen, um so eine feinere Modellierungsgranularität zu erreichen(siehe die Erläuterung der „Boochnotation“ auf Seite 202). Darüber hinaus finden sich die einzelnen Klassen in dieser Granularität in der medizinischen Terminologie wieder. Die verwendeten Bezeichner orientieren sich so weit wie möglich an der täglichen Praxis der Ärzte, um die Verständigung zwischen Problembereichsexperten und dem Systementwickler (in den meisten Fällen ein Informatiker) zu erleichtern.

Tabelle A.1 listet alle in der Anamnese verwendeten Klassen auf. Um eine kompakte Darstellung der über 100 Klassen zu erreichen, wurde auf eine alphabetische Ordnung verzichtet.

Eine ausführliche und geordnete Darstellung aller Klassen inklusive aller Beziehungen, Attribute und der Typhierarchie der Attribute findet sich in Kapitel A.3.2. Um die Klassen für eine Modellierung sofort einsetzen zu können, stehen die abgespeicherten Daten im Format der CASE-Software „Rose“ auf dem Server des Informatik-Lehrstuhls 10 der Universität Dortmund zum „herunterladen“ via „WWW“ oder „FTP“ bereit. Weitere Informationen finden sich im Internet unter der Adresse „http://www.ls10.informatik.uni-dortmund.de“.

| | | |
|---|---|---|
| SystemUebersicht | AllgemeinEindruck | Augen |
| AllgemeinBeschwerden | SeelischGeistigerAZ | PupillenReaktion |
| SUKopf | KoerperbauTyp | SehFaehigkeit |
| AHK | EZ | FundusVeraenderung |
| SUBrustkorb | HautSchleimhaut | Pupillen |
| Rachen | Bewegung | AugenLider |
| Mund | Haltung | AugenBrauen |
| Verdauungstrakt | Mimik | Konjunktiven |
| Urogenitalsystem | Sprache | Skleren |
| HL | Geruch | Hornhaut |
| EMS | Oedeme | Bulbi |
| NPP | LymphKnoten | |
| Endokrin | | |
| Bauchorgane | Kreislauf | UrogenitalRektal |
| Oberflaeche | Herz | GeschlechtsOrgane |
| Hernien | BlutdruckPuls | AnaleInspektion |
| DarmGeraeusche | HerzspitzenStoss | DigitalRektal |
| Leber | Herztoene | ProktoSkopie |
| Milz | Geraeusche | Spekulum |
| Gallenblase | Rhythmus | RektoSkopie |
| Nierenlager | Funktionen | |
| MundRachen | NervenSystem | Thorax |
| Lippen | PhysiologischeReflexe | Brustkorb |
| Zaehne | PathologischeReflexe | Mammae |
| Zahnfleisch | Muskulatur | Klopfschall |
| Zunge | Koordination | LungenGrenzen |
| TRK | Sensibilitaet | AtemGeraeusche |
| DrogenMedikamente | Extremitaeten | Kopf |
| Tabak | Finger | NAP |
| Alkohol | Muskulatur | Gesicht |
| TeeKaffee | Pulse | Nebenhoehlen |
| Medikamente | Varizen | |
| Drogen | | |
| Psychosoziales | Hals | Gynaekologie |
| Besonderheiten | Thyreoidea | RegelAnamnese |
| Allgemeines | Struma | Geburten |
| Beschaeftigung | Gefaesse | |
| FamilienAnamnese | EigenAnamnese | Gelenke |
| FamilienKrankheiten | | |
| FamilienAngehoerige | | |
| Wirbelsaeule | Ohren | Nase |

Tabelle A.1: Alle Klassen der Anamnese

### A.3.1 Klassenbeschreibung

Die folgende Beschreibung der Klassen gibt einen Überblick über die Informationen, die der Arzt aus der Anamnese gewinnen kann. Im Rahmen dieser Arbeit können nicht alle Punkte der Anamnese ausgeleuchtet werden. Spezielle Fragen zu ausgewählten Aspekten, die sich bei der Modellierung einer Applikation ergeben, sind in jedem einzelnen Fall ohnehin nur vom jeweiligen zukünftigen Anwender, in den meisten Fällen Ärzte oder medizinisches Personal, zu beantworten.

**AllgemeinEindruck** Die unter AllgemeinEindruck zusammengefaßten Informationen geben einen ersten Eindruck vom Gesamtzustand des Patienten. Das reicht von der Mimik, die unter Umständen etwas über den geistigen Zustand des Patienten aussagt, über den Körperbautyp (z. B. athletisch) bis hin zum Ernährungszustand (z. B. Übergewicht, Untergewicht). Aus diesen Informationen und durch seine Erfahrung kann der Arzt sich eine erste Meinung über den Patienten bilden. Statistische Untersuchungen zeigen, daß z. B. der Körperbau bestimmte Erkrankungen wahrscheinlicher macht als andere. Fettleibige Patienten erkranken z. B. häufiger an *Arteriosklerose* als normalgewichtige.

**Augen** Die unter Augen zusammengefaßten Informationen beschreiben den für das Sehen verantwortlichen Teil der Organe und Gewebe.

**Bauchorgane** Die Klasse der Bauchorgane umfaßt die unter topologischen Gesichtspunkten zusammengehörenden Organe des Bauchs. Da die Niere nicht innerhalb des Bauchfells, sondern dahinter (retroperitoneal) liegt, gehört sie in diesem Sinne nicht zu den Bauchorganen. Zwar gehört das Nierenlager ebenfalls nicht zu den Bauchorganen, wird allerdings im Rahmen der Untersuchung bei der Befundung der Bauchorgane mit abgehandelt.

**DrogenMedikamente** Die Klasse DrogenMedikamente umfaßt eine Menge von extern zugeführten potentiell gesundheitsgefährdenden Stoffen. Alle können Nebenwirkungen auf den Patienten haben oder in Kombination mit anderen Stoffen ungewünschte Wechselwirkungen zeigen. Häufig kann der Arzt durch die Aufzählung der verordneten Medikamente auf Krankheiten schließen, die der Patient vorher anzugeben vergessen hatte.

**EigenAnamnese** Bei der Eigenanamnese macht der Patient Angaben zu Krankheiten, die bis zur Untersuchung bereits festgestellt und eventuell auch behandelt wurden. Dies schließt auch Unfälle und Tropenkrankheiten mit ein. Dies gibt dem Arzt einen Überblick über den bisherigen Krankenstatus des Patienten.

**Extremitaeten** In dieser Klasse werden Informationen zur Koordinationsfähigkeit des Patienten zusammengefaßt. Dadurch kann der Arzt Rückschlüsse auf die Sensibilität der Muskulatur ziehen sowie bestimmte Teile der Rückenmarksnerven einschätzen.

**FamilienAnamnese** Die unter Familienanamnese zusammengefaßten Informationen zeigen dem Arzt mögliche Krankheitsursachen aufgrund gesicherter Erbkrankheiten an. Darüber hinaus können chronische Erkrankungen sowie die Todesursachen der Eltern Hinweis auf genetische Dispositionen (Neigungen) sein.

**Gelenke** In dieser Klasse werden Informationen zu den Armen und Beinen des Patienten zusammengefaßt. Dadurch hat der Arzt die Möglichkeit Fehlentwicklungen aus der Kindheit des Patienten zu bewerten, die sich zum Teil in der Form und dem Zustand der Gelenke wiederfinden.

**Gynaekologie** Die unter Gynäkologie zusammengefaßten Informationen beschreiben den Zustand der weiblichen Geschlechtsorgane sowie der für die Fortpflanzung wichtigen Organgruppen.

**Hals** Die unter Hals zusammengefaßten Informationen beschreiben vor allem den Zustand der Schilddrüse, die als ein wichtiger Hormonlieferant die Funktionen des Körpers auf Anweisung des Gehirns hin steuert.

**Kopf** Hier wird der Kopf als Ganzes beurteilt. Die einzelnen Sinnesorgane wie Augen und Ohren werden noch differenzierter in den dafür verantwortlichen Klassen beschrieben.

**Kreislauf** Zur Bewertung des Kreislaufapparates dient die Klasse Kreislauf, die dem Arzt Informationen über die körperliche Belastbarkeit des Patienten gibt. Da ein gut funktionierender Kreislaufapparat alle Organe und Gewebe des Körpers positiv beeinflußt, lassen sich bestimmte multisymptomale (durch viele Einzelsymptome auftretende) Krankheiten aufgrund einer schlechten Kreislaufleistung einschätzen.

**MundRachen** In dieser Klasse sind Informationen über den ersten Teil des Verdauungstraktes zusammengefaßt. Der Verdauungstrakt ist für die Versorgung des Körpers mit Nährstoffen verantwortlich. Viele schleichende (sich langsam entwickelnde) Erkrankungen lassen sich durch Fehlfunktionen im Bereich der Verdauung begründen.

**Nase** Die unter Nase zusammengefaßten Informationen beschreiben die für das Riechen verantwortlichen Teile der Organe und Gewebe.

**NervenSystem** Da das Nervensystem für die Übertragung von Informationen und Befehlen zwischen dem Gehirn und den Organen zuständig ist, kann dessen Fehlverhalten zu vielen verschiedenen Krankheiten führen. Der Arzt benötigt deshalb eine Zustandsbeschreibung des Nervensystems zur Beurteilung des gesamten Patienten.

**Ohren** Die unter Ohren zusammengefaßten Informationen beschreiben den für das Höhren verantwortlichen Teil der Organe und Gewebe.

**Psychosoziales** Die unter Psychosoziales zusammengefaßten Klassen beschreiben den sozialen Hintergrund des Patienten, seine berufliche Stellung und die Familiensituation in der er lebt. Der Arzt hat dadurch die Möglichkeit, Problemfelder der sozial bedingten Krankheitsentstehung frühzeitig zu erkennen und sowohl in die Diagnose als auch in die Therapie miteinzubeziehen. Zudem wird dem Behandelnden eine Abschätzung der „Compliance“, also der Bereitschaft des Patienten an der Therapie aktiv mitzuwirken, ermöglicht, die gerade im Bereich nichtmedikamentöser Behandlung wichtig ist.

**SystemUebersicht** Wie die Klasse Allgemeineindruck liefert die Klasse SystemUebersicht Informationen über den Gesamtzustand des Patienten, allerdings auf der Ebene der Organe und Gewebe und nicht aufgrund äußerer Erscheinung.

**Thorax** Die Klasse Thorax dient hauptsächlich der Beschreibung der Lungen, die den vom Körper benötigten Sauerstoff aus der Umgebungsluft gewinnen.

**UrogenitalRektal** In dieser Klasse sind Informationen über den letzten Teil des Verdauungstraktes zusammengefaßt (siehe Klasse MundRachen).

**Wirbelsaeule** In der Klasse Wirbelsäule werden Informationen zu einem Teil des Halteapparats zusammengefaßt.

#### A.3.1.1 Entwurfsentscheidungen

Während der Entwurfsphase wurden unzählige Entwurfsentscheidungen getroffen, die praktisch nicht zu beschreiben sind. Zahlreiche von ihnen lassen sich nur mit entsprechendem medizinischen Fachwissen beurteilen und wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Problembereichsexperten getroffen. Zwei Entwurfsentscheidungen sollen jedoch diskutiert werden:

**Die Klasse „Sonstiges“** Jede Klasse aggregiert die Klasse „Sonstiges“, um dem Arzt jederzeit die Möglichkeit zu geben, Anmerkungen beliebiger Art zuzufügen. Es stellte sich heraus, daß die in der aktuellen Praxis üblichen Formulare in Sonderfällen nach Bedarf beschriftet werden, ohne die mehr oder weniger formale Struktur zu beachten. Die Möglichkeit, jederzeit nicht im vorhinein spezifizierte Anmerkungen anhängen zu können steigert die Akzeptanz einer Softwarelösung erheblich. Es ist zu erwarten, daß beim Computereinsatz von dieser Möglichkeit seltener Gebrauch gemacht werden wird als zur Zeit üblich (manuelle Anamnese auf Papier), da die elektronischen Formulare im allgemeinen mehr Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung stellen.

**Das Attribut „unauffaellig“** Da nicht jede Anamnese komplett durchgeführt wird, ergibt sich bei der nachträglichen Bewertung einer Anamneseaufzeichnung häufig das Problem zu entscheiden, ob z. B. ein Organ, zu dem keine Angabe gemacht wurde, unauffällig war oder ob es nicht untersucht wurde. Vor allem unter forensischen Aspekten muß diese Frage jedoch entschieden werden können. Aus diesem Grunde ist jeder Klasse das Attribut „unauffaellig“ zugefügt. In Einzelfällen ist das Attribut anders benannt, siehe im einzelnen die Beschreibung in A.3.2.

#### A.3.1.2 Die Typhierarchie der Anamneseklassen

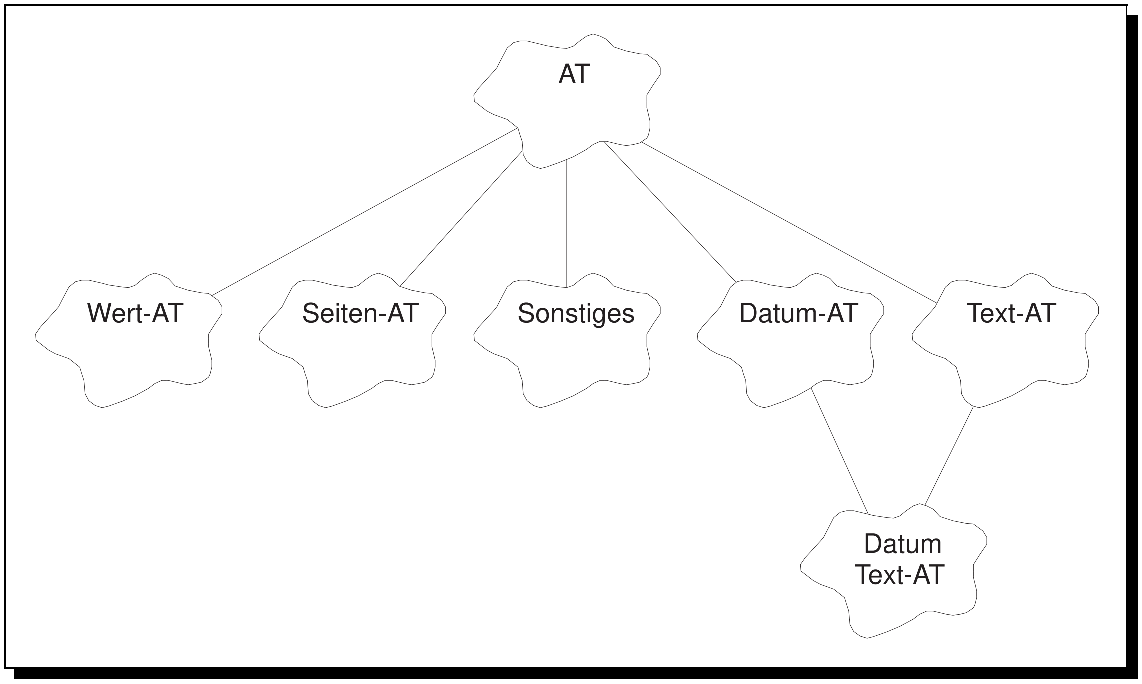



Abbildung A.3: Die Typhierarchie der Anamnese

Wie in Kapitel 4.5.4 beschrieben können die Attributtyen in einer objektorientierten Datenbank sowohl atomar als auch zusammengesetzt sein. Von dieser Möglichkeit wird bei der Modellierung der Anamnese Gebrauch gemacht. Die Attribute sind selbst wieder als Klassen und damit auch als Typen definiert (siehe Abschnitt 4.5.4.1). Daraus ergibt sich der Vorteil, daß sich Änderungen an diesen Klassen sofort auf das gesamte Datenmodell auswirken ohne daß jede einzelne Klasse geändert werden muß.

Die meisten Attribute werden durch die Klasse AT (AllgemeinTyp, Abbildung A.3 und Tabelle A.2) beschrieben, die aus zwei Attributen besteht.

**Befund** ist als „string“ definiert und gestattet so die Eingabe einer begrenzten Anzahl von Zeichen, die von der verwendeten Datenbank abhängt (im allgemeinen 256 oder 65536). Das Attribut Befund gestattet dem Arzt Informationen einzugeben.

**Kommentar** Um die unter Befund eingegebenen Informationen zu kommentieren, steht dieses Attribut zur Verfügung.

Dadurch ist es möglich, jedem Attribut der Anamnese einen beliebigen Text und zusätzlich einen Kommentar zuzuordnen. Das folgende Beispiel soll den Sachverhalt verdeutlichen:

Die Klasse RegelAnamnese (Seite 91) enthält das Attribut Schmerzen, dem über den Typ AT die Attribute Befund und Kommentar zugeordnet sind. In einem konkreten Fall könnte die Eintragung wie folgt lauten:

**Befund** Vom Beginn der Regel an auftretende Schmerzen, die erst nach Abschluß der Blutungen langsam nachlassen.

**Kommentar** Durch die Einnahme von niedrigdosierten Kontrazeptiva (Antibabypille) bleiben die Schmerzen für die Patientin in erträglichem Rahmen.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| AT | | |
| | Befund | string |
| | Kommentar | string |

Tabelle A.2: Die Klasse AT

Die Klasse Wert-AT erweitert die Klasse AT über den Vererbungsmechanismus und gestattet über die Klasse AT hinaus die Eingabe eines Zahlenwertes. In dieser Form sind auch die Klassen Seiten-AT, Text-AT, Datum-AT, DatumText-AT und Sonstiges erweitert.

Die Klasse Seiten-AT gestattet über die Klasse AT hinaus die Eingabe eines weiteren Textes der zur Seitenlokalisation (links oder rechts) am Patienten genutzt werden soll. Die Klasse Text-AT gestattet über die Klasse AT hinaus die Eingabe eines weiteren Textes und die Klasse Datum-AT die Eingabe eines Datums. Die Klasse DatumText-AT ist eine Spezialisierung der Klasse Datum-AT und Text-AT und faßt so beide zusammen. Die Klasse Sonstiges gestattet die Eingabe einer beliebig großen Menge von Texten.

### A.3.2 Die Klassen der Anamnese

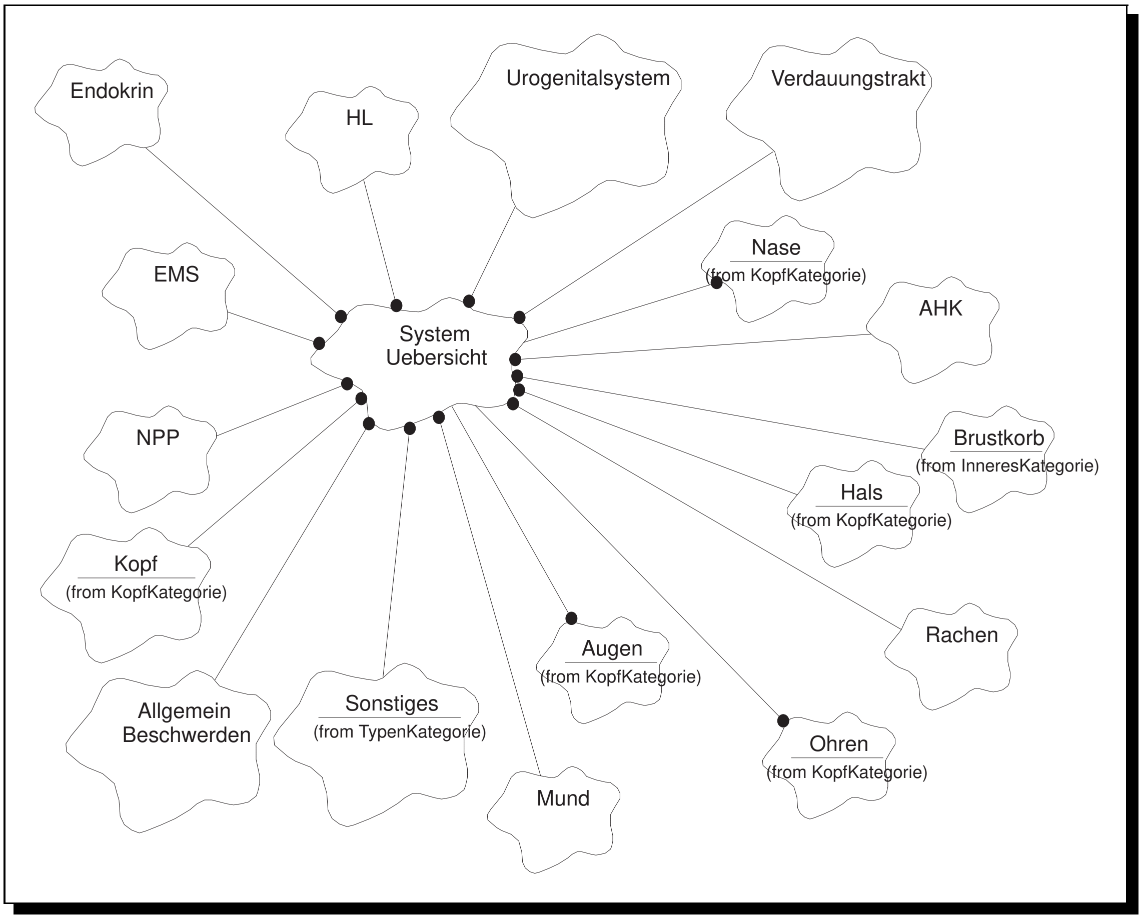



Abbildung A.4: Die Klasse SystemUebersicht

Die Klasse SystemUebersicht.

- Die Klasse SystemUebersicht (Abbildung A.4 und Tabelle A.3) gibt einen Überblick über den Gesamtstatus des Patienten. Zum Teil werden die Organe nicht im einzelnen sondern im funktionellen Zusammenhang betrachtet. (siehe z. B. Verdauungsrakt.)

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| SystemUebersicht | | |

Tabelle A.3: Die Klasse SystemUebersicht

Die leere Tabelle deutet an, daß die Klasse SystemUebersicht keine eigenen Attribute hat, sondern sich durch die „enthalten sein“ Beziehung aus weiteren Klassen zusammensetzt.

- Die Klasse AllgemeinBeschwerden (Tabelle A.4) beschreibt typische Symptome, die als Hinweise auf verschiedene Erkrankungen dienen.

**Nykturie** Nächtliches Wasserlassen.

**Polyurie** Hohe Urinvolumina pro Blasenentleerung.

**Anurie** Urinvolumen unter 100 ml pro Tag.

**Ohnmacht** Tendenz zu Ohnmachtsanfällen als Reaktion auf äußere Einflüsse.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| AllgemeinBeschwerden | | |
| | Befund | AT |
| | Durchfall | AT |
| | Appetitmangel | AT |
| | Uebelkeit | AT |
| | Erbrechen | AT |
| | Verstopfung | AT |
| | Gewebeveraenderung | AT |
| | UebermaessgerDurst | AT |
| | Nykturie | AT |
| | Polyurie | AT |
| | Anurie | AT |
| | Potenzstoerungen | AT |
| | Schwaeche | AT |
| | Schwindel | AT |
| | Gleichgewichtsstoerungen | AT |
| | Ohnmacht | AT |

Tabelle A.4: Die Klasse AllgemeinBeschwerden

- Die Klasse AHK (Atmung Herz Kreislauf) (Tabelle A.5) beschreibt den Zustand des Kreislaufapparates einschließlich Herz und Atmung.

  **NaechtlicheDyspnoe** Nächtliche Luftnot.

  **Todesangst** Anfälle panikartiger Todesangst.

- Die Klasse SUBrustkorb (SystemuebersichtBrustkorb) (Tabelle A.6) beschreibt den Zustand des Brustkorbs im Zusammenhang der Systemübersicht.
- Die Klasse Rachen (Tabelle A.7) beschreibt den Zustand des Rachens.
- Die Klasse Mund (Tabelle A.8) beschreibt den Zustand des Mundes.
- Die Klasse SUKopf (SystemUebersichtKopf) (Tabelle A.9) beschreibt den Zustand des Kopfes im Zusammenhang mit der Systemübersicht.
- Die Klasse Verdauungstrakt (Tabelle A.10) beschreibt den Zustand des Verdauungstraktes, der im Mund beginnt und im After endet.

  **Sodbrennen** Brennendes Gefühl in der unteren Speiseröhre durch aufsteigende Magensäure.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| AHK | | |
| | KurzatmigInRuhe | AT |
| | KurzatmigBeiAnstrengung | AT |
| | NaechtlicheDyspnoe | AT |
| | Todesangst | AT |
| | Husten | AT |
| | Auswurf | Text-AT |
| | Brustschmerzen | AT |
| | Nachtschweiss | AT |
| | UnregelmaessigerHerzschlag | AT |
| | PloetzlichesHerzrasen | AT |

Tabelle A.5: Die Klasse AHK

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| SUBrustkorb | | |
| | Schwellungen | AT |
| | KotenInDerAchselhoehle | AT |
| | VeraenderungenDerBruesteOderBrustwarzen | AT |

Tabelle A.6: Die Klasse SUBrustkorb

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Rachen | | |
| | Halsschmerzen | AT |
| | Schluckbeschwerden | AT |
| | Heiserkeit | AT |

Tabelle A.7: Die Klasse Rachen

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Mund | | |
| | Zahnfleischbluten | AT |
| | Zungenbrennen | AT |
| | KeinGeschmack | AT |
| | Zahnschmerzen | AT |

Tabelle A.8: Die Klasse Mund

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| SUKopf | | |
| | Schmerzen | AT |
| | Haarausfall | AT |

Tabelle A.9: Die Klasse SUKopf

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Verdauungstrakt | | |
| | Schluckbeschwerden | AT |
| | Aufstossen | AT |
| | Sodbrennen | AT |
| | Oberbauchbeschwerden | AT |
| | Voellegefuehl | AT |
| | Bauschschmerzen | AT |
| | Blaehungen | AT |
| | ZunehmenderBauchumfang | AT |
| | FettUnvertraeglichkeit | AT |
| | KaffeeUnvertraeglichkeit | AT |
| | GewuerzUnvertraeglichkeit | AT |
| | ObstUnvertraeglichkeit | AT |
| | Uebelkeit | AT |
| | Erbrechen | Wert-AT |
| | AenderungDerUeblichenVerdauung | AT |
| | StuhlgangMitZiehendenSchmerzen | AT |
| | Brennen | AT |
| | SchwarzerStuhl | AT |
| | SchleimigerStuhl | AT |
| | BlutigerStuhl | AT |
| | UnverdauteSpeisen | AT |
| | Wuermer | AT |

Tabelle A.10: Die Klasse Verdauungstrakt

- Die Klasse Urogenitalsystem (Tabelle A.11) beschreibt den Zustand der harnableitenden Systeme.

  **Harnstottern** Gepulst-unterbrochener Harnstrahl.

  **Startschwierigkeiten** Verzögerte Blasenentleerung.

  **Troepfeln** Tropfenweises Nachlaufen des Urins.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Urogenitalsystem | | |
| | Harnstottern | AT |
| | Startschwierigkeiten | AT |
| | Troepfeln | AT |
| | Schmerzen | AT |
| | BrennenBeimWasserlassen | AT |
| | UrinNichtHaltenKoennen | AT |
| | Nierenschmerzen | AT |
| | DuklesUrin | AT |
| | BlutigesUrin | AT |
| | SchaumigesUrin | AT |
| | TruebesUrin | AT |
| | Steine | AT |
| | BlutungBeiGeschlechtsverkehr | AT |

Tabelle A.11: Die Klasse Urogenitalsystem

- Die Klasse HL (*Hämatopoetisches System* und Lymphsystem) (Tabelle A.12) beschreibt den Zustand des Lymphsystems.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| HL | | |
| | VerletzungblutungLaenger5Minuten | AT |
| | UngewoehlicheBlaueFlecken | AT |
| | SchlechteWundheilung | AT |
| | KnotenInDerAchselhoehle | AT |
| | KotenInDerLeiste | AT |

Tabelle A.12: Die Klasse HL

- Die Klasse EMS (Extremitäten, Muskel- und Skelettsystem) (Tabelle A.13) beschreibt den Zustand der Muskeln und des Skeletts im Bereich der *Extremitäten*.

  **Missempfindung** Subjektives regionalisiertes Unbehagen.

- Die Klasse NPP (*Neurologisch*, Psychiatrisch, Psychologisch) (Tabelle A.14) beschreibt sowohl den *neurologischen*, als auch den psychologischen Zustand des Patienten. Psychiatrische Aspekte werden ebenfalls berücksichtigt.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| EMS | | |
| | SchmerzenInGelenken | AT |
| | SchmerzenInGliedern | AT |
| | SchmerzenImRuecken | AT |
| | Bewegungseinschraenkung | AT |
| | Missempfindung | AT |
| | Kaeltegefuehl | AT |
| | SchmerzenBeimGehen | AT |
| | SchmerzenInRuhe | AT |

Tabelle A.13: Die Klasse EMS

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| NPP | | |
| | UngeklaerteTraurigkeit | AT |
| | Gruebeln | AT |
| | Nervenzusammenbrueche | AT |
| | Gedaechtnisstoerungen | AT |
| | Konzentrationsstoerungen | AT |
| | Haltlosigkeit | AT |
| | Taubheit | AT |
| | Kribbeln | AT |
| | Schmerzen | AT |
| | Gangstoerungen | AT |
| | Sprechstoerungen | AT |
| | Laehmungen | AT |

Tabelle A.14: Die Klasse NPP

- Die Klasse Endokrin (Tabelle A.15) beschreibt den Drüsen- und Hormonhaushalt.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Endokrin | | |
| | AuffallendVielUrin | AT |
| | EmpfindlichkeitGegenWaerme | AT |
| | EmpfindlichkeitGegenKaelte | AT |
| | Hitzewallungen | AT |

Tabelle A.15: Die Klasse Endokrin

Damit sind alle Klassen, aus denen sich die Systemübersicht zusammensetzt, beschrieben.

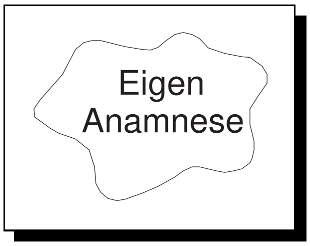



Abbildung A.5: Die Klasse EigenAnamnese

Die Klasse EigenAnamnese steht nicht mit weiteren Klassen in Verbindung. Alle benötigten Attribute sind in der Klasse selbst zusammengefaßt.

- Die Klasse Eigenanamnese (Abbildung A.5 und Tabelle A.16) beschreibt die Angaben zur medizinischen Vergangenheit des Patienten.

  **Lues** Geschlechtskrankheit Syphillis.

  **Gonorrhoe** Geschlechtskrankheit Tripper.

  **Thrombose** Gerinnselbildung in den Venen.

  **Embolie** Gerinnselbildung in den Arterien.

  **Glaukom** Grüner Star (Augeninnendruckerhöhung).

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| EigenAnamnese | | |
| | Kinderkrankheiten | list(Text-AT) |
| | Krankenhausaufenthalte | list(Text-AT) |
| | RheumatischesFieber | Text-AT |
| | Lues | AT |
| | Gonorrhoe | AT |
| | Lungenkrankheiten | list(Text-AT) |
| | Tuberkulose | AT |
| | Magenkrankheiten | AT |
| | Darmkrankheiten | list(Text-AT) |
| | Gelbsucht | list(Text-AT) |
| | Gallenblasenerkrankung | list(Text-AT) |
| | Bluthochdruck | list(Text-AT) |
| | Nierenerkrankung | list(Text-AT) |
| | Thrombose | AT |
| | Embolie | AT |
| | Glaukom | AT |
| | Epilepsie | AT |
| | Krebs | list(Text-AT) |
| | Zuckerentgleisung | AT |
| | Urinzucker | AT |
| | Blutzucker | AT |
| | Unfaelle | list(Text-AT) |
| | Operationen | list(Text-AT) |
| | Allergien | list(Text-AT) |
| | Sonstiges | list(Text-AT) |
| | Tropenkrankheiten | list(Text-AT) |
| | Haustiere | list(Text-AT) |

Tabelle A.16: Die Klasse EigenAnamnese

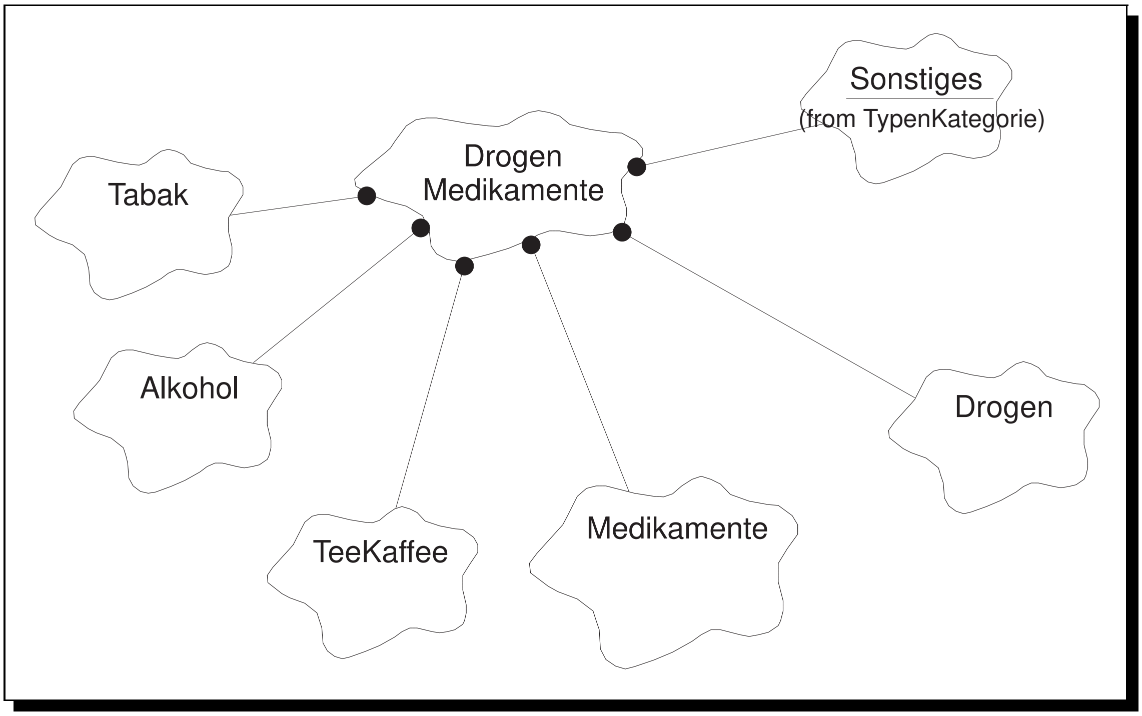



Abbildung A.6: Die Klasse DrogenMedikamente

Die Klasse DrogenMedikamente mit allen in Beziehung stehenden Klassen.

- Die Klasse DrogenMedikamente (Abbildung A.6 und Tabelle A.17) beschreibt den Drogen- und Medikamentenkonsum des Patienten.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| DrogenMedikamente | | |

Tabelle A.17: Die Klasse DrogenMedikamente

- Die Klasse Medikamente (Tabelle A.18) beschreibt die regelmäßig eingenommenen Medikamente.

  **Antikoagulanzien** Blutgerinnungshemmende Mittel.

  **Stimulanzien** Aufputschmittel.

- Die Klasse Tabak (Tabelle A.19) beschreibt den Tabakkonsum.
- Die Klasse Alkohol (Tabelle A.20) beschreibt den Alkoholkonsum.
- Die Klasse TeeKaffee (Tabelle A.21) beschreibt den Tee- und Kaffeekonsum.
- Die Klasse Drogen (Tabelle A.22) beschreibt den Drogenkonsum.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Medikamente | | |
| | Abfuehrmittel | list(Text-AT) |
| | Schmerzmittel | list(Text-AT) |
| | Beruhigungsmittel | list(Text-AT) |
| | Schlafmittel | list(Text-AT) |
| | Antikoagulanzien | list(Text-AT) |
| | Herztabletten | list(Text-AT) |
| | Stimulantien | list(Text-AT) |
| | Sonstige | list(Text-AT) |
| | Diaeten | list(Text-AT) |
| | Keine | AT |

Tabelle A.18: Die Klasse Medikamente

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Tabak | | |
| | Zigaretten | Wert-AT |
| | Raucher | AT |
| | Zigarren | Wert-AT |
| | Pfeifen | Wert-AT |
| | Dauer | Wert-AT |
| | Aufgegeben | Datum-AT |
| | Keinen | AT |

Tabelle A.19: Die Klasse Tabak

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Alkohol | | |
| | Trinkverhalten | Text-AT |
| | Bier | Wert-AT |
| | SchnapsLikoer | Wert-AT |
| | Wein | Wert-AT |
| | Entziehungskuren | Wert-AT |
| | Keinen | AT |

Tabelle A.20: Die Klasse Alkohol

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| TeeKaffee | | |
| | Kaffee | Wert-AT |
| | Tee | Wert-AT |
| | Keinen | AT |

Tabelle A.21: Die Klasse TeeKaffee

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Drogen | | |
| | Drogen | list(Text-AT) |
| | Keine | AT |

Tabelle A.22: Die Klasse Drogen

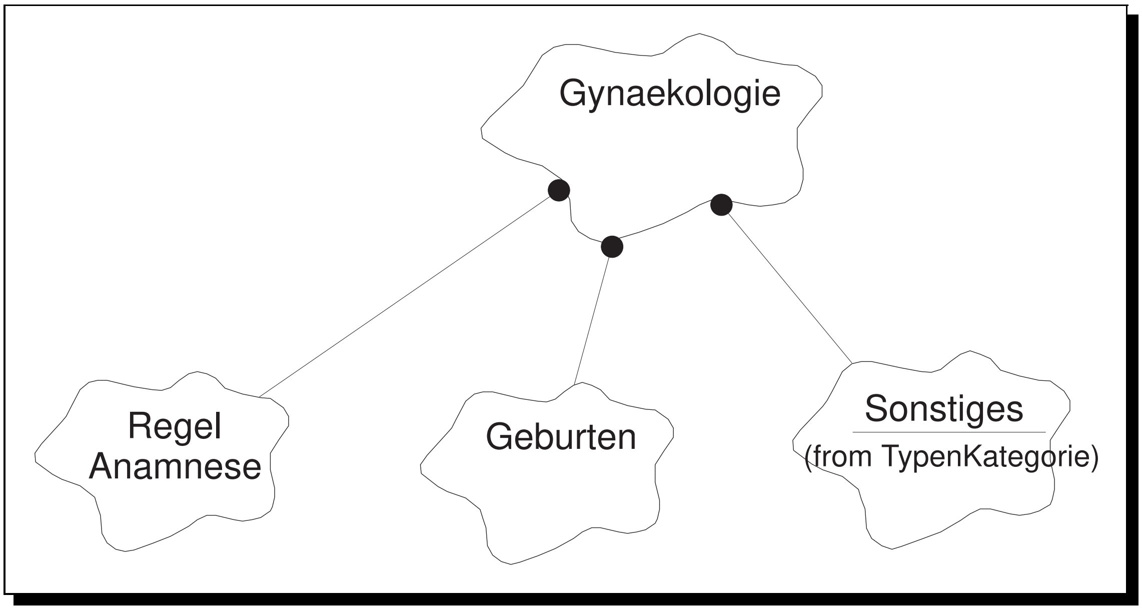



Abbildung A.7: Die Klasse Gynaekologie

Die Klasse Gynaekologie mit allen in Beziehung stehenden Klassen.

- Die Klasse Gynaekologie (Abbildung A.7 und Tabelle A.23) beschreibt zentrale Aspekte der Frauenheilkunde.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Gynaekologie | | |

Tabelle A.23: Die Klasse Gynaekologie

- Die Klasse RegelAnamnese (Tabelle A.24) beschreibt den Verlauf den monatlichen Regelblutung.

  **ErsteRegel** Datum der ersten Monatsblutung.

  **Zyklusdauer** Durchschnittliche Anzahl der Tage zwischen zwei Monatsblutungen.

  **Menstruationsdauer** Durchschnittliche Dauer einer Blutung in Tagen.

  **Menopause** Datum des finalen Ausbleibens der Regel.

  **LetzteRegel** Datum der letzten Regel.

  **Schmerzen** Regelblutung geht mit Schmerzen einher.

  **Unregelmaessigkeit** Unregelmäßige Zykluslänge.

  **Blutgerinnung** Viskositätszustand des abgesonderten Blutes.

  **BlutungenAusserhalbDerRegel** Vorhandensein von Zwischenblutungen.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| RegelAnamnese | | |
| | ErsteRegel | Wert-AT |
| | Zyklusdauer | Wert-AT |
| | Menstruationsdauer | list(Wert-AT) |
| | Menopause | Wert-AT |
| | LetzteRegel | Wert-AT |
| | Schmerzen | AT |
| | Unregelmaessigkeit | AT |
| | Blutgerinnung | AT |
| | BlutungenAusserhalbDerRegel | AT |

Tabelle A.24: Die Klasse RegelAnamnese

- Die Klasse Geburten (Tabelle A.25) enthält Informationen über die Schwangerschaften einer Frau.

  **Geburten** Anzahl der geborenen Kinder (Lebend- und Totgeburten).

  **Ueber9PfundGeburten** Anzahl der Kinder mit einem Gewicht über 9 Pfund.

  **Aborte** Anzahl der Fehlgeburten.

  **Totgeburten** Anzahl der Totgeburten.

  **Antikonzeptiva** Einnahme von Verhütungsmitteln.

  **Schwangerschaftserkrankungen** Sind typische Schwangerschaftserkrankungen aufgetreten.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Geburten | | |
| | Geburten | Text-Wert-AT |
| | Ueber9PfundGeburten | Wert-AT |
| | Aborte | Wert-AT |
| | Totgeburten | Wert-AT |
| | Antikonzeptiva | Text-AT |
| | Schwangerschaftserkrankungen | list(Text-AT) |

Tabelle A.25: Die Klasse Geburten

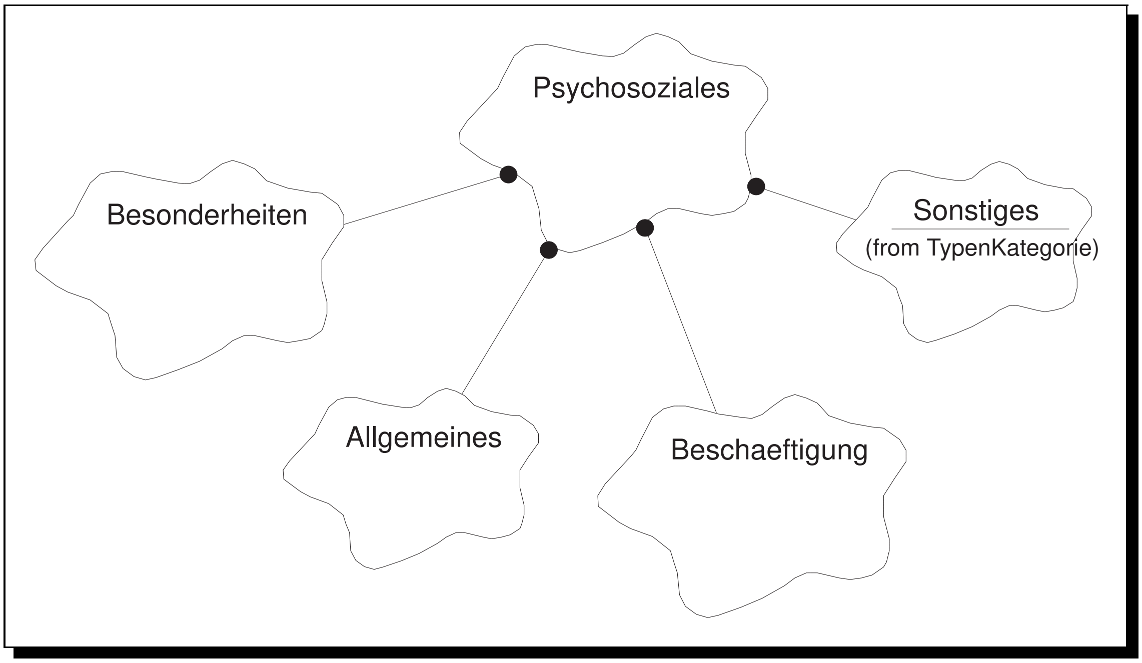



Abbildung A.8: Die Klasse Psychosoziales

Die Klasse Psychosoziales mit allen in Beziehung stehenden Klassen.

- Die Klasse Psychosoziales (Abbildung A.8 und Tabelle A.26) beschreibt die psychosozialen Grundmuster des Patienten.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Psychosoziales | | |

Tabelle A.26: Die Klasse Psychosoziales

- Die Klasse Besonderheiten (Tabelle A.27) beschreibt Besonderheiten und Auffälligkeiten im Verhaltensmuster des Patienten.

  **Triebe** Grundtriebe des Menschen.

  **Antriebe** Motivationen des Menschen.

- Die Klasse Allgemeines (Tabelle A.28) beschreibt den allgemeinen sozialen Stand des Patienten.

- Die Klasse Beschaeftigung (Tabelle A.29) beschreibt die berufliche Tätigkeit des Patienten.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Besonderheiten | | |
| | Triebe | list(AT) |
| | Stimmungen | list(AT) |
| | Gefuehle | list(AT) |
| | Antriebe | list(AT) |
| | Strebungen | list(AT) |
| | Wille | list(AT) |
| | Intellekt | list(AT) |

Tabelle A.27: Die Klasse Besonderheiten

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Allgemeines | | |
| | Familienstand | AT |
| | Kinder | Wert-AT |
| | Einkommen | Wert-AT |
| | SozialeBindungen | list(Text-AT) |

Tabelle A.28: Die Klasse Allgemeines

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Beschaeftigung | | |
| | Schulausbildung | AT |
| | ErlernterBeruf | list(Text-AT) |
| | Taetigkeit | list(Text-AT) |
| | Arbeitsunfaehig | Datum-Text-AT |
| | Rente | Datum-Text-AT |
| | Versorgung | Text-AT |

Tabelle A.29: Die Klasse Beschaeftigung

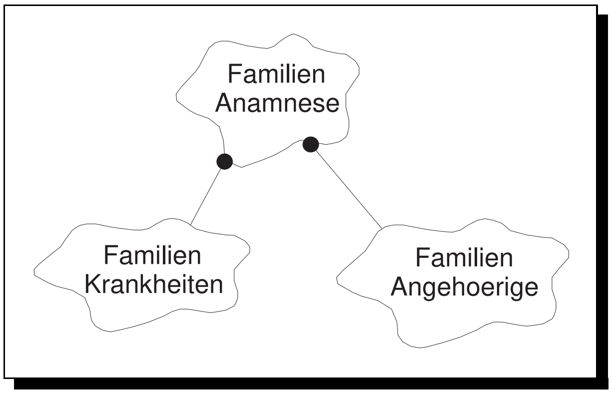



Abbildung A.9: Die Klasse FamilienAnamnese

Die Klasse FamilienAnamnese mit allen in Beziehung stehenden Klassen.

- Die Klasse FamilienAnamnese (Abbildung A.9 und Tabelle A.30) beschreibt die Erkrankungen, die in der Familie des Patienten aufgetreten sind und die Entwicklung des Patienten beeinflussen können.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| FamilienAnamnese | | |

Tabelle A.30: Die Klasse FamilienAnamnese

- Die Klasse FamilienKrankheiten (Tabelle A.31) beschreibt die möglicherweise auf den Patienten vererbten Anlagen zu bestimmten Erkrankungen.

  **Allergische Diatese** Bereitschaft zur allergischen Reaktion.

- Die Klasse FamilienAngehoerige (Tabelle A.32) gibt einen Überblick über die Familienangehörigen des Patienten.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| FamilienKrankheiten | | |
| | Tuberkulose | Text-AT |
| | Diabetes | Text-AT |
| | Steinleiden | Text-AT |
| | Hochdruck | Text-AT |
| | Schlaganfall | Text-AT |
| | Nervenkrankheit | Text-AT |
| | Geisteskrankheit | Text-AT |
| | Krebs | Text-AT |
| | AllergischeDiatese | Text-AT |
| | Trunksucht | Text-AT |
| | Herzinfarkt | Text-AT |
| | Sonstige | Text-AT |

Tabelle A.31: Die Klasse FamilienKrankheiten

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| FamilienAngehoerige | | |
| | Familienmitglied | list(Person-AT) |

Tabelle A.32: Die Klasse FamilienAngehoerige

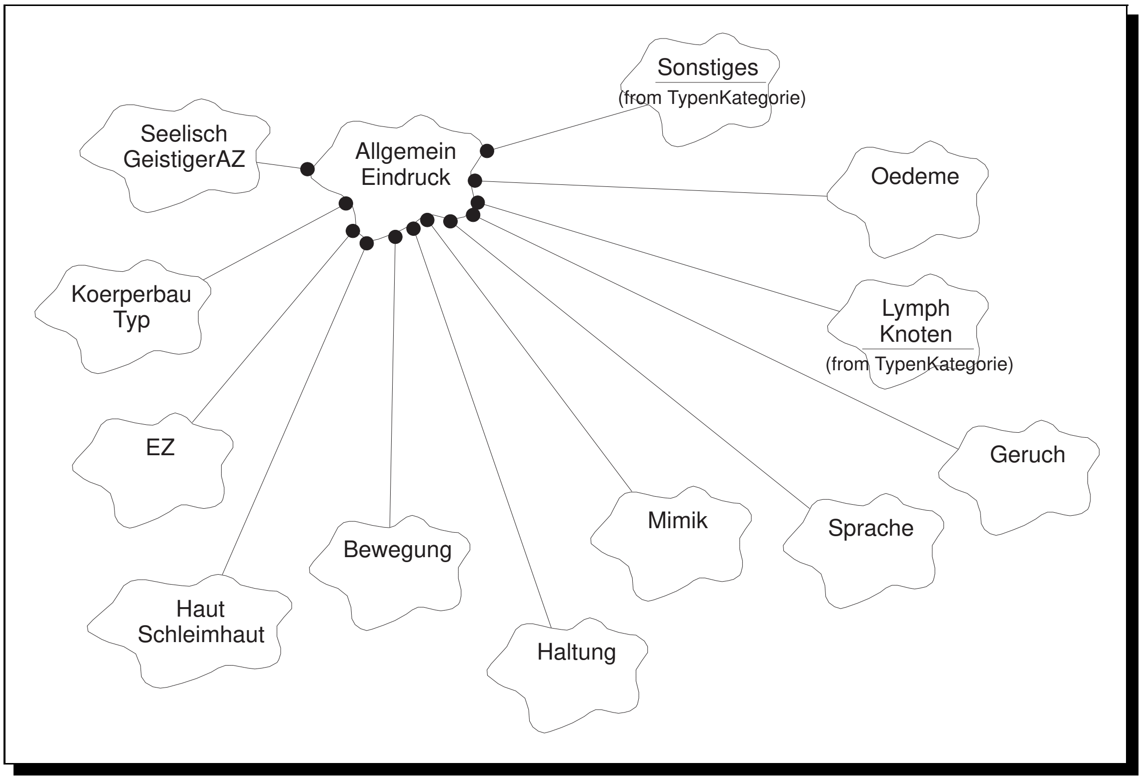



Abbildung A.10: Die Klasse AllgemeinEindruck

Die Klasse AllgemeinEindruck mit allen in Beziehung stehenden Klassen.

- Die Klasse AllgemeinEindruck (Abbildung A.10 und Tabelle A.33) beschreibt den Eindruck, den der Arzt vom Patienten durch eine erste Untersuchung gewinnt.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| AllgemeinEindruck | | |
| | SichtbareLymphknoten | AT |

Tabelle A.33: Die Klasse AllgemeinEindruck

- Die Klasse KoerperbauTyp (Tabelle A.34) beschreibt die Körperbauform des Patienten.

  **Leptosom** Hochaufgeschossener etwas schwächlicher Körperbau.

  **Pykniker** Untersetzter Körperbau.

- Die Klasse EZ (Ernährungszustand) (Tabelle A.35) beschreibt den Ernährungszustand des Patienten.

  **Kachetisch** Ausgezehrte Erscheinung.

  **Adipoes** Fettleibigkeit.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| KoerperbauTyp | | |
| | Mischform | AT |
| | Leptosom | AT |
| | Pyknisch | AT |
| | Athletisch | AT |

Tabelle A.34: Die Klasse KoerperbauTyp

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| EZ | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | Kachetisch | AT |
| | Mager | AT |
| | Adipoes | AT |

Tabelle A.35: Die Klasse EZ

- Die Klasse HautSchleimhaut (Tabelle A.36) beschreibt den Zustand des größten Organs des Menschen.

  **Zyanose** Bläuliche Verfärbung der Haut.

  **Ikterus** Gelbliche Verfärbung der Haut.

  **Effloreszenzen** Gesamtheit der Hauterscheinungen.

  **AbnormePigmentierung** Bräunliche Verfärbung der Haut.

  **VerminderterTurgor** Verminderte Hautspannung.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| HautSchleimhaut | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | Blaesse | AT |
| | Roetung | AT |
| | Zyanose | AT |
| | Blutung | AT |
| | Ikterus | AT |
| | Effloreszenzen | AT |
| | AbnormePigmentierung | AT |
| | AbnormeBehaarung | AT |
| | VerminderterTurgor | AT |

Tabelle A.36: Die Klasse HautSchleimhaut

- Die Klasse Bewegung (Tabelle A.37) beschreibt die Art und Weise, wie sich der Patient bewegt.

  **Tremor** Zitternde Bewegung.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Bewegung | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | Verlangsamt | AT |
| | Hastig | AT |
| | Ueberschiessend | AT |
| | Tremor | AT |

Tabelle A.37: Die Klasse Bewegung

- Die Klasse Mimik (Tabelle A.38) beschreibt die Mimik des Patienten.

  **Ueberschiessend** Mehr als durchschnittliche Mimik.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Mimik | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | Starr | AT |
| | Maskenhaft | AT |
| | Betont | AT |
| | Ueberschiessend | AT |

Tabelle A.38: Die Klasse Mimik

- Die Klasse Oedeme (Tabelle A.39) beschreibt Schwellungen unter Wassereinlagerung.

  **Sakrale** Einlagerungen über dem Kreuzbein.

- Die Klasse Geruch (Tabelle A.40) beschreibt den Geruch, der von dem Patienten ausgeht.

  **Hepatisch** Lebergeruch.

  **Azeton** Apfelgeruch.

- Die Klasse SeelischGeistigerAZ (Allgemeinzustand) (Tabelle A.41) beschreibt den seelischen und geistigen Allgemeinzustand des Patienten.

- Die Klasse Haltung (Tabelle A.42) beschreibt die körperliche Haltung des Patienten.

- Die Klasse Sprache (Tabelle A.43) beschreibt die Art des verbalen Ausdrucks des Patienten.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Oedeme | | |
| | Keine | AT |
| | Gesicht | Seiten-AT |
| | Sakrale | Seiten-AT |
| | Arm | Seiten-AT |
| | Fuss | Seiten-AT |
| | Knoechel | Seiten-AT |
| | Bein | Seiten-AT |
| | OedemZustand | AT |

Tabelle A.39: Die Klasse Oedeme

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Geruch | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | Urinoes | AT |
| | Hepatisch | AT |
| | Azeton | AT |

Tabelle A.40: Die Klasse Geruch

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| SeelischGeistigerAZ | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | Erregt | AT |
| | Apathisch | AT |
| | Moribund | AT |
| | Alkoholisiert | AT |

Tabelle A.41: Die Klasse SeelischGeistigerAZ

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Haltung | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | Gebeugt | AT |
| | Schlaff | AT |
| | Straff | AT |
| | Steif | AT |
| | Bettlaegerig | AT |

Tabelle A.42: Die Klasse Haltung

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Sprache | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | Stottern | AT |
| | Poltern | AT |
| | Stammeln | AT |
| | Lispeln | AT |
| | Verwaschen | AT |
| | Heiser | AT |
| | Tonlos | AT |
| | Abgehackt | AT |

Tabelle A.43: Die Klasse Sprache

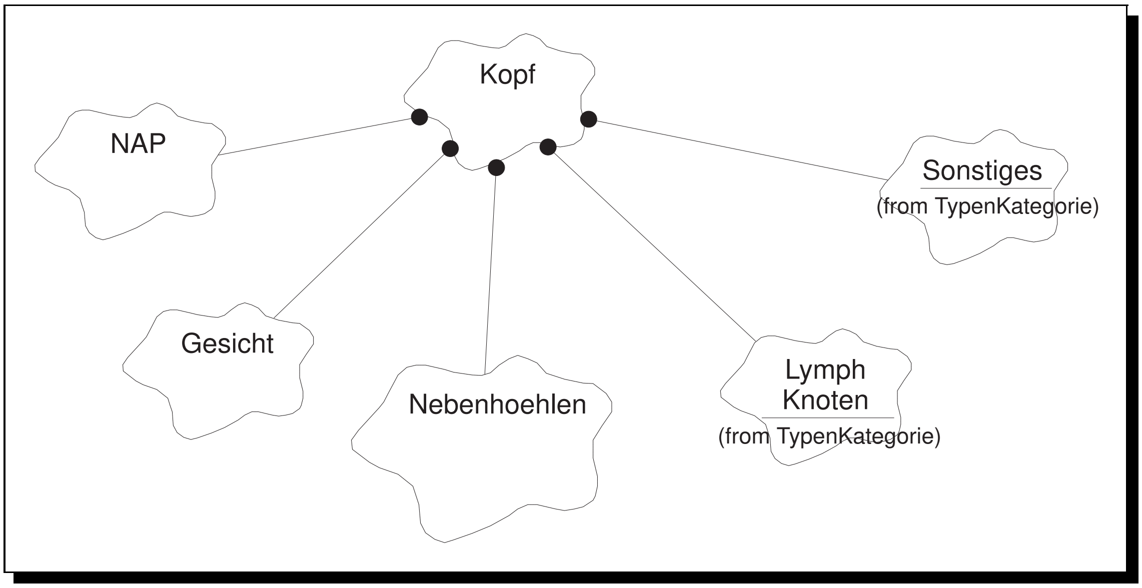



Abbildung A.11: Die Klasse Kopf

Die Klasse Kopf mit allen in Beziehung stehenden Klassen.

- Die Klasse Kopf (Abbildung A.11 und Tabelle A.44) beschreibt den Zustand des Kopfes.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Kopf | | |
| | Haarausfall | AT |
| | Schmerzen | AT |

Tabelle A.44: Die Klasse Kopf

- Die Klasse NAP (Nervenaustrittspunkte) (Tabelle A.45) beschreibt die Nervenaustrittspunkte des 5. Hirnnervs. Die Austrittspunkte liegen im Bereich der Wangen.
- Die Klasse Gesicht (Tabelle A.46) beschreibt den Zustand des Gesichtes.
- Die Klasse Nebenhoehlen (Tabelle A.47) beschreibt den Zustand der Nebenhöhlen.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| NAP | | |
| | Druckschmerz | Text-AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.45: Die Klasse NAP

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Gesicht | | |
| | Oedeme | AT |
| | Formbesonderheiten | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.46: Die Klasse Gesicht

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Nebenhoehlen | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | KlopfschmerzStirnhoehle | SeitenAT |
| | KlopfschmerzKieferhoehle | SeitenAT |

Tabelle A.47: Die Klasse Nebenhoehlen

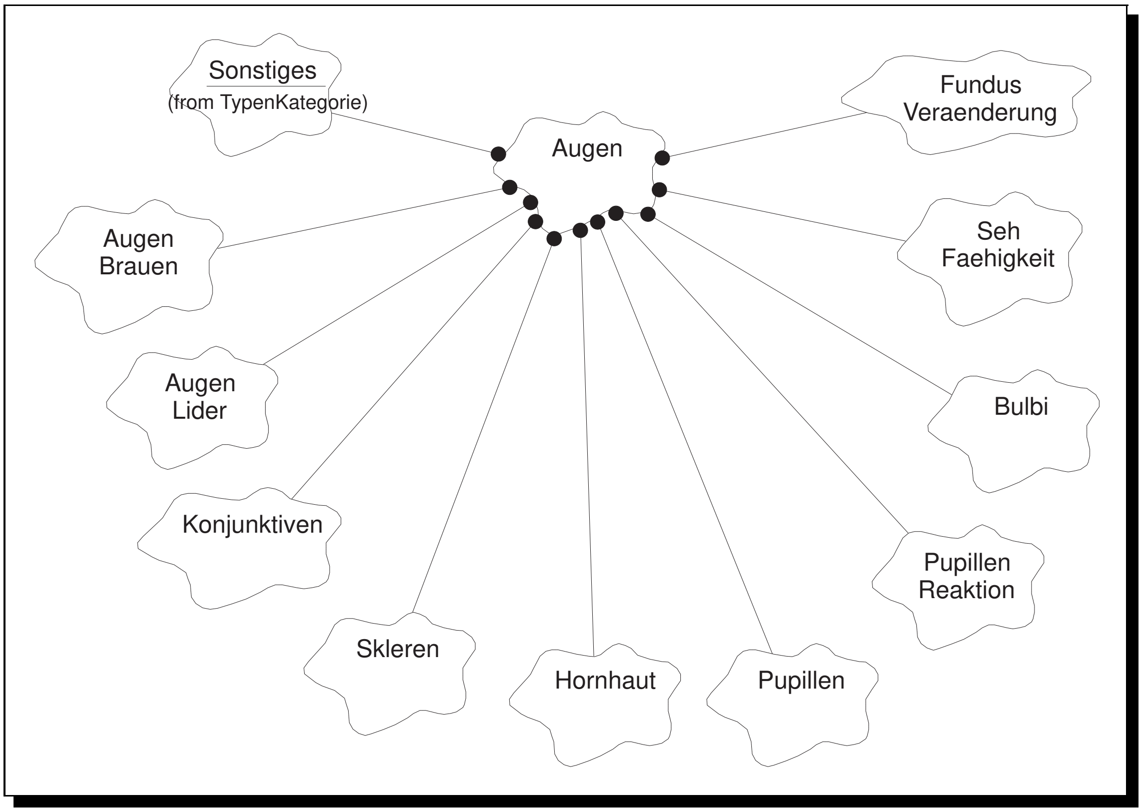



Abbildung A.12: Die Klasse Augen

Die Klasse Augen mit allen in Beziehung stehenden Klassen.

- Die Klasse Augen (Abbildung A.12 und Tabelle A.48) beschreibt den Zustand der Augen.
- Die Klasse PupillenReaktion (Tabelle A.49) beschreibt die Reaktionsfähigkeit der Pupillen auf verschiedene Reize und Bedingungen.

  **FehltAufKonvergenz** Fehlt auf Einwärtsdrehen der Augen (Naheinstellungsreaktion).

- Die Klasse FundusVeraenderung (Augenhintergrund) (Tabelle A.50) beschreibt eine mögliche Augenhintergrundsveränderung (Netzhaut).

  **Papille** Ort des Sehnerveneintritts.

  **Exsudate** Ausschwitzungen (Ablagerungen auf der Netzhaut).

- Die Klasse Bulbi (Augäpfel) (Tabelle A.51) beschreibt den Zustand der Augäpfel.

  **Nystagmus** Augenzittern.

  **Exophthalmus** Hervorquellen der Augäpfel.

  **Strabismus** Schielen.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Augen | | |
| | VerminderteSehfaehigkeit | AT |
| | Flimmern | AT |
| | SchwarzeFlecke | AT |
| | Doppelbilder | AT |
| | Nahbrille | AT |
| | Fernbrille | AT |
| | VermehrterTraenenfluss | AT |
| | Druckgefuehl | AT |
| | Brennen | AT |
| | Schmerzen | AT |

Tabelle A.48: Die Klasse Augen

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| PupillenReaktion | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | FehltAufLicht | Seiten-AT |
| | FehltAufKonvergenz | Seiten-AT |

Tabelle A.49: Die Klasse PupillenReaktion

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| FundusVeraenderung | | |
| | Papille | AT |
| | Gefaesse | AT |
| | Exsudate | AT |
| | Blutungen | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.50: Die Klasse FundusVeraenderung

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Bulbi | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | VerminderteBeweglichkeit | Seiten-AT |
| | Nystagmus | Seiten-AT |
| | Exophthalmus | Seiten-AT |
| | ErhoehterDruck | Seiten-AT |
| | Strabismus | Text-AT |

Tabelle A.51: Die Klasse Bulbi

- Die Klasse Konjunktiven (Bindehaut der Augen) (Tabelle A.52) beschreibt den Zustand der Bindehäute.

  **Injiziert** Kleine Gefäße stellen sich rot dar.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Konjunktiven | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | Blass | AT |
| | Injiziert | AT |
| | Verfaerbt | AT |

Tabelle A.52: Die Klasse Konjunktiven

- Die Klasse Skleren (Lederhäute der Augen) (Tabelle A.53) beschreibt den Zustand der weißen Lederhäute der Augen.

  **Ikterisch** Gelbe Verfärbung.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Skleren | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | Ikterisch | AT |

Tabelle A.53: Die Klasse Skleren

- Die Klasse Hornhaut (Tabelle A.54) beschreibt den Zustand der Hornhaut am Auge.

  **Sensibilitaetsstoerung** Keine Reaktion auf Berührung der Hornhaut.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Hornhaut | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | PathologischeWoelbung | SeitenAT |
| | Truebung | SeitenAT |
| | SensibilitaetsStoerung | SeitenAT |

Tabelle A.54: Die Klasse Hornhaut

- Die Klasse SehFaehigkeit (Tabelle A.55) beschreibt die Sehfähigkeit des Patienten.
- Die Klasse Pupillen (Tabelle A.56) beschreibt den Zustand des Pupillen.
- Die Klasse AugenLider (Tabelle A.57) beschreibt den Zustand der Augenlider.
- Die Klasse AugenBrauen (Tabelle A.58) beschreibt den Zustand der Augenbrauen.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| SehFaehigkeit | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | Vermindert | Seiten-AT |
| | Blind | Seiten-AT |

Tabelle A.55: Die Klasse SehFaehigkeit

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Pupillen | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | Seitenungleich | AT |
| | AbnormWeit | Seiten-AT |
| | AbnormEng | Seiten-AT |
| | Entrundet | Seiten-AT |

Tabelle A.56: Die Klasse Pupillen

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| AugenLider | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | Oedeme | Seiten-AT |
| | Entzuendung | Seiten-AT |
| | Horner | Seiten-AT |

Tabelle A.57: Die Klasse AugenLider

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| AugenBrauen | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | Verstaerkt | Seiten-AT |
| | Vermindert | Seiten-AT |
| | Fehlend | Seiten-AT |

Tabelle A.58: Die Klasse AugenBrauen

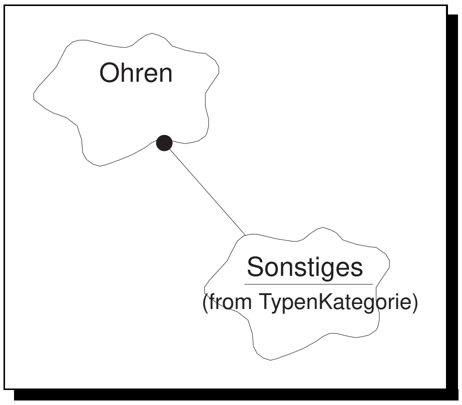



Abbildung A.13: Die Klasse Ohren

Die Klasse Ohren steht nicht mit weiteren Klassen in Verbindung. Alle benötigten Attribute sind in der Klasse selbst zusammengefaßt.

- Die Klasse Ohren (Abbildung A.13 und Tabelle A.59) beschreibt den Zustand der Ohren des Patienten, soweit von außen sichtbar.

  **OtitisExterna** Äußere Gehörgangsentzündung.

  **Fistelsymptome** Pathologische Ausbildung von Gängen.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Ohren | | |
| | OtitisExterna | Seiten-AT |
| | Schwerhoerigkeit | Seiten-AT |
| | Sekret | AT |
| | Trommelfellveraenderungen | AT |
| | Fistelsymptome | AT |
| | Absonderung | Seiten-AT |
| | Hoerstoerung | Seiten-AT |
| | Ohrensausen | Seiten-AT |
| | Schmerzen | Seiten-AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.59: Die Klasse Ohren

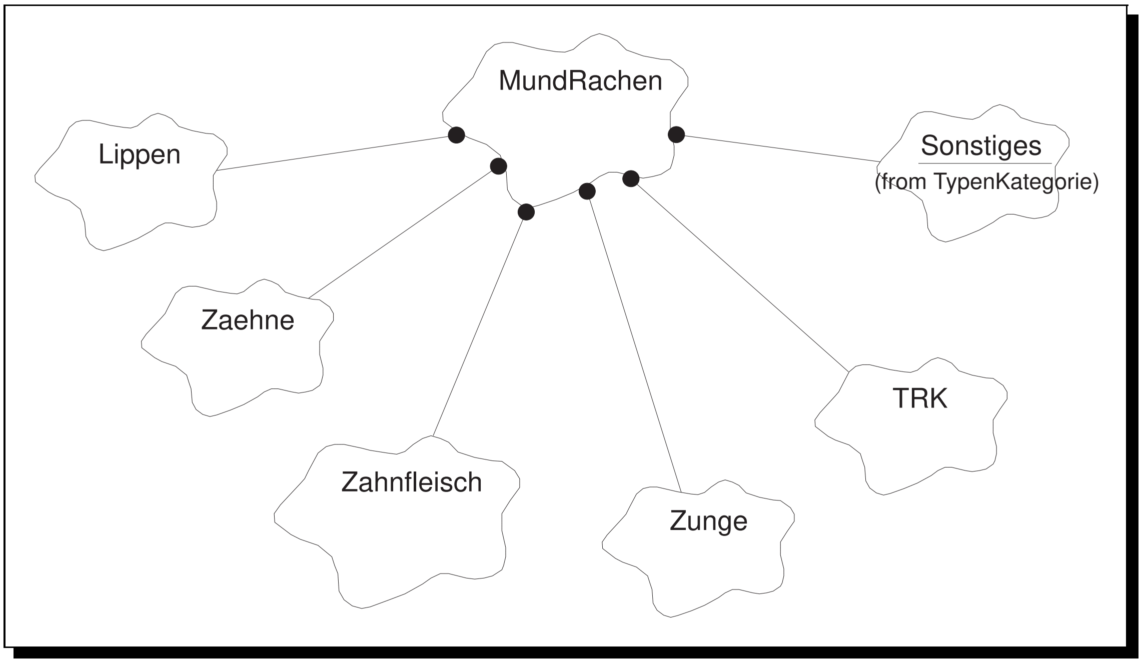



Abbildung A.14: Die Klasse MundRachen

Die Klasse MundRachen mit allen in Beziehung stehenden Klassen.

- Die Klasse MundRachen (Abbildung A.14 und Tabelle A.60) beschreibt den Zustand des gesamten Mund- und Rachenbereichs des Patienten.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| MundRachen | | |

Tabelle A.60: Die Klasse MundRachen

- Die Klasse Lippen (Tabelle A.61) beschreibt den Zustand der Lippen.

  **Rhagaden** Oberflächliche Rissbildung in den Mundwinkeln.

- Die Klasse Zahnfleisch (Tabelle A.62) beschreibt den Zustand des Zahnfleisches.

  **Parodontose** Schwund des Zahnhalteapparates.

- Die Klasse TRK (Tonsillen (Mandeln), Rachen und Kehlkopf) (Tabelle A.63) beschreibt den Zustand von Tonsillen, Rachen und Kehlkopf.

  **Tonsilektomie** Zustand nach Mandelentfernung.
  **Uvulaverziehung** Verziehung des Gaumenzäpfchens.

- Die Klasse Zaehne (Tabelle A.64) beschreibt den Zustand des Gebisses des Patienten.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Lippen | | |
| | Herpes | AT |
| | Rhagaden | AT |
| | Schwellung | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.61: Die Klasse Lippen

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Zahnfleisch | | |
| | Parodontose | AT |
| | Blutung | AT |
| | Entzuendung | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.62: Die Klasse Zahnfleisch

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| TRK | | |
| | Entzuendet | AT |
| | Tonsilektomie | AT |
| | Belaege | AT |
| | Zerklueftet | AT |
| | Eiterstrassen | AT |
| | Uvulaverziehung | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.63: Die Klasse TRK

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Zaehne | | |
| | Sanierungsbeduerftig | AT |
| | Vollprothese | Seiten-AT |
| | Teilprothese | Seiten-AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.64: Die Klasse Zaehne

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Zunge | | |
| | Schwellung | AT |
| | Belag | AT |
| | Narben | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.65: Die Klasse Zunge

- Die Klasse Zunge (Tabelle A.65) beschreibt den Zustand der Zunge.

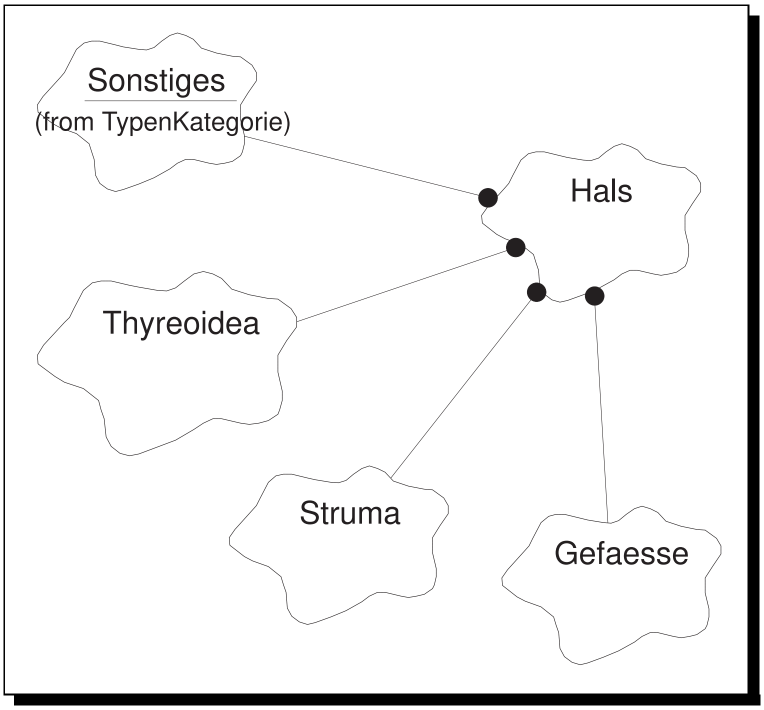



Abbildung A.15: Die Klasse Hals

Die Klasse Hals mit allen in Beziehung stehenden Klassen.

- Die Klasse Hals (Abbildung A.15 und Tabelle A.66) beschreibt den Zustand der im Hals befindlichen Organe.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Hals | | |
| | EingeschraenkteBeweglichkeit | AT |
| | KnotenAmHals | AT |
| | Nackenschmerzen | AT |
| | Schwellungen | AT |

Tabelle A.66: Die Klasse Hals

- Die Klasse Thyreoidea (Schilddrüse) (Tabelle A.67) beschreibt den Zustand der Schilddrüse.

  **SupraclaviculaereLymphknoten** Über der Schilddrüse befindliche Lymphknoten.

- Die Klasse Struma (Tabelle A.68) beschreibt den Zustand eines eventuell vorhandenen Struma (auch Kropf genannte Vergrößerung der Schilddrüse).
- Die Klasse Gefaesse (Tabelle A.69) beschreibt den Zustand des Gefäße (Arterien, Venen und Lymphe).

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Thyreoidea | | |
| | Formanomalie | AT |
| | Venenstauung | AT |
| | Bewegungseinschraenkung | AT |
| | SupraclaviculaereLymphknoten | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.67: Die Klasse Thyreoidea

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Struma | | |
| | Diffus | AT |
| | Knoten | AT |
| | Pulsieren | AT |
| | Schwirren | AT |
| | HalsumfangUeberStruma | Wert-AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.68: Die Klasse Struma

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Gefaesse | | |
| | Geraeusche | AT |
| | Schwirren | AT |
| | Venenpulse | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.69: Die Klasse Gefaesse

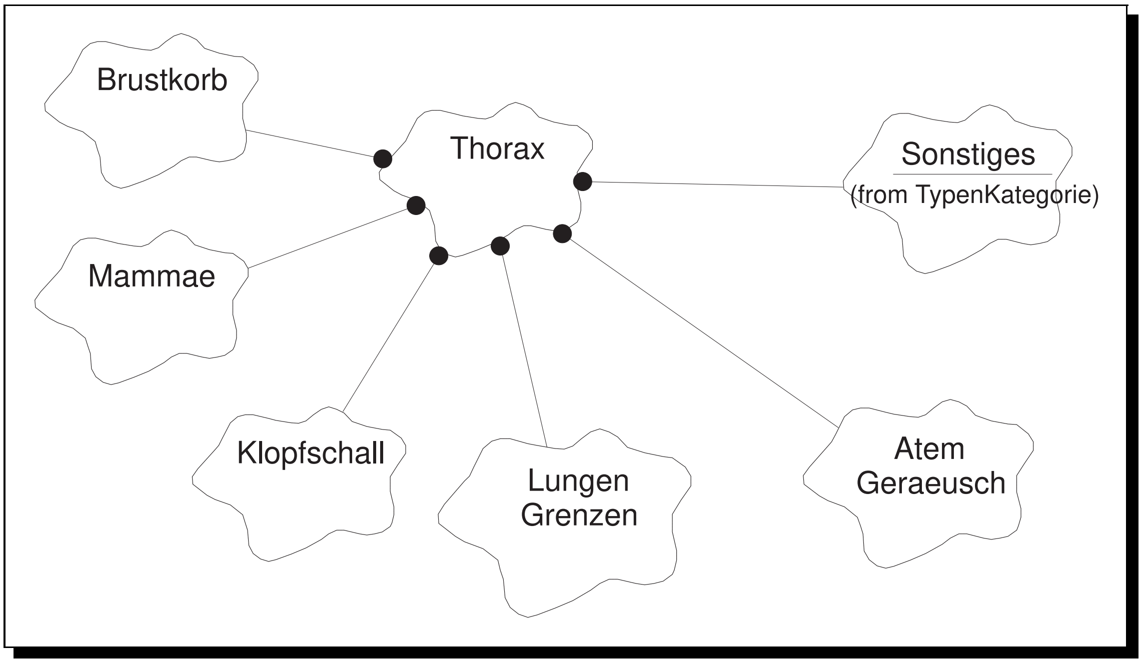



Abbildung A.16: Die Klasse Thorax

Die Klasse Thorax mit allen in Beziehung stehenden Klassen.

- Die Klasse Thorax (Abbildung A.16 und Tabelle A.70) beschreibt den Brustkorb und seine Organe.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Thorax | | |

Tabelle A.70: Die Klasse Thorax

- Die Klasse Brustkorb (Tabelle A.71) beschreibt allgemeine Eigenschaften des Brustkorbs.

  **Fassthorax** Besondere Form des Thorax.

  **Nachschleppen** Unterschiedliche Atemausdehnung der Thoraxhälften links und rechts.

  **Dyspnoe** Subjektives Empfinden von Luftnot.

  **AxialeLymphknoten** Beschaffenheit der Lymphknoten in der Achselhöhle.

  **VeraenderungBruesteBrustwarzen** Seitenungleiche oder normabweichende Veränderung der Brüste bzw. Brustwarzen.

- Die Klasse Mammae (Tabelle A.72) beschreibt die weibliche Brust.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Brustkorb | | |
| | Fassthorax | AT |
| | Nachschleppen | Seiten-AT |
| | Dyspnoe | Wert-AT |
| | AtemnotBeimSprechen | AT |
| | AxialeLymphknoten | AT |
| | Schwellung | AT |
| | KnotenInAchselhoehle | AT |
| | VeraenderungBruesteBrustwarzen | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.71: Die Klasse Brustkorb

**Apfelsinenhaut** Grobporige mit stecknadelkopfgroßen Einziehungen versehene Haut.

**UngleicherMammillenstand** Gegeneinander verschobene Brustwarzen.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Mammae | | |
| | Apfelsinenhaut | Seiten-AT |
| | UngleicherMamillenstand | Seiten-AT |
| | Knoten | Seiten-AT |
| | Druckschmerz | Seiten-AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.72: Die Klasse Mammae

- Die Klasse Klopfschall (Tabelle A.73) beschreibt das Ergebnis des Abklopfens der Lunge.

  **Hypersonor** Vermehrung der Klopfschalls (Schachtelton).

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Klopfschall | | |
| | Daempfung | list(Seiten-AT) |
| | Hypersonor | Seiten-AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.73: Die Klasse Klopfschall

- Die Klasse AtemGeraeusch (Tabelle A.74) beschreibt das Ergebniss des abhörens der Lunge mittels Stethoskop.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| AtemGeraeusch | | |
| | Abgeschwaecht | list(Seiten-AT) |
| | Verschaerft | list(Seiten-AT) |
| | Bronchial | list(Seiten-AT) |
| | TrockeneNebengeraeusche | list(Seiten-AT) |
| | KleinblasNebengeraeusche | list(Seiten-AT) |
| | MittelblasNebengeraeusche | list(Seiten-AT) |
| | GrossblasNebengeraeusche | list(Seiten-AT) |
| | KlingendeNebengeraeusche | list(Seiten-AT) |
| | Reibgeraeusche | list(Seiten-AT) |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.74: Die Klasse AtemGeraeusch

**Geräusche** Verbal nicht zu beschreibende Geräuschkulisse der Atemwege.

- Die Klasse LungenGrenzen (Tabelle A.75) beschreibt den Zustand der Grenzflächen der Lunge.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| LungenGrenzen | | |
| | Verschieblichkeit | Wert-AT |
| | FehlendeVerschieblichkeit | Seiten-AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.75: Die Klasse LungenGrenzen

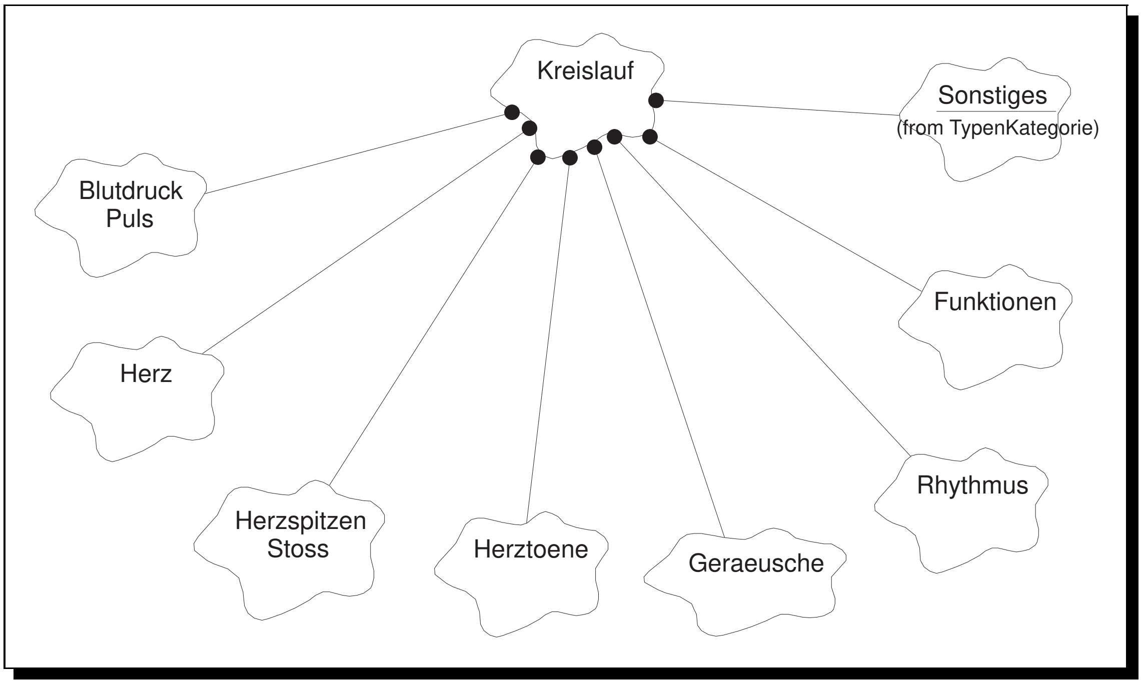



Abbildung A.17: Die Klasse Kreislauf

Die Klasse Kreislauf mit allen in Beziehung stehenden Klassen.

- Die Klasse Kreislauf (Abbildung A.17 und Tabelle A.76) beschreibt den Zustand des Kreislaufapparetes.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Kreislauf | | |

Tabelle A.76: Die Klasse Kreislauf

- Die Klasse Herz (Tabelle A.77) beschreibt das Herz.

  **PulsationLinksParasternal** Pulsation links am Brustbein.

  **PulsationEpigastral** Pulsation über dem Magen.

- Die Klasse HerzspitzenStoss (Tabelle A.78) beschreibt die Ausprägung des Herzspitzenstoßes.

  **Hebend** Von außen spürbarer Herzspitzenstoß.

  **Verbreitert** Über eine große Fläche tastbar.

  **InnerhalbMCL** (MedioClavicularLinie) Der Herzspitzenstoß liegt innerhalb des Lots auf der Mitte des Schlüsselbeins.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Herz | | |
| | Linksverbreitert | AT |
| | Rechtsverbreitert | AT |
| | PulsationLinksParasternal | AT |
| | PulsationEpigastral | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.77: Die Klasse Herz

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| HerzspitzenStoss | | |
| | NichtTastbar | AT |
| | Hebend | AT |
| | Verbreitert | AT |
| | InnerhalbMCL | AT |
| | AusserhalbMCL | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.78: Die Klasse HerzspitzenStoss

**AußerhalbMCL** (MedioClavicularLinie) Der Herzspitzenstoß liegt außerhalb des Lots auf der Mitte des Schlüsselbeins.

- Die Klasse Geräusche (Tabelle A.79) beschreibt maximale und minimale Geräusche an verschiedenen Stellen der Brustwand.
- Die Klasse BlutdruckPuls (Tabelle A.80) beschreibt den Blutdruck an den Oberarmen (Standardmeßstelle).
- Die Klasse Herztoene (Tabelle A.81) beschreibt die vom Herzen ausgehenden Töne.
- Die Klasse Rhythmus (Tabelle A.82) beschreibt den Rhythmus der Herztöne.
- Die Klasse Funktionen (Tabelle A.83) beschreibt den Funktionsstatus des Herzens.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Geraeusche | | |
| | MinSystolikPulmonal | Wert-AT |
| | MaxSystolikPulmonal | Wert-AT |
| | Fehlen | AT |
| | MinSystolikErb | Wert-AT |
| | MaxSystolikErb | Wert-AT |
| | MinSystolikTrikuspidal | Wert-AT |
| | MaxSystolikTrikuspidal | Wert-AT |
| | MinSystolikAorta | Wert-AT |
| | MaxSystolikAorta | Wert-AT |
| | MinSystolikSpitze | Wert-AT |
| | MaxSystolikSpitze | Wert-AT |
| | ExtrakardialeGeraeusche | AT |
| | Reibegeraeusche | AT |

Tabelle A.79: Die Klasse Geraeusche

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| BlutdruckPuls | | |
| | RRlinks | Wert-AT |
| | RRrechts | Wert-AT |
| | Puls | Wert-AT |
| | Pulsqualitaet | AT |

Tabelle A.80: Die Klasse BlutdruckPuls

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Herztoene | | |
| | Rein | AT |
| | Leise | AT |
| | Betont1 | Wert-AT |
| | Betont2 | Wert-AT |
| | Spaltung1Aorta | AT |
| | Spaltung2Aorta | AT |
| | Spaltung1Pulmonal | AT |
| | Spaltung2Pulmonal | AT |
| | Spaltung1Erb | AT |
| | Spaltung2Erb | AT |
| | Spaltung1Spitze | AT |
| | Spaltung2Spitze | AT |
| | Spaltung1Trikuspidal | AT |
| | Spaltung2Trikuspidal | AT |

Tabelle A.81: Die Klasse Herztoene

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Rhythmus | | |
| | Regelmaessig | AT |
| | Arrhythmie | AT |
| | AbsoluteArrhythmie | AT |
| | Pulsdefizit | Wert-AT |
| | Extratoene | AT |

Tabelle A.82: Die Klasse Rhythmus

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Funktionen | | |
| | Venendruck | Wert-AT |
| | Kreislaufzeiten | Wert-AT |
| | Ergometer | Wert-AT |
| | Lagerungsprobe | AT |
| | Faustschlussprobe | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.83: Die Klasse Funktionen

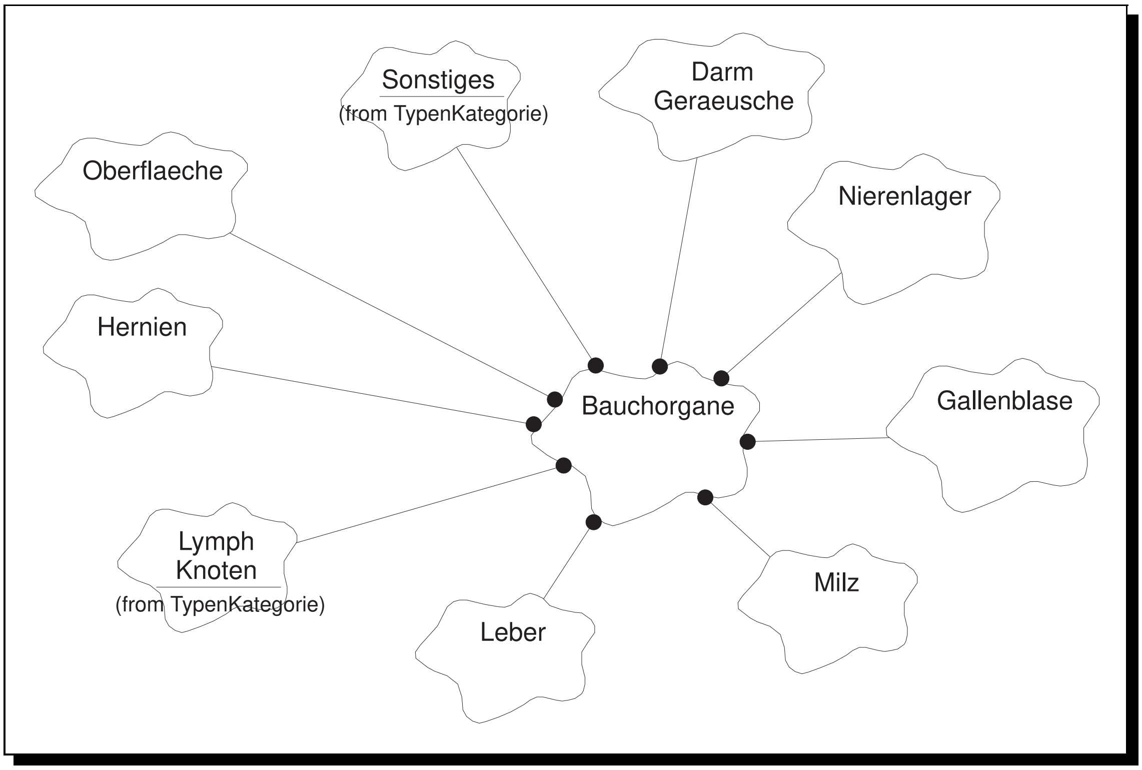



Abbildung A.18: Die Klasse Bauchorgane

Die Klasse Bauchorgane mit allen in Beziehung stehenden Klassen.

- Die Klasse Bauchorgane (Abbildung A.18 und Tabelle A.85) beschreibt die inneren Organe eines Patienten.

  **Resistenz** Tastbare lokal begrenzte (umschriebene) Widerstände.

  **Abwehrspannung** Reflektorische Bauchdeckenhärte bei Druck auf den Bauch.

- Die Klasse BauchResistenzAT (Tabelle A.84) faßt Attribute zu einem Typ zusammen, der die Modellierung vereinfacht.

  **Epigastral** Im Bereich der Magengrube.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| BauchResistenzAT | | |
| | Epigastral | Seiten-AT |
| | Oberbauch | Seiten-AT |
| | Unterbauch | Seiten-AT |
| | Keiner | AT |

Tabelle A.84: Die Klasse BauchResistenzAT

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Bauchorgane | | |
| | Druckschmerz | BauchResistenzAT |
| | Resistenz | BauchResistenzAT |
| | Abwehrspannung | BauchResistenzAT |

Tabelle A.85: Die Klasse Bauchorgane

- Die Klasse Oberflaeche (Tabelle A.86) beschreibt die äußere Beschaffenheit des Bauches.

  **Adipoes** Fettleibigkeit.

  **AppendixNarbe** Blinddarmnarbe.

  **Aszites** Freie klare Flüssigkeit im Bauch.

  **Venenzeichnung** Vermehrte Venensichtbarkeit auf der Bauchoberfläche.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Oberflaeche | | |
| | Eingesunken | AT |
| | Vorgewoelbt | AT |
| | Adipoes | AT |
| | Muskuloes | AT |
| | AppendixNarbe | AT |
| | Aszites | AT |
| | Venenzeichnung | AT |
| | Unauffaellig | AT |
| | MagenNarbe | AT |
| | GallenNarbe | AT |
| | UnterleibNarbe | AT |

Tabelle A.86: Die Klasse Oberflaeche

- Die Klasse Hernien (Tabelle A.87) beschreibt das Vorhandensein von Eingeweidebrüchen.

  **Nabel** Nabelbruch.

  **Inguinal** Leistenbruch.

  **Narbenbruch** Eingeweidebruch durch eine schon vorhandene Narbe.

- Die Klasse Leber (Tabelle A.88) beschreibt den Zustand des entsprechenden Organs.

  **Pulsierend** Leber vollzieht herzsynchrone Schläge.

- Die Klasse Milz (Tabelle A.89) beschreibt den Zustand des entsprechenden Organs.

  **Reiben** Milz reibt bei Atemtätigkeiten.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Hernien | | |
| | Nabel | AT |
| | Inguinal | Seiten-AT |
| | Narbenbruch | AT |
| | Keine | AT |

Tabelle A.87: Die Klasse Hernien

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Leber | | |
| | UnterRippenbogenTastbar | Wert-AT |
| | Glatt | AT |
| | Hoeckrig | AT |
| | Weich | AT |
| | Hart | AT |
| | Scharfrandig | AT |
| | Pulsierend | AT |
| | Druckschmerz | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.88: Die Klasse Leber

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Milz | | |
| | UnterRippenbogenTastbar | Wert-AT |
| | Weich | AT |
| | Hart | AT |
| | Druckschmerz | AT |
| | Reiben | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.89: Die Klasse Milz

- Die Klasse Nierenlager (Tabelle A.90) beschreibt den Zustand des entsprechenden Organs.

  **Klopfschmerz** Schmerz bei klopfender Abtastung.

  **Vorwoelbung** Die Niere ist nach außen vorgewölbt.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Nierenlager | | |
| | Druckschmerz | Seiten-AT |
| | Klopfschmerz | Seiten-AT |
| | Vorwoelbung | Seiten-AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.90: Die Klasse Nierenlager

- Die Klasse Darmgeraeusche (Tabelle A.91) beschreibt die durch die Verdauung auftretenden Geräuche.

  **Spritzgeraeusche** Quantifizier- und qualifizierbare Geräusche mit Hilfe des Stethoskops.

  **Epigastral** Darmgeräusche im Mittleren Oberbauch.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| DarmGeraeusche | | |
| | WenigerAls5ProMinute | Wert-AT |
| | Totenstille | AT |
| | Verstaerkt | AT |
| | Spritzgeraeusch | AT |
| | Epigastral | Seiten-AT |
| | Oberbauch | Seiten-AT |
| | Unterbauch | Seiten-AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.91: Die Klasse DarmGeraeusche

- Die Klasse Gallenblase (Tabelle A.92) beschreibt den Zustand der Gallenblase.

| Klasse | Attribut | Typ |
| --- | --- | --- |
| Gallenblase | | |
| | Weich | AT |
| | Prall | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.92: Die Klasse Gallenblase

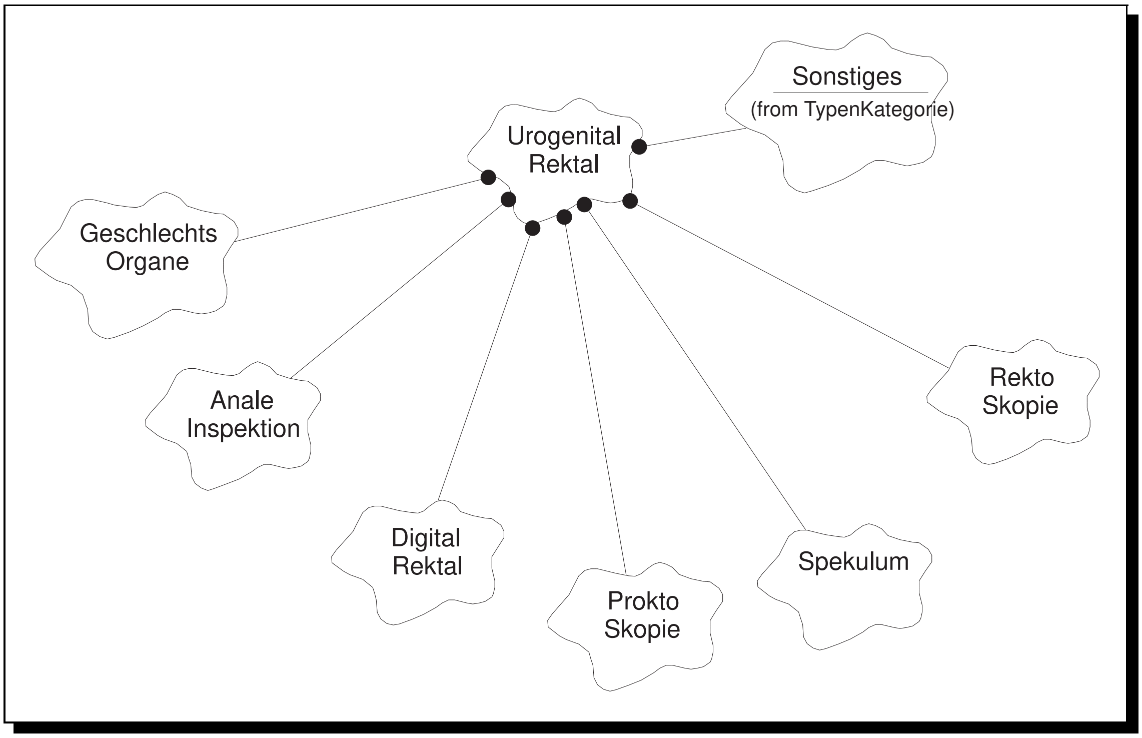



Abbildung A.19: Die Klasse UrogenitalRektal

Die Klasse UrogenitalRektal mit allen in Beziehung stehenden Klassen.

- Die Klasse UrogenitalRektal (Abbildung A.19 und Tabelle A.93) beschreibt den Zustand der äußeren Geschlechtsorgane, die Analregion unter Einbeziehung der ersten 12 cm Enddarm, bei instrumenteller Untersuchung bis 60 cm.

  **2GlasProbe** Auffangen von Urin in verschiedenen Phasen der Wasserlassens.

  **Haematurie** Blut im Urin.

  **Getruebt1 bis 2** Trübungsgrad des Urins.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| UrogenitalRektal | | |
| | 2GlasProbe | AT |
| | Haematurie | AT |
| | DruckschmerzUeberHarnleiter | Seiten-AT |
| | Getruebt1 | AT |
| | Getruebt2 | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.93: Die Klasse UrogenitalRektal

- Die Klasse GeschlechtsOrgane (Tabelle A.94) beschreibt den Zustand der äußeren Geschlechtsorgane.

  **Behaarungsanomalie** Von der Norm abweichende Behaarung.

  **Formanomalie** Von der Norm abweichender anatomischer Bau.

  **Vulvaoedem** Schwellungszustand der Schamlippen unter Wassereinlagerung.

  **Varikozele** Krampfaderbildung der Venen im Hodensack.

  **Skrotaloedem** Schwellungszustand des Hodensacks unter Wassereinlagerung.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| GeschlechtsOrgane | | |
| | Behaarungsanomalien | AT |
| | Formanomalien | AT |
| | Varikozele | AT |
| | Vulvaoedem | AT |
| | Skrotaloedem | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.94: Die Klasse GeschlechtsOrgane

- Die Klasse AnaleInspektion (Tabelle A.95) beschreibt den Zustand der äußeren Afterregion.

  **Perianalthrombose** Durch Gerinnsel gestaute äußerlich sichtbare Hämorrhoiden.

  **Ekzem** Umschriebener Ausschlag.

  **Marisque** Hautfalte am After. Restzustand einer abgefeilten Perianalthrombose.

  **Fissur** Schleimhauteinriß am After.

  **Fistel** Krankhafte Verbindung eines inneren Hohlraums (Darm) mit einer äußeren Oberfläche (Haut).

  **Prolaps** Darm tritt nach außen.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| AnaleInspektion | | |
| | Perianalthrombose | AT |
| | Ekzem | AT |
| | Marisque | AT |
| | Fissur | AT |
| | Fistel | AT |
| | Prolaps | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.95: Die Klasse AnaleInspektion

- Die Klasse DigitalRektal (Tabelle A.96) beschreibt den Zustand der inneren Geschlechtsorgane.

  **Palpationsbefund** Eine Erkrankung wird ertastet.

  **Prostata** Mögliche Vergrößerung oder Verhärtung der Prostata.

  **Uterus** Mögliche Vergrößerung oder Resistenz des Uterus.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| DigitalRektal | | |
| | PathologischerPalpationsbefundDarmschleimhaut | AT |
| | PathologischeProstata | AT |
| | PathologischerUterus | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.96: Die Klasse DigitalRektal

- Die Klasse ProktoSkopie (Tabelle A.97) beschreibt das Ergebnis der Betrachtung der letzten 12 cm Enddarm unter Zuhilfenahme eines ebenso langen beleuchteten Rohres.

  **PapillitisHypertrophicans** Endzündliche Veränderung unter Vergrößerung im Analkanal.

  **Haemmorrhoiden1 bis 3** Krampfaderartige Analvenenerweiterungen. Grad 1: Innerlich sichtbar. Grad 2: Innerlich sichtbar und tastbar. Grad 3: Äußerlich bereits sichtbar.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| ProktoSkopie | | |
| | PapillitisHypertrophicans | AT |
| | Unauffaellig | AT |
| | Haemorrhoiden2 | AT |
| | Haemorrhoiden1 | AT |
| | Haemorrhoiden3 | AT |

Tabelle A.97: Die Klasse ProktoSkopie

- Die Klasse Spekulum (Tabelle A.98) beschreibt die Untersuchungsergebnisse der analen Inspektion mittels eines spreizbaren Trichters, der gegebenenfalls auch Operation im 12 cm Enddarmbereich gestattet.

  **Fissur** Schleimhauteinriß im After.

  **InkompletteFistelBeiSondierung** Blind endender Gang von der Darmschleimhaut ausgehend.

- Die Klasse RektoSkopie (Tabelle A.99) beschreibt das Ergebnis der Betrachtung der letzten 30 cm Enddarm unter Zuhilfenahme eines ebenso langen beleuchteten Rohres.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Spekulum | | |
| | Fissur | AT |
| | InkompletteFistelbeiSondierung | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.98: Die Klasse Spekulum

**ErreichteHoehe** Wie weit das Rohr eingeschoben werden konnte.

**PathologischeSchleimhautbefunde** Zustand der Schleimhaut.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| RektoSkopie | | |
| | ErreichteHoehe | Wert-AT |
| | PathologischeSchleimhautbefunde | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.99: Die Klasse RektoSkopie

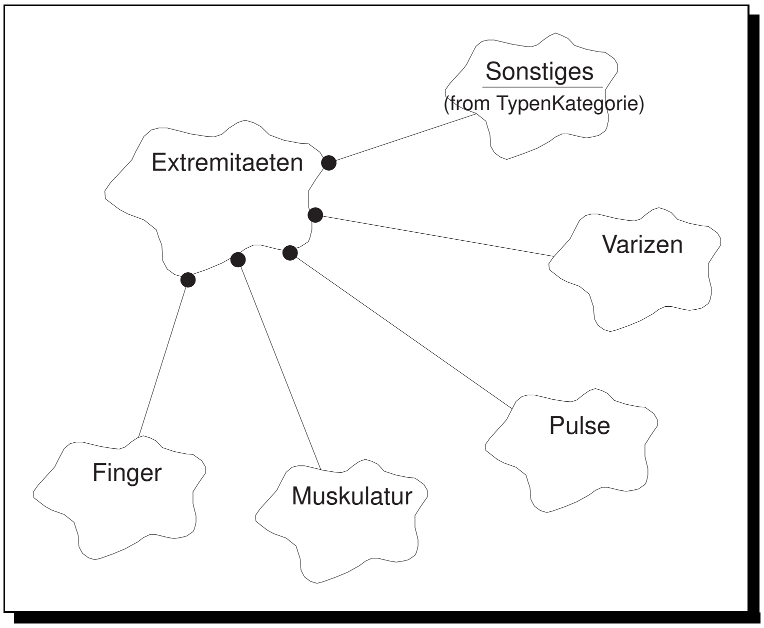



Abbildung A.20: Die Klasse Extremitaeten

Die Klasse Extremitaeten mit allen in Beziehung stehenden Klassen.

- Die Klasse Extremitaeten (Abbildung A.20 und Tabelle A.101) beschreibt den Zustand der Extremitäten des Patienten.
- Die Klasse HautAT (Tabelle A.100) faßt Attribute zu einem Typ zusammen, der die Modellierung vereinfacht.

  **Zyanotisch** Blau verfärbt.

  **Ueberpigmentiert** Starke Pigmentverfärbung der Haut.

  **Atrophisch** Sich umfangmäßig verändernd, schwindend.

  **Nekrose** Abgestorben.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| HautAT | | |
| | Bleich | Seiten-AT |
| | Zyanotisch | Seiten-AT |
| | Ueberpigmentiert | Seiten-AT |
| | Atrophisch | Seiten-AT |
| | Nekrose | Seiten-AT |

Tabelle A.100: Die Klasse HautAT

- Die Klasse Finger (Tabelle A.102) beschreibt die Form der Finger.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Extremitaeten | | |
| | Arm | HautAT |
| | Bein | HautAT |

Tabelle A.101: Die Klasse Extremitaeten

**Trommelschlegelfinger** Kolbike Auftreibungen der Fingerendglieder.

**Uhrglasnaegel** Kreisrunde Fingernägel.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Finger | | |
| | Trommelschlegelfinger | AT |
| | Uhrglasnaegel | AT |
| | BruechigeNaegel | AT |
| | Querrillen | AT |

Tabelle A.102: Die Klasse Finger

- Die Klasse Muskulatur (Tabelle A.103) beschreibt die Ausbildung der Muskulatur.

  **Atrophie** Schwund der Muskulatur.

  **TonusErhoeht** Ruhespannung der Muskeln erhöht.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Muskulatur | | |
| | Atrophie | Seiten-AT |
| | KraftVermindert | AT |
| | TonusErhoeht | AT |
| | MotorikGestoert | AT |
| | MotorikVermindert | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.103: Die Klasse Muskulatur

- Die Klasse Varizen (Tabelle A.104) beschreibt das Vorhandensein von Krampfadern.

  **UlcusCruris** Offenes Unterschenkelgeschwür.

- Die Klasse Pulse (Tabelle A.105) beschreibt den Puls an verschiedenen Stellen des Körpers.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Varizen | | |
| | OberSchenkel | Seiten-AT |
| | UnterSchenkel | Seiten-AT |
| | UlcusCruris | Seiten-AT |

Tabelle A.104: Die Klasse Varizen

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Pulse | | |
| | Subclavia | Seiten-AT |
| | Axilliaris | Seiten-AT |
| | Brachialis | Seiten-AT |
| | Radialis | Seiten-AT |
| | Ulnaris | Seiten-AT |
| | Femoralis | Seiten-AT |
| | Poplitea | Seiten-AT |
| | TibialisPosterior | Seiten-AT |
| | DorsalisPedis | Seiten-AT |

Tabelle A.105: Die Klasse Pulse

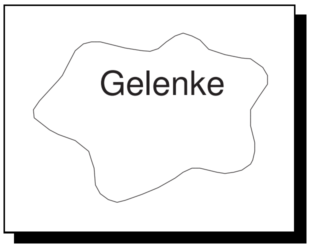



Abbildung A.21: Die Klasse Gelenke

Die Klasse Gelenke steht nicht mit weiteren Klassen in Verbindung. Alle benötigten Attribute sind in der Klasse selbst zusammengefaßt.

- Die Klasse Gelenke (Abbildung A.21 und Tabelle A.107) beschreibt den Zustand der Gelenke.

  **Sacroilliacal** Gelenk zwischen Darmbein und Kreuzbein.

- Die Klasse GelenkAT (Tabelle A.106) faßt Attribute zu einem Typ zusammen, der die Modellierung vereinfacht.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| GelenkAT | | |
| | Bewegungseinschraenkung | Seiten-AT |
| | Deformation | Seiten-AT |
| | Schmerz | Seiten-AT |
| | Schwellung | Seiten-AT |

Tabelle A.106: Die Klasse GelenkAT

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Gelenke | | |
| | Zehenendgelenk | list(GelenkAT) |
| | Zehenmittelgelenk | list(GelenkAT) |
| | Zehengrundgelenk | list(GelenkAT) |
| | Fussgelenk | GelenkAT |
| | Kniegelenk | GelenkAT |
| | Huefte | GelenkAT |
| | Sacroilliacal | GelenkAT |
| | Fingergelenk | list(GelenkAT) |
| | Fingermittelgelenk | list(GelenkAT) |
| | Fingergrundgelenk | list(GelenkAT) |
| | Handgelenk | GelenkAT |
| | Ellenbogen | GelenkAT |
| | Schulter | GelenkAT |
| | Kiefer | GelenkAT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.107: Die Klasse Gelenke

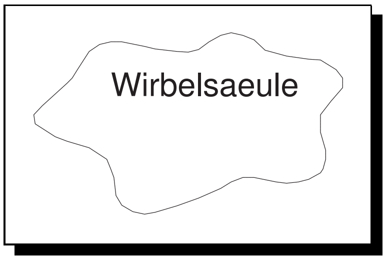



Abbildung A.22: Die Klasse Wirbelsaeule

Die Klasse Wirbelsaeule steht nicht mit weiteren Klassen in Verbindung. Alle benötigten Attribute sind in der Klasse selbst zusammengefaßt.

- Die Klasse Wirbelsaeule (Abbildung A.22 und Tabelle A.109) beschreibt den Zustand der Wirbelsäule.
- Die Klasse WirbelAT (Tabelle A.108) faßt Attribute zu einem Typ zusammen, der die Modellierung vereinfacht.

  **Lordose** Verkrümmung der Wirbelsäule nach vorn.

  **Kyphose** Verkrümmung der Wirbelsäule nach hinten (Buckel).

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| WirbelAT | | |
| | Lordose | AT |
| | Kyphose | AT |
| | Druckschmerz | AT |
| | Klopfschmerz | AT |
| | Stauchschmerz | AT |
| | Bewegungsschmerz | AT |
| | Bewegungseinschraenkung | AT |
| | Muskelverspannung | AT |

Tabelle A.108: Die Klasse WirbelAT

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Wirbelsaeule | | |
| | Unauffaellig | AT |
| | Halswirbel | WirbelAT |
| | Brustwirbel | WirbelAT |
| | Lendenwirbel | WirbelAT |

Tabelle A.109: Die Klasse Wirbelsaeule

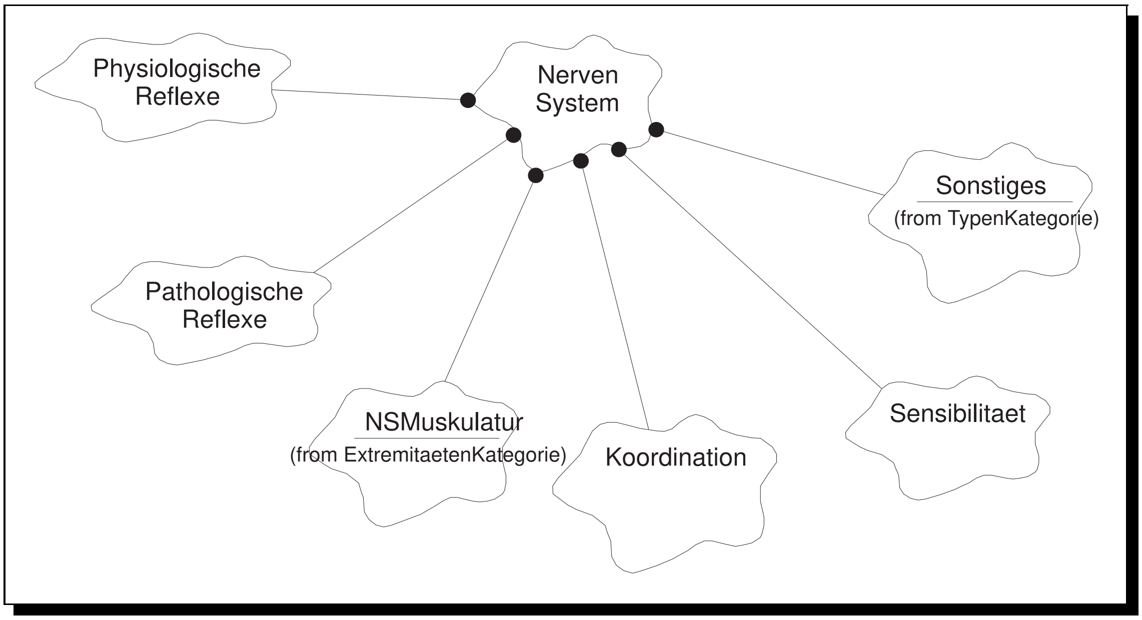



Abbildung A.23: Die Klasse NervenSystem

Die Klasse NervenSystem mit allen in Beziehung stehenden Klassen.

- Die Klasse NervenSystem (Abbildung A.23 und Tabelle A.110) beschreibt die Interaktionsfähigkeit des Organismus auf innere und äußere Reize.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| NervenSystem | | |

Tabelle A.110: Die Klasse NervenSystem

- Die Klasse PathologischeReflexe (Tabelle A.111) beschreibt die krankhaften Reflexe, die auf eine Pyramidenbeinschädigung hindeuten.

**Babinsky** Bestreichung der Fußsohle mit dem Hammerstiel und Verbiegen der großen Zehe nach oben oder unten.

**Gordon** Kneten der Wadenmuskulatur und Verbiegen der großen Zehe nach oben oder unten.

**Oppenheim** Bestreichen der Schienbeinvorderkante und Verbiegen der großen Zehe nach oben oder unten.

**Lasegue** Anheben des gestreckten Beines in Rückenlage und Notieren der Schmerzangabe bei Beinstellung.

**Patellarklonus** Zucken der Kniescheibe bei ruckartigem Herunterschieben.

**Fussklonus** Provozierte Zuckungen bei Überdehnung.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| PathologischeReflexe | | |
| | Babinsky | Seiten-AT |
| | Gordon | Seiten-AT |
| | Oppenheim | Seiten-AT |
| | Lasegue | Seiten-AT |
| | Patellarklonus | Seiten-AT |
| | Fušklonus | Seiten-AT |
| | Keine | AT |

Tabelle A.111: Die Klasse PathologischeReflexe

- Die Klasse PhysiologischeReflexe (Tabelle A.112) beschreibt das Vorhandensein normaler Reflexe.

  **BizepsBrachiiReflex** Reflexprüfung bei Schlag auf die Ellenbeuge.

  **TrizepsBrachiiReflex** Reflexprüfung bei Schlag auf den Ellenbogen.

  **BrachioRadialReflex** Reflexprüfung bei Schlag auf den handgelenksnahen Unterarm.

  **QuadrizepsReflex** Reflexprüfung bei Schlag unterhalb der Kniescheibe.

  **TrizepsSuraeReflex** Reflexprüfung bei Schlag auf die Achillessehne.

  **BauchhautReflex** Reizung der Bauchhaut unter Verziehung des Nabels (Die einzige Fremdreflexprüfung).

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| PhysiologischeReflexe | | |
| | BizepsBrachiiReflex | Seiten-AT |
| | TrizepsBrachiiReflex | Seiten-AT |
| | BrachioRadialReflex | Seiten-AT |
| | QuadrizepsReflex | Seiten-AT |
| | TrizepsSuraeReflex | Seiten-AT |
| | BauchhautReflex | Seiten-AT |

Tabelle A.112: Die Klasse PhysiologischeReflexe

- Die Klasse NSMuskulatur (Tabelle A.113) beschreibt den Zustand der Muskulatur.

  **KraftVermindert** Kraftvergleich im Seitenvergleich.

  **TonusErhoeht** Veränderte Ruhespannung der Muskulatur.

- Die Klasse Koordination (Tabelle A.114) beschreibt die Fähigkeit des Patienten, seine Extremitäten zu koordinieren.

  **KnieHackenVersuch** Herunterfahren der Ferse an der gegenüberliegenden Schienbeinvorderkante.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| NSMuskulatur | | |
| | KraftVermindert | AT |
| | TonusErhoeht | Seiten-AT |
| | MotorikGestoert | AT |
| | MotorikVermindert | AT |

Tabelle A.113: Die Klasse NSMuskulatur

**FingerNaseVersuch** Bei geschlossenen Augen in weitausholender Bewegung Berührung der Nasenspitze mit dem Zeigefinger.

**Dysadiadochokin** Sprachstörung durch fehlende Koordination im Kiefergelenk.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Koordination | | |
| | KnieHackenVersuch | AT |
| | FingerNaseVersuch | AT |
| | Gangstoerungen | AT |
| | Schriftstoerungen | AT |
| | Dysadiadochokin | Seiten-AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.114: Die Klasse Koordination

- Die Klasse Sensibilität (Tabelle A.115) beschreibt die Reaktionsstärke auf bestimmte Reize.

**Hyperaesthesie** Generelle Überempfindlichkeit.

**HyperaestesieFuerBeruehrung** Überempfindlichkeit für Berührung.

**Schmerz** Außerhalb des Normalen liegende Schmerzempfindlichkeit.

**Temperatur** Außerhalb des Normalen liegende Temperaturempfindlichkeit.

**ReizgestaltungUnerkannt** Unterscheidungsfähigkeit zwischen spitzen und stumpfen Reizen gestört.

**LageempfindungGestoert** Unterscheidungsfähigkeit für die Position der Extremitäten im Raum gestört.

**VibrationsempfindungGestoert** Testen des Vibrationsempfindens mittels Stimmgabelprüfung.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Sensibilitaet | | |
| | Hyperaesthesie | AT |
| | HyperaesthesieFuerBeruehrung | AT |
| | Schmerz | AT |
| | Temperatur | AT |
| | ReizgestaltenUnerkannt | AT |
| | LageempfindungGestoert | AT |
| | VibrationsempfindungGestoert | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.115: Die Klasse Sensibilitaet

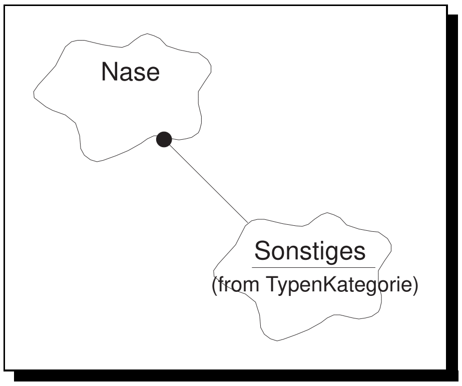



Abbildung A.24: Die Klasse Nase

Die Klasse Nase steht nicht mit weiteren Klassen in Verbindung. Alle benötigten Attribute sind in der Klasse selbst zusammengefaßt.

- Die Klasse Nase (Abbildung A.24 und Tabelle A.116) beschreibt den Zustand der Nase.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Nase | | |
| | EingeschraenkteDurchlaessigkeit | Seiten-AT |
| | Schleimhautveraenderungen | Seiten-AT |
| | Absonderungen | Seiten-AT |
| | BehinderungDerNasenatmung | AT |
| | Nasenbluten | AT |
| | StoerungDesGeruchssinns | AT |
| | Unauffaellig | AT |

Tabelle A.116: Die Klasse Nase

### A.3.3 Zusammenfassung

Die Anatomie kann nach topologischen, morphologischen oder funktionellen Gesichtspunkten geordnet werden. Die hier gewählte Strukturierung lehnt sich sehr stark an eine Arbeit von J. Dahmer an [Dah78]. Die von Dahmer vorgeschlagene Struktur richtet sich nicht nach einer dieser Anordnungen. Sie orientiert sich mehr an klinisch praktischem Vorgehen und weniger an anatomischen Gegebenheiten, wobei Überschneidungen der Klassen zwangsläufig sind. Z. B. gehört zur Klasse „SystemUebersicht“ der Kopf, der jedoch auch eine eigene Klasse bildet.

Der hier vorgestellte Ansatz einer Klassenhierarchie für die Anamnese kann nicht allen, zum Teil widersprüchlichen Anforderungen der Medizin gerecht werden. Bis zum jetzigen Zeitpunkt ist es allerdings nicht gelungen, einen weiteren Ansatz für die Darstellung von Anamnesedaten auf Computersystemen zu finden, mit dem der in dieser Arbeit vorgestellte verglichen werden könnte. Auch der Einsatz aktueller Suchtechniken, wie die sehr leistungsfähigen „Searchengines“ des Internets, brachten keine verwertbaren Ergebnisse.

## A.4 Die Modellierung der Angiologie

### A.4.1 Einleitung

Auf den folgenden Seiten wird das Ergebnis der Problembereichsanalyse im medizinischen Bereich Angiologie vorgestellt. Ziel war es, die Entwicklung einer Patientenakte zu unterstützen. Dafür wurden Klassen identifiziert und in einer Hierarchie angeordnet. Das vorrangige Ziel bestand allerdings nicht darin, eine möglichst vollständige Klassenhierarchie zur Verfügung zu stellen, die alle notwendigen Klassen enthält, um daraus eine Patientenakte für die Angiologie durch einfaches Zusammenfügen zu konstruieren. Erstes Ziel bei der Entwicklung der Klassenhierarchie war vielmehr, die grundlegenden Zusammenhänge herauszuarbeiten und zu modellieren, so daß diese Arbeit als Grundlage für ein breites Spektrum von Patientenakten dienen kann.

Das Ergebnis ist eine Menge von Klassen, die zum Teil in verschiedenen Hierarchien angeordnet sind. Bei weitem nicht alle dieser Klassen sind mit den zur Beschreibung notwendigen Attributen ausgearbeitet. Eine ausreichend große Zahl von Klassen, die es ermöglicht, Erweiterungen sinnvoll einzufügen und im konkreten Anwendungsfall auszuarbeiten erschien geeigneter, als sich auf einen wesentlich kleineren aber komplett ausgearbeiteten Ausschnitt zu beschränken, dem späteren Nutzer dafür aber wesentlich mehr konzeptionelle Arbeit aufzubürden. Das Festlegen der Funktionalität jedes Objekts und damit die Definition von Methoden ist anwendungsabhängig und wird im Rahmen dieser Arbeit nicht betrachtet. Insofern sind die Ergebnisse der Arbeit programmiersprachenunabhängig. Allerdings wird vom Konzept der Mehrfachvererbung ausgiebig Gebrauch gemacht.

Aus diesen Gründen stellen die angegebenen Klassen in der Hauptsache Anknüpfungspunkte dar, die bei entsprechendem Fachwissen eine einfache Anpassung der Klassenhierarchie an die jeweiligen Grenzen der zu entwickelnden Anwendung gestatten.

Wie auch bei der Beschreibung der Anamneseklassen werden hier nur die Attribute beschrieben, deren Bedeutung nicht selbsterklärend ist. Es wäre nicht im Sinne einer knappen und übersichtlichen Darstellung, das Attribut „Geburtstag“ der Klasse „Person“ oder das Attribut „Hersteller“ der Klasse „Material“ zu beschreiben.

Eine Diplomarbeit mit dem Titel „Ein Therapiekontrollsystem für die Angiographie“ [Ull96], die zur gleichen Zeit mit Ärzten am Klinikum Wuppertal entwickelt wurde, stellte einen Orientierungspunkt bei der Identifikation der Klassen dar.

### A.4.2 Die Klassen der Angiologie

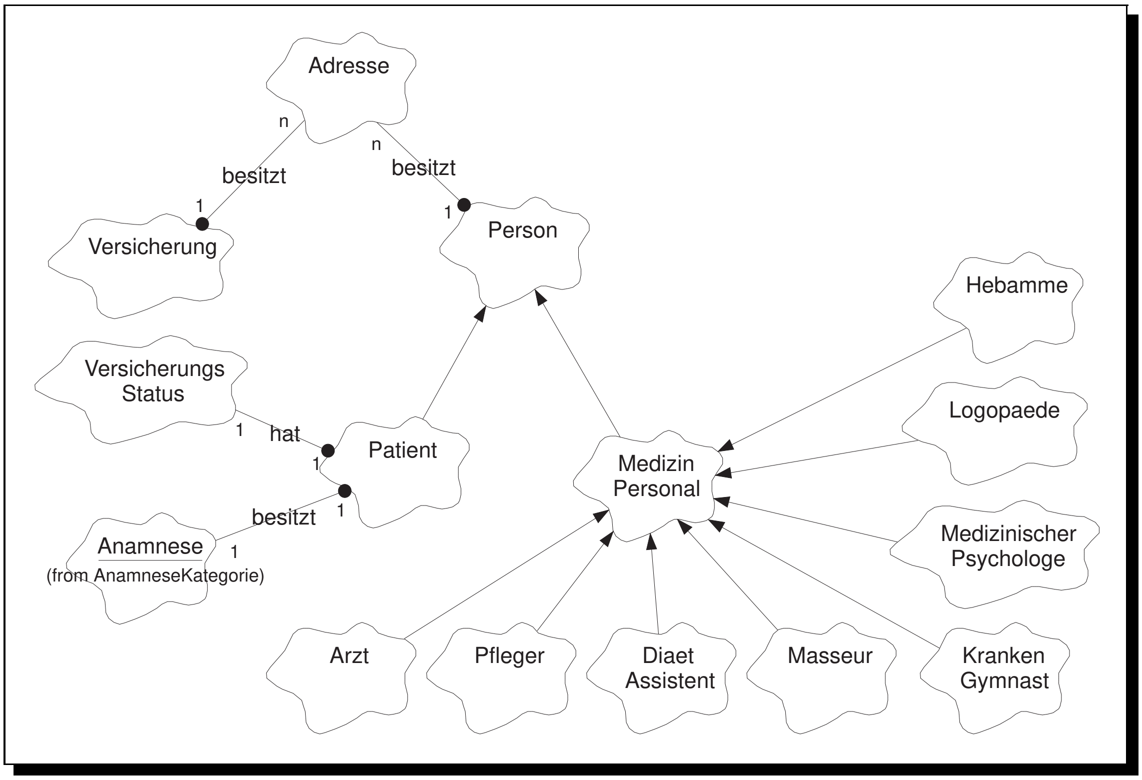



Abbildung A.25: Die personenbezogenen Klassen

Als erstes sollen die personenbezogenen Klassen (Abbildung A.25) vorgestellt werden. Durch die Klasse Person (Tabelle A.117) und die davon abgeleiteten Klassen können die meisten im medizinischen Bereich tätigen Personen modelliert werden.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Person | | |
| | besitzt | Adresse |
| | Name | string |
| | Vorname | string |
| | Geburtsdatum | Date |
| | Staatsangehoerigkeit | string |
| | Geschlecht | string |

Tabelle A.117: Die Klasse Person

Die Klasse Adresse (Tabelle A.118) beschreibt den Wohnort der Person und wird normalerweise ausschließlich für administrative Zwecke verwendet.

Die von Person abgeleitete Klasse MedizinPersonal (Tabelle A.119) erweitert die Personenbeschreibung um Attribute, die alle in der Pflege beschäftigten Personen besitzen.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Adresse | | |
| | Strasse | string |
| | Plz | string |
| | Ort | string |
| | Telefon | list(string) |
| | Fax | list(string) |

Tabelle A.118: Die Klasse Adresse

**Station** Beschreibt zu welcher Station die Person gehört.

**Berechtigung** Aufgrund ihrer Ausbildung sind im medizinischen Umfeld tätige Personen zur Durchführung bestimmter Aufgaben berechtigt. Darunter fällt z. B. das Röntgen. Alle Berechtigungen werden in diesem Attribut gespeichert.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| MedizinPersonal | | |
| | PieperNummer | string |
| | Station | string |
| | Berechtigung | list(string) |

Tabelle A.119: Die Klasse MedizinPersonal

Die von MedizinPersonal abgeleitete Klasse Arzt (Tabelle A.120) enthält die Attribute, die notwendig sind um einen Arzt in seinem Aufgabenumfeld zu beschreiben. Im Einzelfall müssen die darüber hinaus benötigten Attribute ergänzt werden.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Arzt | | |
| | Fachgebiet | list(string) |

Tabelle A.120: Die Klasse Arzt

Die ebenfalls von Person abgeleitete Klasse Patient (Tabelle A.121) fügt Attribute hinzu, die zur Beschreibung eines Patienten von Bedeutung sind.

Die Klasse VersicherungsStatus (Tabelle A.122) beschreibt die Leistungen, die ein bestimmter Patient beanspruchen kann. So haben z. B. Privatpatienten im allgemeinen Anrechte auf Zimmer mit geringer Belegungszahl und auf Chefarztbehandung.

**Status** bestimmt den Versicherungsstatus des Patienten. Mögliche Werte sind z. B. Privat, Gesetzlich und Unversichert.

| Klasse | Attribut | Typ |
| --- | --- | --- |
| Patient | | |
| | Angehörige | list(Person) |
| | hat | VersicherungsStatus |
| | besitzt | Anamnese |

Tabelle A.121: Die Klasse Patient

**Konditionen** bestimmt die genauen Rechte, die sich aus der speziellen Versicherungspolice ableiten, z. B. Einzelzimmer, Doppelzimmer, Chefarztvisite.

| Klasse | Attribut | Typ |
| --- | --- | --- |
| VersicherungsStatus | | |
| | Status | string |
| | Kostentraeger | string |
| | Konditionen | string |

Tabelle A.122: Die Klasse VersicherungsStatus

Die Klassen Pfleger bis Hebamme beschreiben jeweils Besonderheiten des jeweiligen Berufszweigs. Die Klassen sind nicht im Detail ausgearbeitet, da sie für diese Arbeit nicht von Interesse sind. Sie zeigen, an welcher Stelle die Hierarchie zu erweitern ist, wenn weitere medizinische Pflegeberufe integriert werden sollen.

Um auch die grundlegenden Daten über die zuständigen Kostenträger zur Verfügung zu haben, ist dem Modell eine Klasse Versicherung (Tabelle A.123) zugefügt worden, mit der sich Daten über Versicherungen modellieren lassen.

| Klasse | Attribut | Typ |
| --- | --- | --- |
| Versicherung | | |
| | besitzt | Adresse |
| | Name | string |
| | Telefon | string |

Tabelle A.123: Die Klasse Versicherung

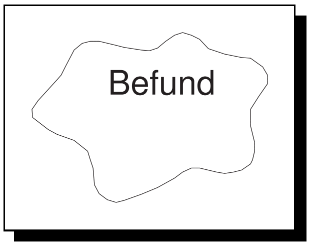



Abbildung A.26: Die Klasse Befund

Die Klasse Befund (Abbildung A.26 und Tabelle A.124) beschreibt die Symptome eines Patienten in der Terminologie der Medizin.

Ein Patient erfährt eine Erkrankung immer durch eine Menge von Symptomen. Zum Beispiel geht ein grippaler Infekt (eine Grippe) mit den Symptomen Übelkeit, Schwindelgefühl und Fieber einher. Diese Symptome führen den Patienten zum Arzt. Dieser untersucht ihn, beschreibt die einzelnen Symptome in der Terminologie der Medizin (Befund) und schließt aufgrund seiner Kenntnis auf eine Krankheit als Ursache (Diagnose). Diese Beschreibung der Symptome erfolgt durch die Klasse Befund.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Befund | | |
| | Befundung | string |
| | diagnostiziert durch | Verfahren |
| | erstellt durch | Arzt |
| | beschreibt | Veraenderung |

Tabelle A.124: Die Klasse Befund

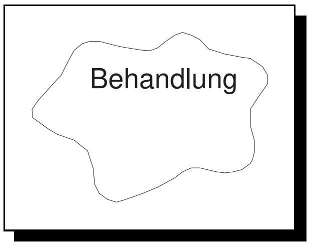



Abbildung A.27: Die Klasse Behandlung

Aufgrund der Befunde entscheidet der verantwortliche Arzt, welche Verfahren angewendet werden müssen, um den Patienten zu heilen. Die Klasse Behandlung (Abbildung A.27 und Tabelle A.125) faßt eben diese Verfahren zusammen.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Behandlung | | |
| | durchgefuehrt durch | Verfahren |
| | begruendet durch | Befund |
| | bewilligt durch | Einwilligung |
| | ueberwacht durch | Arzt |

Tabelle A.125: Die Klasse Behandlung

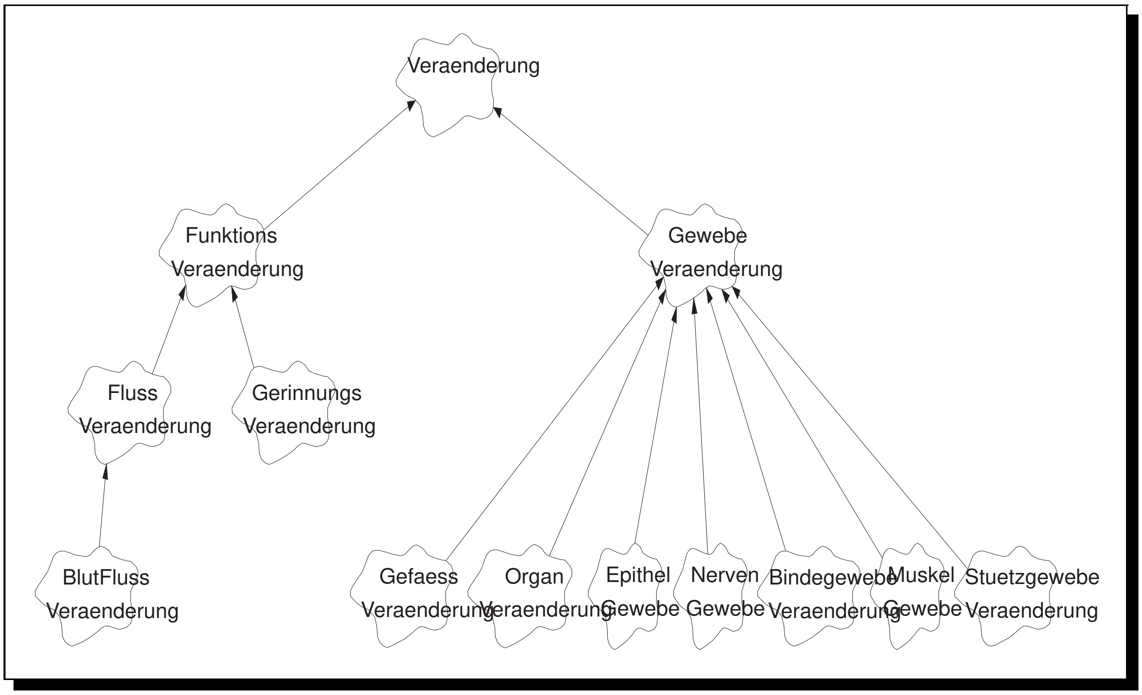



Abbildung A.28: Die Klasse Veränderung

Erkrankungen entwicklen sich aufgrund von Veränderungen im menschlichen Körper. Sind diese Veränderungen erkennbar, so spricht man von Symptomen, die durch die Klasse Befund, wie oben ausgeführt beschrieben werden. Die Klasse Veränderung (Abbildung A.28) und die von dieser abgeleiteten Klassen dienen der Einordnung von Befunden. Die Hierarchie der Veränderungen unterscheidet zunächst zwei Arten:

1. Gewebeveränderungen und
2. Funktionsveränderungen

Gewebeveränderungen beschreiben die nicht notwendigerweise krankhafte Veränderung von Geweben. Die Hierarchie gliedert sich im nächsten Schritt in die im menschlichen Körper vorhandenen Gewebe auf. Dies sind:

**Gefäßgewebe** Aus diesem Gewebe setzen sich die Arterien, Venen und Lymphbahnen zusammen.

**Organgewebe** Das Gewebe der Organe wie Leber, Milz und Nieren.

**Epithelgewebe** dient der Auskleidung von äußeren oder inneren Oberflächen.

**Nervengewebe** Das Gewebe aller Nervenbahnen, also sowohl der in der Haut eingelagerten, als auch der Nervenstränge im Rücken.

**Bindegewebe** Das Bindegewebe verbindet alle anderen Gewebe zum Körper. Es ist das am häufigsten vorkommende Gewebe.

**Muskelgewebe** Das Gewebe aus dem sich die Muskeln zusammensetzen. Die Muskeln bilden den aktiven Bewegungsapparat.

**Stützgewebe** Knorpel und Knochen sind die wichtigsten Vertreter des Stützgewebes und stellen den wichtigsten Teil des passiven Bewegungsapparates dar.

Funktionsveränderungen beschreiben Veränderungen, die nicht unmittelbar aufgrund von Gewebeveränderungen auftreten. Ein Beispiel dafür ist die Gerinnungsveränderung. Durch eine Störung des Stoffwechsels kommt es zur verminderten Fähigkeit des Blutes zu gerinnen. Ist dieser Zustand dauerhaft, spricht man von der Krankheit „Bluter". Speziell im Bereich der Angiologie ist die Blutflußveränderung von Interesse, da dadurch sklerotische Veränderungen der Arterien hervorgerufen werden können. Eine Blutflußveränderung liegt dann vor, wenn das Blut an einer Stelle staut oder sich im Blutfluß Wirbel bilden. Letztere entstehen, wenn die Arterieninnenhaut nicht mehr glatt ist, sondern aufgrund verschiedener möglicher Ursachen einen Widerstand bildet.

Alle Veränderungen haben eine oder mehrere Ursachen, die durch die Hierarchie Ursache beschrieben werden können.

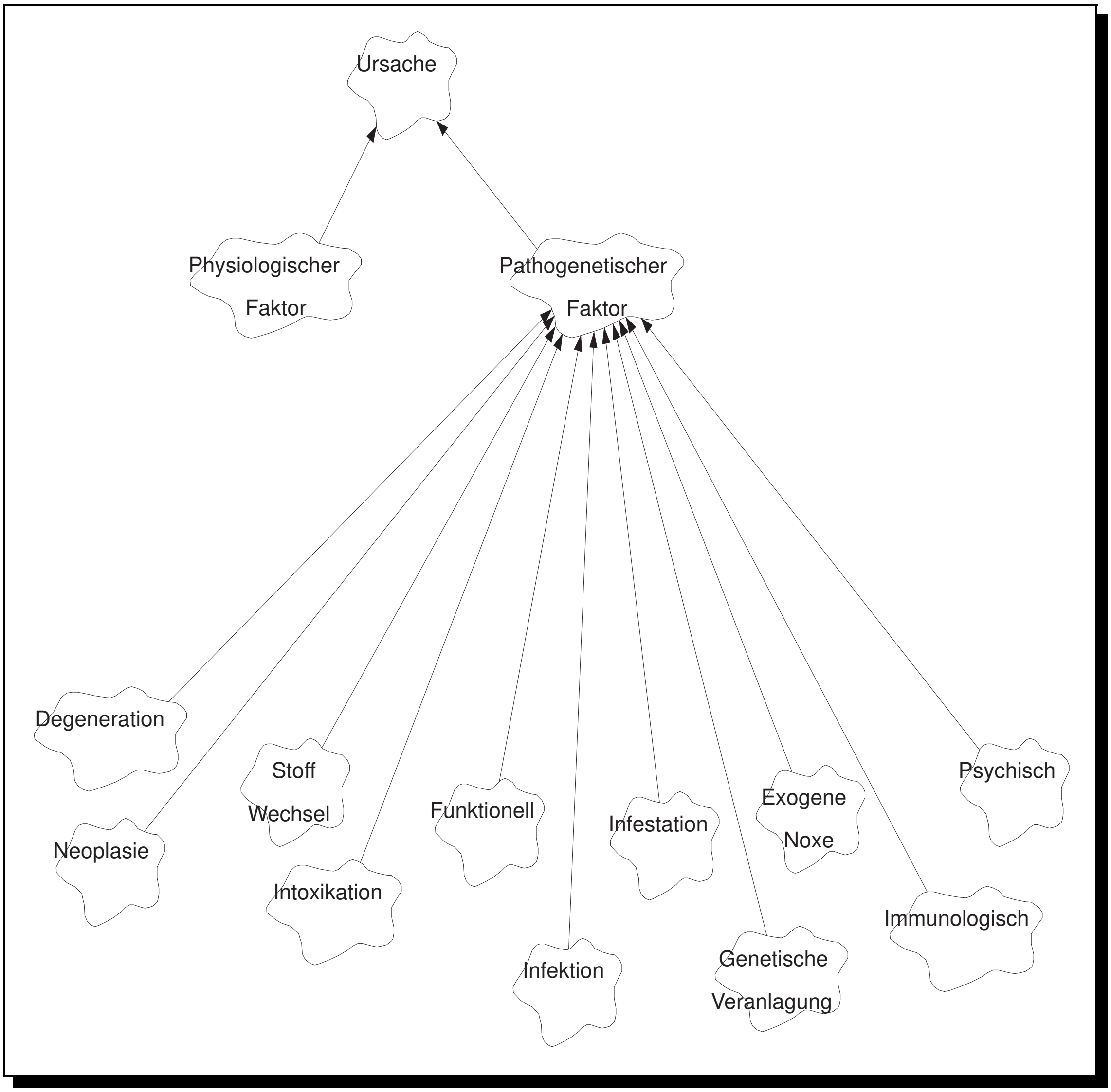



Abbildung A.29: Die Klasse Ursache

Die Klasse Ursache (Abbildung A.29) beschreibt den Grund für die Veränderung im Körper eines Menschen. Alle Ursachen lassen sich in zwei Gruppen aufteilen:

1. Physiologische Ursachen und
2. Pathogenetische Ursachen.

Die Physiologie bedient sich physikalischer und chemischer Methoden, um Funktionsabläufe zu erklären. Um den Umfang der Arbeit zu begrenzen, werden diese Funktionsabläufe nicht weiter diskutiert.

Die im Rahmen dieser Arbeit wesentlich interessanteren Ursachen werden in der Medizin als pathogenetische Faktoren bezeichnet. In der Medizin werden elf verschiedene pathogenetische Faktoren unterschieden. Jede mögliche Veränderung ist durch einen oder mehrere pathogenetische Faktoren bestimmt. Dieser Einteilung entsprechend werden die Ursachen für die Erkrankungen weiter unterteilt.

**Degeneration** bezeichnet die Abnutzung bzw. den Verschleiß von Geweben im menschlichen Körper. Die im Alter verminderte „Schmierfähigkeit" der Gelenke gehört ebenso dazu, wie die allmähliche Sklerotisierung der Arterieninnenwände.

**Neoplasie** bezeichnet den unkontrollierten Wildwuchs von Geweben im Körper, auch als Tumorbildung bekannt.

**Stoffwechsel** Erkrankungen des Stoffwechsels sind z. B. Diabetes.

**Intoxikation** bezeichnet die Vergiftungen des Körpers.

**Funktionell** Funktionsverlust (z. B. der Verlust der *Erektions*fähigkeit) ohne erkennbare organische Ursache. Eine solche Veränderung ist in den meisten Fällen psychischer Natur.

**Infektion, Infestation** bezeichnet das Eindringen von Krankheitserregern in den menschlichen Körper, wobei die Infestation durch Parasiten verursacht wird.

**Exogene Noxe** bezeichnet Beschädigungen am Körper, die durch äußerliche Gewalteinwirkung verursacht werden. Frakturen (Brüche) fallen in diese Kategorie.

**Immunologisch** bezeichnet Fehlfunktionen des Immunsystems. Die Immunschwäche AIDS, die durch einen Krankheitserreger ausgelöst wird, fällt ebenso wie die meisten allergischen Reaktionen in diese Kategorie.

**Psychisch** bezeichnet die Gesamtheit aller Krankheitsursachen, für die keine organische Ursache angegeben werden kann und die ohne Funktionsverlust auftreten.

Durch die Klassen Veraenderung und Ursache sowie deren Spezialisierungen lassen sich Erkrankungen herleiten. Zur Behandlung von Erkrankungen werden im folgenden zwei weitere Klassenhierarchien eingeführt: Verfahren und Massnahmen.

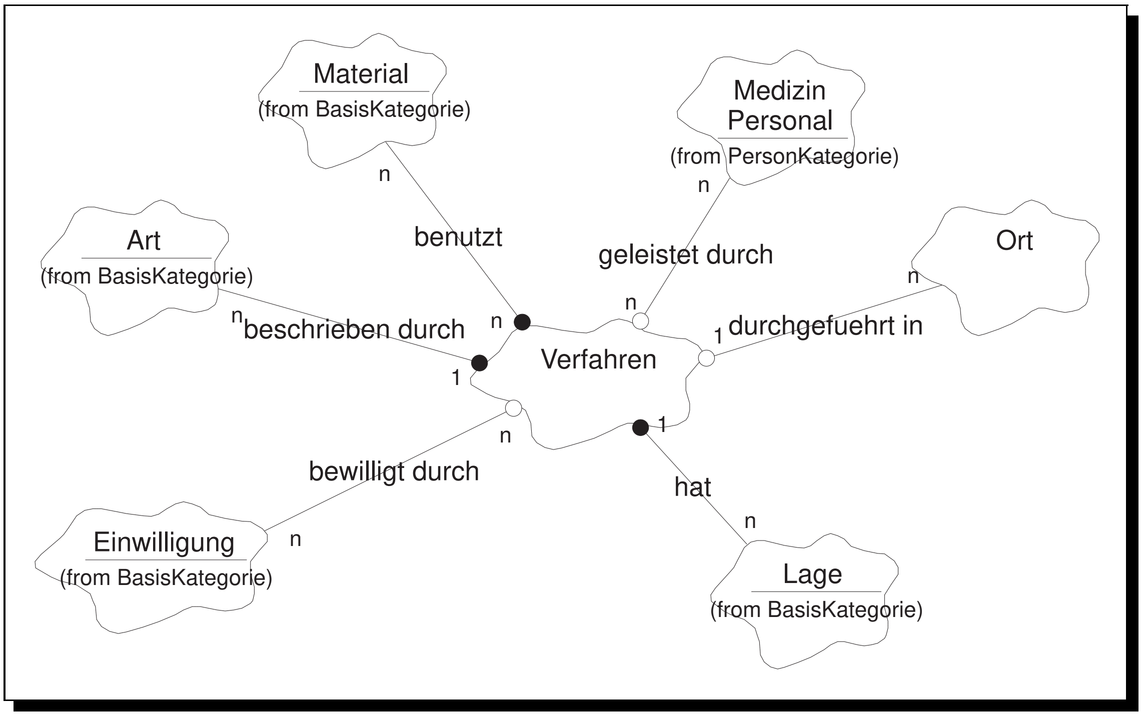



Abbildung A.30: Die Klasse Verfahren

Die Klasse Verfahren (Abbildung A.30 und Tabelle A.126) ist die Wurzelklasse aller Aktivitäten, die mit dem Ziel durchgeführt werden, den Zustand des Patienten zu seinen Gunsten zu verändern. Verfahren setzen sich in fast allen Fällen aus einer Reihe von Einzelmaßnahmen zusammen. In Gegensatz dazu beschreibt die Klasse Massnahmen immer eine konkrete Dienstleistung am Patienten, die für sich selbst genommen den Zustand des Patienten nicht zielgerichtet verändern kann.

Ein Beispiel für ein Verfahren ist die *Perkutane Transluminale Angioplastie PTA*. Eine PTA besteht mindestens aus einer *Voruntersuchung*, einer *OPVorbereitung* und einer *Medikation*. Im Gegensatz dazu ist die im Rahmen der Voruntersuchung einer PTA üblicherweise durchgeführte *Dopplersonographie* eine Maßnahme.

Verfahren sind demzufolge darauf ausgerichtet, eine Fragestellung zu klären, die sich im Rahmen der Behandlung eines Patienten ergibt, oder den Gesundheitszustand des Patienten zu verbessern. Im ersten Fall spricht man von diagnostischen, im zweiten von therapeutischen Verfahren. Diese in der Medizin gängige Unterscheidung wird in dieser Ausarbeitung nicht gemacht. In der Praxis lassen sich viele Verfahren einer der beiden Gruppen nicht eindeutig zuordnen.

Jedes Verfahren enthält die folgenden Attribute:

Das Attribut Dringlichkeit dient dazu, Verfahren eine definierte Priorität zuzuordnen. In der Medizin werden normalerweise drei verschiedene Prioritäten verwendet, die im folgenden in absteigender Wichtigkeit aufgeführt sind:

**Notfall** Das Verfahren muß sofort eingeleitet werden.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Verfahren | | |
| | Dringlichkeit | string |
| | beeinflusst durch | Befund |
| | Durchfuehrung | Zeit |
| | beschrieben durch | Art |
| | durchgefuehrt in | Ort |
| | bewilligt durch | Einwilligung |
| | angeordnet durch | Arzt |
| | verbraucht | Material |
| | durchgefuehrt durch | MedizinPersonal |

Tabelle A.126: Die Klasse Verfahren

**Dringend** Das Verfahren muß so schnell wie möglich eingeleitet werden.

**Elektiv** Das Verfahren wird im Rahmen der normalen Bearbeitungsreihenfolge durchgeführt.

Die Klasse Ort (Tabelle A.127) dient der Ortsbeschreibung innerhalb eines Krankenhauses. Über diese Klasse kann festgestellt werden, in welchem Raum innerhalb einer Einrichtung ein bestimmtes Verfahren durchgeführt wurde.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Ort | | |
| | Raumnummer | string |
| | Raumbezeichnung | string |

Tabelle A.127: Die Klasse Ort

Jede Maßnahme an einem Patienten muß von diesem oder einer berechtigten Person bewilligt werden. Die Klasse Einwilligung (Abbildung A.31 und Tabelle A.128) faßt die dazu notwendigen Informationen zusammen.

**Beschraenkung** Hier werden alle Maßnahmen aufgelistet, zu der der Patient sein Einverständnis verweigert. Ein Patient kann z. B. die Einwilligung zur einer Angioplastie geben. Sollte sich allerdings während der Behandlung herausstellen, daß das betroffene Bein amputiert werden muß, so kann er dafür seine Einwilligung im vorhinein verweigern.

**UmfangDerAufklaerung** Listet alle Maßnahmen auf, über die der Patient aufgeklärt worden ist.

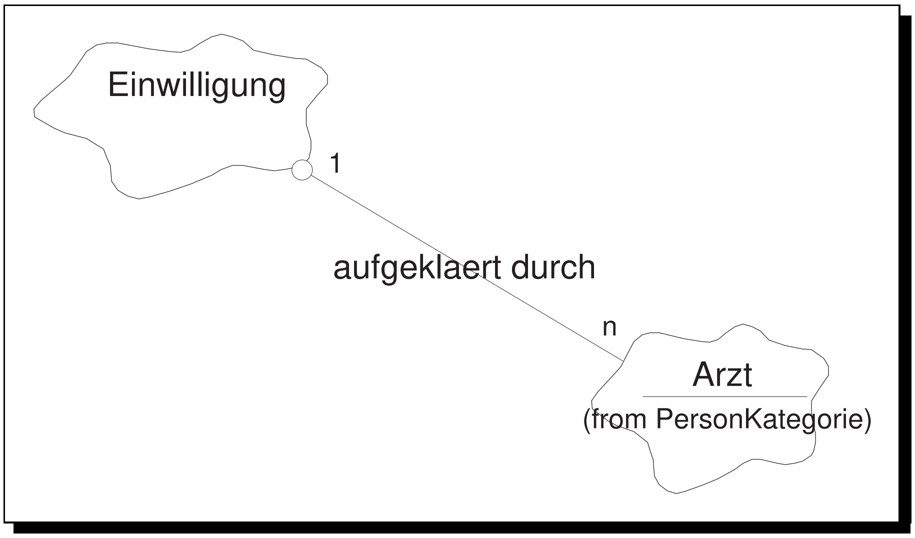



Abbildung A.31: Die Klasse Einwilligung

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Einwilligung | | |
| | Datum | Date |
| | Beschraenkung | list(Massnahmen) |
| | Widerrufen | Date |
| | UmfangDerAufklaerung | list(Massnahmen) |
| | Massnahme | list(Massnahmen) |
| | aufgeklaert durch | Arzt |

Tabelle A.128: Die Klasse Einwilligung

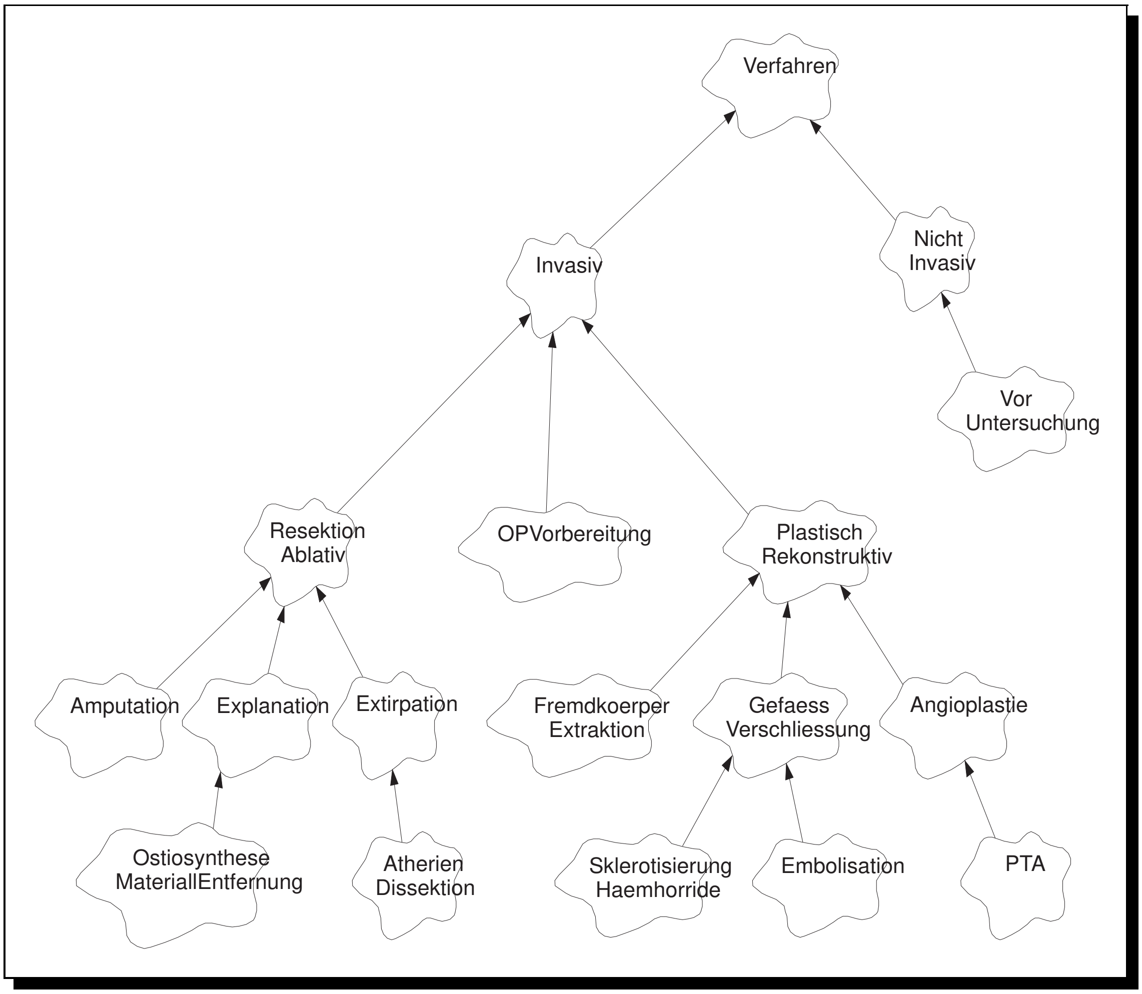



Abbildung A.32: Die Verfahrenshierarchie

Die Klasse Verfahren ist von der Verfahrenshierarchie in Abbildung A.32 abgeleitet.

Es fällt auf, daß in der vorgestellten Hierarchie keine Unterscheidung zwischen diagnostischen und therapeutischen Verfahren gemacht wird. Die Problembereichsanalyse mit einem Arzt zeigte, daß sich fast alle Maßnahmen, die an einem Patienten durchgeführt werden können, in Einzelfall sowohl der Diagnostik als auch zur Therapie dienen können. Ein Beispiel soll diesen Sachverhalt verdeutlichen.

Ein Patient klagt über Bauchschmerzen und trotz Einsatz aller Maßnahmen kann die Ursache nicht festgestellt werden. Aufgrund des sich immer weiter verschlechternden Zustands wird der Bauch des Patienten eröffnet. Dieser chirurgische Eingriff dient ausschließlich der Diagnostik. Es wird festgestellt, daß der Patient an einem Magengeschwür leidet, welches nun entfernt wird. Dadurch wird der chirurgische Eingriff therapeutisch motiviert. Es wird klar, daß Verfahren je nach Kontext diagnostisch oder therapeutisch motiviert sein können. Dementsprechend ist, wie in dem geschilderten Beispiel, eine eindeutige Unterscheidung in diagnostische und therapeutische Verfahren häufig nicht möglich. Aus diesem Grunde konnte auf die Unterteilung in diagnostische und therapeutische Verfahren vollständig verzichtet werden.

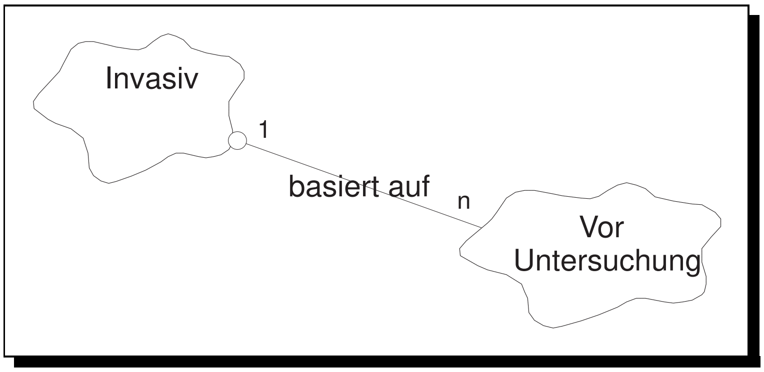



Abbildung A.33: Die Klasse Invasiv

Statt dessen wurde auf oberster Ebene eine Unterscheidung in invasive (Abbildung A.33 und Tabelle A.129) und in nichtinvasive Verfahren vorgenommen. Ein Verfahren ist invasiv, wenn bei der Anwendung des Verfahrens in den Körper eingedrungen werden muß. Darunter fallen alle Eingriffe, die sich einen neuen Zugang in das Körperinnere schaffen, wie z. B. die Entfernung des Blinddarms durch die Bauchdecke, und alle Eingriffe, die nicht natürliche Körperöffnungen nutzen, wie sie z. B. durch offene Knochenbrüche entstehen; desweiteren alle Verfahren, die vorhandene Körperöffnungen nutzen, um Untersuchungsgeräte einzuführen, wie z. B. bei der Magenspiegelung. Die Schwierigkeit, medizinische Sachverhalte eindeutig zu hierarchisieren und zu beschreiben zeigt sich daran, daß kein Mediziner die Untersuchung der Mandeln mittels eines Spatels, durch den die Zunge des Patienten nach unten gedrückt wird, als invasiv bezeichnen würde. Eine Medikamentengabe, in welcher Form auch immer (Tablette, Zäpfchen, Wirkstoffpflaster oder Tropfen) ist invasiv.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Invasiv | | |
| | Zugangstechnik | string |
| | basiert auf | VorUntersuchung |

Tabelle A.129: Die Klasse Invasiv

Alle Operationen, in der täglichen Praxis allerdings fast alle invasiven Maßnahmen, müssen vorbereitet werden. Diese Vorbereitungen werden durch die Klasse OPVorbereitung (Tabelle A.130) modelliert.

Das Verfahren der Angioplastie ist das zentrale therapeutische Verfahren des im Rahmen dieser Arbeit betrachteten Gebiets. Es ist von der Klasse Verfahren abgeleitet und soll zeigen, wie medizinische Verfahren abgeleitet werden.

Viele invasive Verfahren lassen sich in zwei Gruppen teilen:

1. Resektion ablativ und
2. Plastisch rekonstruktiv

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| OPVorbereitung | | |
| | RasurOrt | Ort |
| | RasurDatum | Zeit |
| | verabreicht | Medikation |

Tabelle A.130: Die Klasse OPVorbereitung

Die erste Gruppe beschreibt alle Verfahren, die ganz allgemein der Entnahme dienen. Dies kann eine Gliedmaße sein (Amputation), vorher eingebrachtes künstliches Material (z. B. Schrauben und Platten) (Explantation) oder Gewebeteile (Extirpation).

Die zweite Gruppe beschreibt alle Verfahren, die der Wiederherstellung von Geweben oder Funktionen dienen. Darunter fallen Gefäßverschließungen (z. B. die Behandlung von *Hämorrhoiden*) oder auch die Angioplastie.

Im Rahmen der Nutzung und Erweiterung der Verfahrenshierarchie sind neben den Klassen ResektionAblativ und PlastischRekonstruktiv noch weitere Klassen auf dieser Abstraktionsebene denkbar.

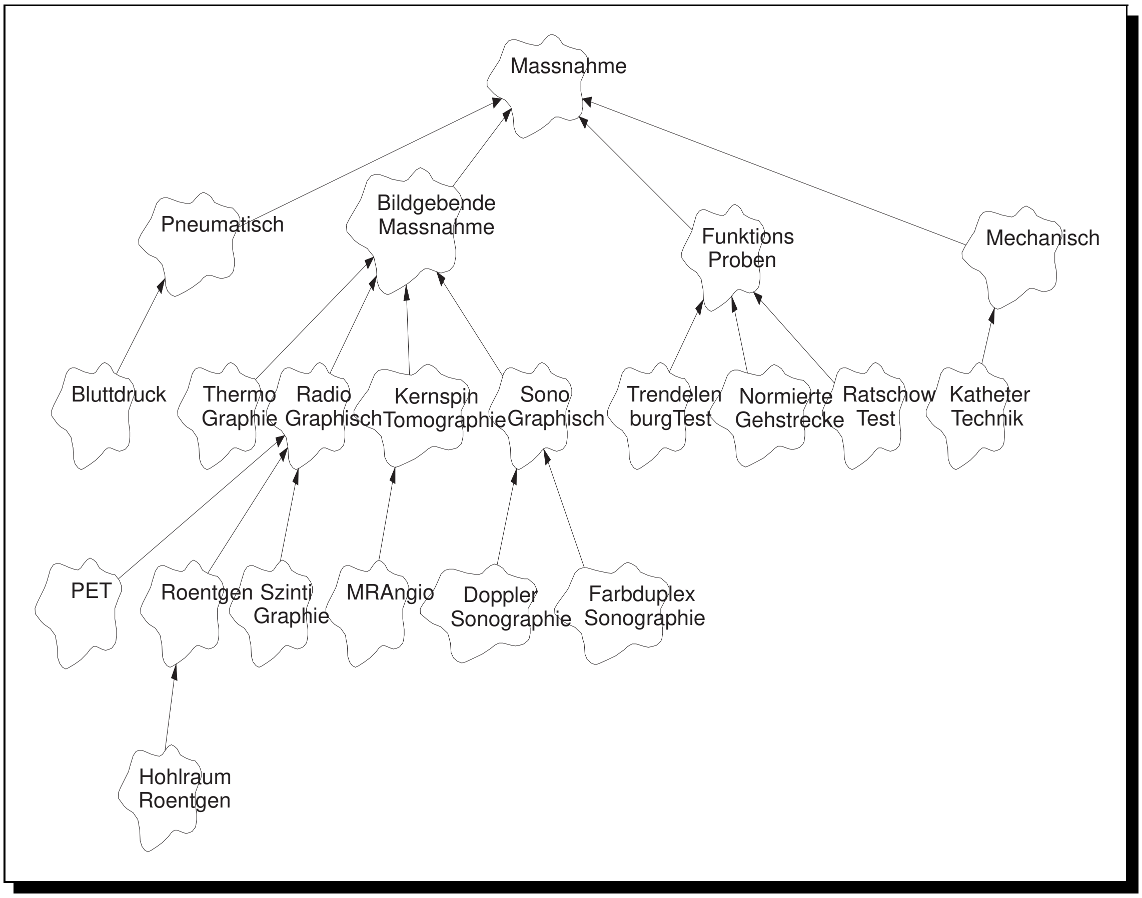



Abbildung A.34: Die Klasse Massnahme

Die Klasse Massnahme (Abbildung A.34 und Tabelle A.131) ist die Wurzelklasse aller Einzelmaßnahmen, die im Rahmen eines Verfahrens zusammengefaßt eine zielgerichtete Behandlung des Patienten ergeben. Dazu gehört das Messen des Blutdrucks ebenso wie die Aufnahme eines Röntgenbildes. Alle in dieser Arbeit identifizierten Maßnahmen lassen sich in die folgenden vier Gruppen einteilen und werden dementsprechend abgeleitet.

- Bildgebend
- Funktionsprobe
- Mechanisch

Jede Maßnahme wird durch eine Klasse Art (Abbildung A.36 und Tabelle A.141) näher beschrieben, die auf Seite 163 eingeführt wird. Darüber hinaus basiert jede Maßnahme auf einer Voruntersuchung, stützt sich auf eine Anamnese und wird von Medizinpersonal durchgeführt.

Als Beispiel für die Erweiterung der Maßnahmenhierarchie dient die Klasse NormierteGehstrecke.(Tabelle A.132) Die Klasse NormierteGehstrecke beschreibt eine spezielle Maßnahme, um die Gehfähigkeit eines Patienten abzuschätzen. Sie wird im Rahmen der angiologischen Untersuchung standardmäßig durchgeführt. Der Patient soll auf einem Laufband eine bestimmte Strecke zurücklegen. Geschwindigkeit und Steigung des Laufbands sind einstellbar

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Massnahme | | |
| | beschrieben durch | Art |
| | basiert auf | VorUntersuchung |
| | stuetzt sich auf | Anamnese |
| | durchgefuehrt durch | list(MedizinPersonal) |

Tabelle A.131: Die Klasse Massnahme

und werden durch die entsprechenden Attribute der Klasse repräsentiert. Für den untersuchenden Arzt sind zwei Angaben wichtig:

1. nach wieviel Metern Gehstrecke setzt ein Wadenschmerz ein und
2. nach wieviel Metern kann der Patient nicht mehr weitergehen.

Beide Angaben werden in den Attributen Schmerzeinsatz und Abbruch festgehalten und sind für die Bewertung des Patientenzustands wichtig. Mit dem Attribut Seite wird beschrieben, auf welcher Körperseite der Schmerz einsetzt.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| NormierteGehstrecke | | |
| | Geschwindigkeit | integer |
| | Steigung | integer |
| | Schmerzeinsatz | integer |
| | Abbruch | integer |
| | Seite | Lage |

Tabelle A.132: Die Klasse NormierteGehstrecke

Einige weitere Beispiele für die Anwendung der Maßnahmenhierarchie sind die folgenden Klassen:

Die Dopplersonographie ist eine Maßnahme, mit der die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes an einer beliebigen Stelle der Extremitäten ermittelt werden kann, ohne den Patienten zu verletzen (nicht invasiv). Dazu wird der physikalische Dopplereffekt ausgenutzt. Ergebnis der Untersuchung sind Strömungsgeschwindigkeit und Flußrichtung. Zur Modellierung der Dopplersonographie dient die Klasse DopplerSonographie (Tabelle A.133).

Die Farbduplexsonographie ist eine Weiterentwicklung der Dopplersonographie, die ebenfalls zur Bestimmung der Flußgeschwindigkeit des Blutes eingesetzt wird. Aufgrund der flächenhaften Darstellung auf einem angeschlossenen Monitor läßt sich jedoch das Strömungsverhalten detaillierter bestimmen. Zur Modellierung der Farbduplexsonographie dient die Klasse FarbduplexSonographie (Tabelle A.134).

Bei allen radiographischen Untersuchungsmaßnahmen ist die Intensität der verwendeten Strahlung von Interesse, die in der Klasse RadioGraphisch (Tabelle A.135) zusammengefaßt

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| DopplerSonographie | | |
| | Stroemungsgeschwindigkeit | integer |
| | Flussrichtung | integer |

Tabelle A.133: Die Klasse DopplerSonographie

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| FarbduplexSonographie | | |
| | Stroemungsgeschwindigkeit | integer |
| | Flussrichtung | integer |

Tabelle A.134: Die Klasse FarbduplexSonographie

ist. Alle radiographischen Maßnahmen sind aus diesem Grunde von der Klasse RadioGraphisch abgeleitet.

Röntgen ist die klassische bildgebende Maßnahme der Medizin. Die Klasse Roentgen (Tabelle A.136) wird von der Klasse RadioGraphisch abgeleitet. Für die Bewertung eines Röntgenbildes sind folgende Attribute von Interesse.

**Durchleuchtungsdauer** Gibt die Belichtungszeit des Films an.

**FokusFilmAbstand** Bezeichnet den Abstand zwischen dem schärfsten Punkt und der Filmoberfläche in Metern.

**VerstaerkerFolien** Gibt an, ob und welche Verstärkerfolien verwendet wurden.

Da Hohlräume im menschlichen Körper röntgentransparent sind, d.h. auf einem Röntgenbild nicht erscheinen, wird zur Darstellung ein *Röntgenkontrastmittel* eingesetzt. Deshalb erweitert die Klasse HohlraumRoentgen (Tabelle A.137) die Klasse Roentgen um die Angabe einer Medikation.

Alle sonographischen Maßnahmen werden durch die verwendete Schallkopffrequenz in Megahertz und durch den verwendeten Scannertyp (z. B. Rundkopf) beschrieben, und durch die Klasse Sonographisch (Tabelle A.138) modelliert.

Bei der Blutdruckmessung wird ein systolischer (Druck nach Kontraktion der Herzwand) und ein diastolischer (Druck nach Erschlaffung der Herzwand) Wert gemessen. Wichtig für eine

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| RadioGraphisch | | |
| | Strahlendosis(KeV) | string |

Tabelle A.135: Die Klasse RadioGraphisch

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Roentgen | | |
| | Durchleuchtungsdauer | Zeit |
| | FokusFilmAbstand | integer |
| | FilmEmpfindlichkeit | string |
| | Filter | list(string) |
| | VerstaerkerFolien | list(string) |

Tabelle A.136: Die Klasse Roentgen

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| HohlraumRoentgen | | |
| | verabreicht | Medikation |

Tabelle A.137: Die Klasse HohlraumRoentgen

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| SonoGraphisch | | |
| | Schallkopffrequenz(MHZ) | real |
| | Scannertyp | string |

Tabelle A.138: Die Klasse SonoGraphisch

genaue Bewertung ist im Einzelfall die Größe der Manschette, die vom Arzt zum kurzzeitigen Unterbrechen des Blutflusses um den Arm des Patienten gelegt und mit Luft gefüllt wird. Die Modellierung erfolgt durch die Klasse Blutdruck (Tabelle A.139).

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Blutdruck | | |
| | Systolisch | integer |
| | Diastolisch | integer |
| | Manschettengroesse | integer |

Tabelle A.139: Die Klasse Blutdruck

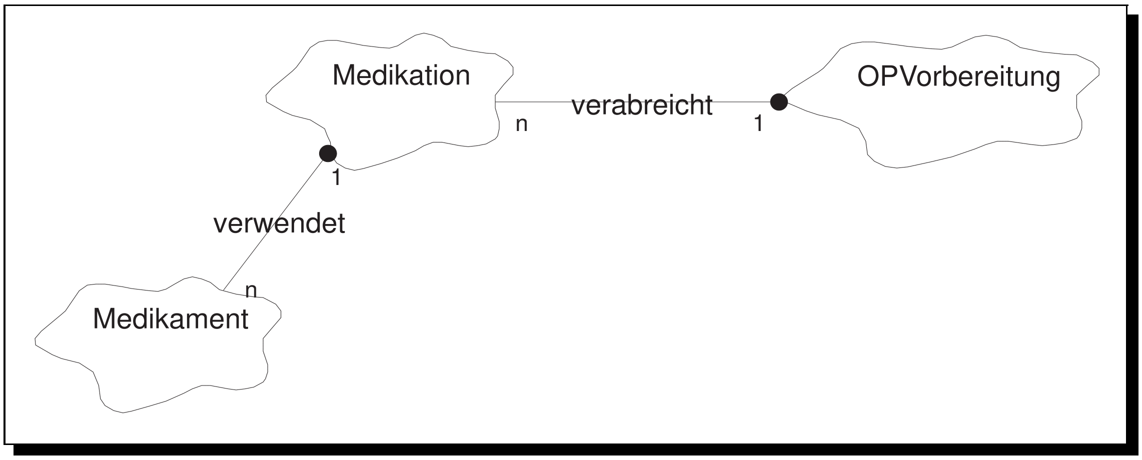



Abbildung A.35: Die Klasse Medikation

Die Klasse Medikation (Tabelle A.140) beschreibt die Abgabe von Medikamenten an einen Patienten. Die Informationen über die einzelnen Medikamente sind in der Klasse Medikament verkapselt, welche in der Hierarchie der Materialien zu finden ist.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Medikation | | |
| | verwendet | list(Medikament) |

Tabelle A.140: Die Klasse Medikation

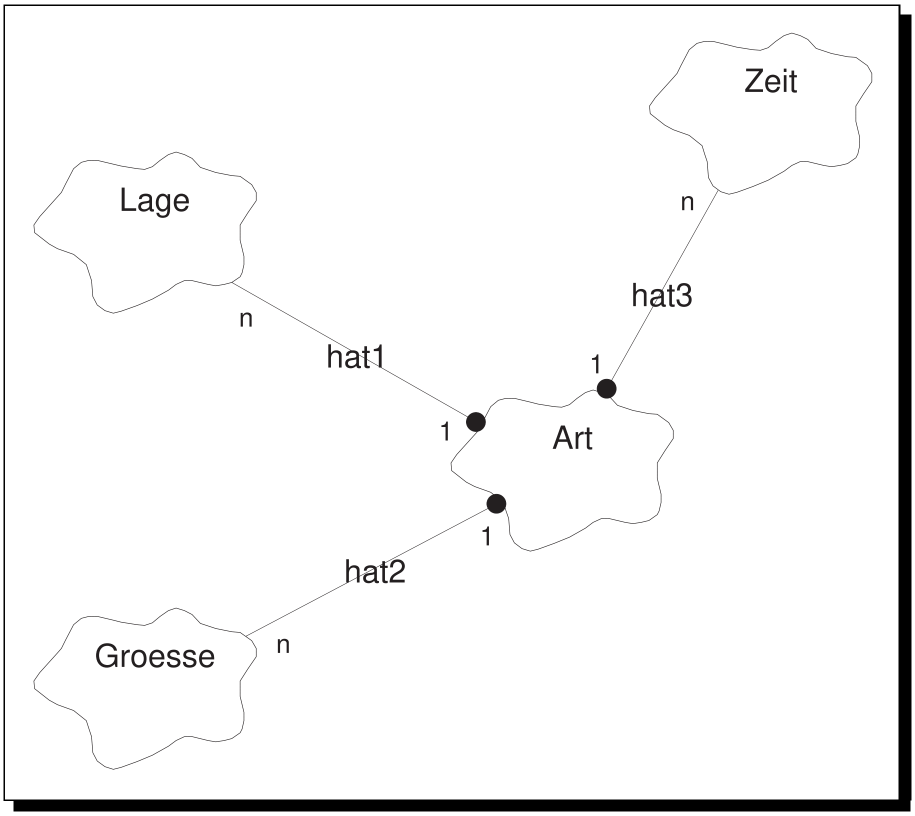



Abbildung A.36: Die Klasse Art

Bei der Beschreibung von Maßnahmen oder Veränderungen sind für den Arzt die folgenden Attribute von Interesse, die in der Klasse Art (Abbildung A.36 und Tabelle A.141) zusammengefaßt sind.

**Lage** Die Lage beschreibt, an welcher Stelle des menschlichen Körpers eine Veränderung auffällt oder eine Maßnahme stattfindet.

**Größe** Die Größe macht eine Aussage über die Ausdehnung des beschriebenen Objektes.

**Zeit** In dem Attribut Zeit werden im jeweiligen Kontext interessante Zeitangaben festgehalten.

**Verteilungsmuster** Dieses Attribut beschreibt hauptsächlich bei sichtbaren mehrfach auftretenden Veränderungen die Verteilung über den Körper. Für das Attribut Verteilungsmuster sind die folgenden Werte vorgesehen:

- **lokalisiert** An einer bestimmten Stelle.
- **multipel** An mehreren Stellen.
- **solitär** Einzeln.
- **dissiminiert** Verteilt.
- **gruppiert** In Gruppen aufgeteilt.

**Gestalt** Beschreibt die Gestalt. Für das Attribut Gestalt sind die folgenden Werte vorgesehen:

- Flächenhaft
- Kugelförmig

**Ausdehnung** Das Attribut Ausdehnung beschreibt, wie die Form einzelner Ausprägungen der Attribute beschaffen ist. Für das Attribut Ausdehung sind die folgenden Werte vorgesehen:

- partiell zirkulär
- ausgedehnt zirkulär
- kurzstreckig
- langstreckig
- kontinuierlich
- diskontinuierlich
- flächig
- streifig
- konzentrisch
- exzentrisch

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Art | | |
| | hat1 | Lage |
| | hat2 | Groesse |
| | hat3 | Zeit |
| | Verteilungsmuster | list(string) |
| | Ausdehnung | list(string) |
| | Gestalt | list(string) |

Tabelle A.141: Die Klasse Art

Medizinische Größenangaben können nicht immer auf die gleiche Weise erfolgen. Auch im Kontext einer konkreten Fragestellung, z. B. nach der Größe eines Tumors, kann nicht im vorhinein bestimmt werden, welche Größenangabe überhaupt sinnvoll ist. Kugelförmige Tumore lassen sich sehr gut über den Durchmesser, langgestreckte besser durch Angabe von Breite und Höhe beschreiben. Darüber hinaus haben sich bestimmte Analogien eingebürgert, die ebenfalls häufig verwendet werden (z. B. Fünfmarkstück-, Erbsen- oder Mannsfaustgroß). Um dem Arzt die freie Entscheidung zu lassen, sind in der Klasse Größe alle möglichen Größenangaben zusammengefaßt, so daß die im Einzelfall entsprechende ausgewählt werden kann. Alle Größenangaben werden aus diesem Grunde in der Klasse Groesse (Tabelle A.142) zusammengefaßt.

Ebenso wie die Größe lassen sich Zeitangaben nicht immer mit der gleichen Einheit angeben. Deshalb werden dafür auch verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung gestellt und in der Klasse Zeit (Tabelle A.143) zusammengefaßt.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Groesse | | |
| | Durchmesser(cm) | integer |
| | Laenge(cm) | integer |
| | Breite(cm) | integer |
| | Hoehe(cm) | integer |
| | Volumen(dl) | integer |
| | Beschreibend | string |

Tabelle A.142: Die Klasse Groesse

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Zeit | | |
| | Datum | Date |
| | Zeit | Time |
| | Minuten | integer |
| | Stunden | integer |
| | Tage | integer |
| | Monate | integer |
| | Jahre | integer |
| | Beschreibung | list(string) |
| | Beginn | Time |
| | Ende | Time |

Tabelle A.143: Die Klasse Zeit

Mit der Klasse Lage (Tabelle A.144) soll jede beliebige Position im menschlichen Körper beschrieben werden können. Da auch für Positionsangaben kein Referenzsystem existiert, werden sie von verschiedenen Medizinern und abhängig von der Aufgabenstellung verschieden gemacht. So kann eine Verletzung in der Handfläche als 1 cm unter dem „Os metacarpale“ (Schaft des Mittelhandknochens) liegend oder als 2 cm neben der „Arteria digitales palmares communes“ (Fingerarterie der Hohlhand) liegend beschrieben werden.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Lage | | |
| | Beschreibung | string |
| | Seite | string |

Tabelle A.144: Die Klasse Lage

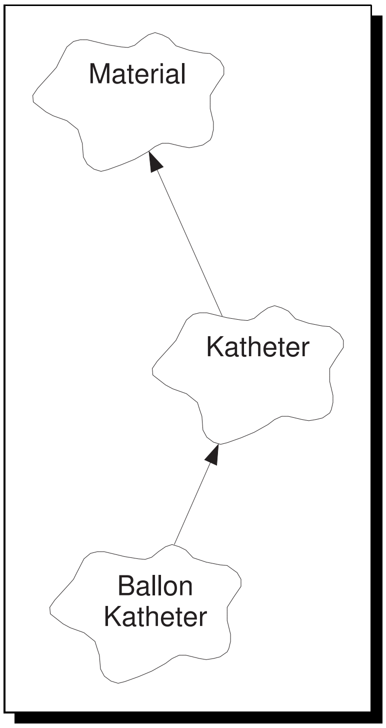



Abbildung A.37: Die Klasse Material

Bei den meisten medizinischen Maßnahmen wird Material verbraucht. Dieser Materialverbrauch muß festgehalten werden, um die patientenorientierte Abrechnung mit den Kostenträgern zu ermöglichen.

Von der Klasse Material (Abbildung A.37 und Tabelle A.145) sind alle verwendbaren Materialien abgeleitet.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Material | | |
| | Hersteller | string |
| | Produktbezeichnung | string |
| | Verfallsdatum | Date |

Tabelle A.145: Die Klasse Material

Durch die Klasse Medikament (Tabelle A.146) werden Informationen über die verwendeten Medikamente verwaltet.

**Name** Der Name des Präparats (z. B. Aspirin).

**Wirkstoff** Die Wirkstoffe des Präparats. Zur Zeit geht man in der Medizin dazu über, nicht mehr den Namen des Medikaments, sondern die zentralen Wirkstoffe anzugeben.

**ChargenNummer** Bezeichnet die Herstellungsserie, aus der das Medikament stammt.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Medikament | | |
| | Name | string |
| | Wirkstoff | list(string) |
| | ChargenNummer | string |
| | Dosierung | string |
| | Darreichungsform | string |

Tabelle A.146: Die Klasse Medikament

Im Rahmen dieser Arbeit von besonderem Interesse sind Katheter, die in der Angiologie vor allem dazu eingesetzt werden, Hilfsmittel wie Stents in die Arterien einzuführen. Für die Modellierung steht die Klasse Katheter (Tabelle A.147) zur Verfügung.

**Typ** Die Typbezeichnung des Katheters.

**Roentgendicht** Dieses Attribut gibt an, ob der Katheter auf einem Röntgenbild sichtbar ist oder nicht.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Katheter | | |
| | Typ | string |
| | Breite | real |
| | Groesse | real |
| | Roentgendicht | boolean |
| | Materialart | string |

Tabelle A.147: Die Klasse Katheter

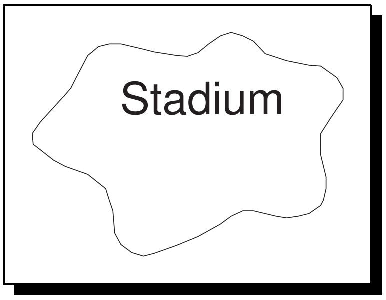



Abbildung A.38: Die Klasse Stadium

In der Medizin werden zahlreiche normierte Einteilungen verwendet, um Krankheitsbilder zu systematisieren und bewertbar zu machen. Die Klasse Stadium (Abbildung A.38 und Tabelle A.148) dient dazu, diese Einteilungen zu beschreiben.

**Bezeichnung** Gibt an, unter welchem Namen dieses Stadium bekannt ist.

**Version** Im Laufe der medizinischen Weiterentwicklung werden die Einteilungen überarbeitet und sind so in verschiedenen Versionen bekannt.

**Stadium** Gibt das Stadium an (z. B. Grad 4)

**Unterteilung1 bis 3** dient der Unterteilung (z. B. Grad 4a) der Stadien.

**Referenz** Durch den evolutiven Entwicklungscharakter der Medizin sind einige Stadien in verschiedenen Versionen verfügbar, so daß es sinnvoll ist, falls möglich eine Referenz anzugeben, die eine exakte Beschreibung enthält.

| Klasse | Attribut | Typ |
|---|---|---|
| Stadium | | |
| | Bezeichnung | string |
| | Version | string |
| | Stadium | string |
| | Unterteilung1 | string |
| | Unterteilung2 | string |
| | Unterteilung3 | string |
| | Referenz | string |

Tabelle A.148: Die Klasse Stadium

## A.4.3 Modellierungsbeispiele

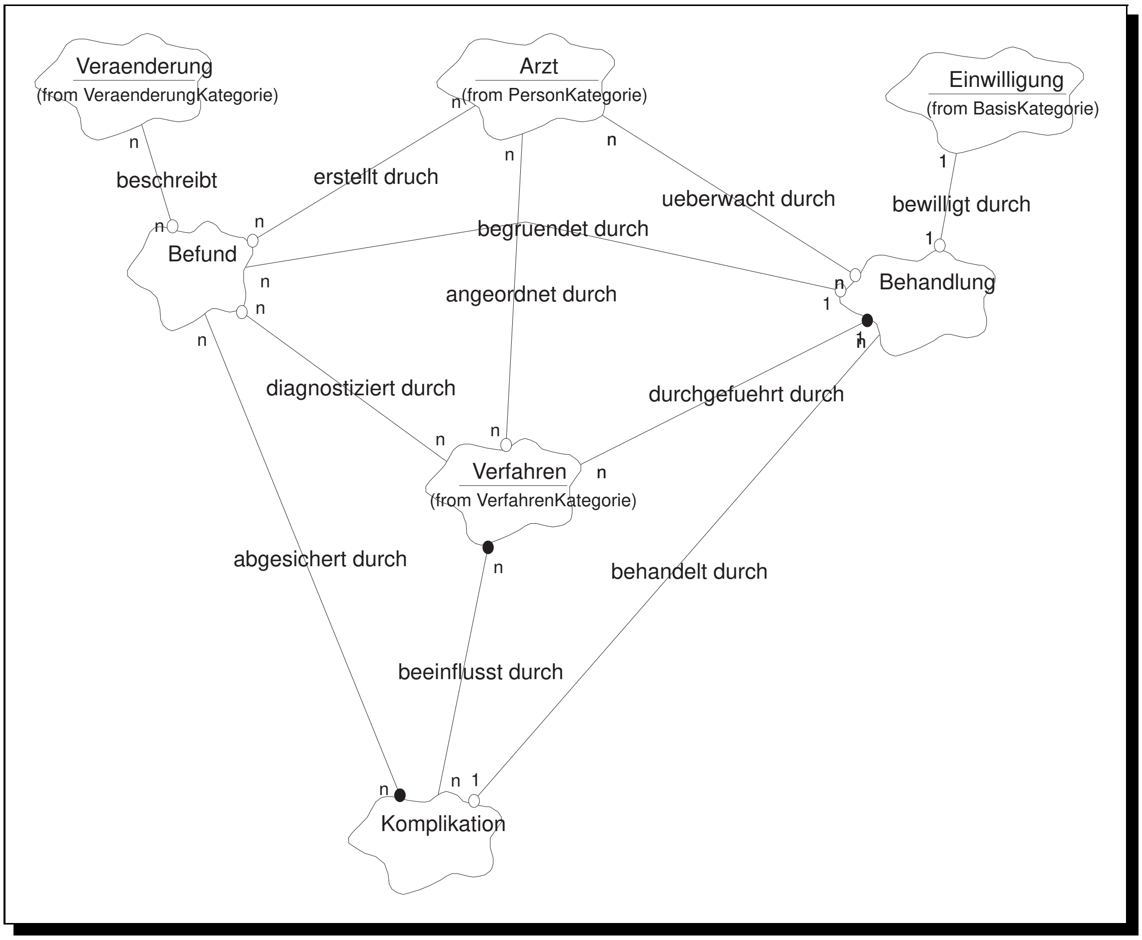



Abbildung A.39: Die Klassen Behandlung, Befund und Verfahren

Aus den bisher vorgestellten Klassen soll eine Patientenakte für das medizinische Fachgebiet der Angiologie modelliert werden können. Einen wesentlichen Teil der Patientenakte macht die Anamnese aus, deren Klassen in Kapitel 5.1.1 vorgestellt wurden. Die Klassen zur Modellierung der Angiologie wurden in diesem Kapitel vorgestellt.

Wie in der Einleitung bereits angedeutet, sind die Klassen der Angiologie nicht in demselben Maße ausgearbeitet wie die Klassen der Anamnese. Die Modellierung einer Patientenakte für die Angiologie hängt in sehr starkem Maße von den Vorstellungen der Anwender, hauptsächlich der Ärzte ab. Deshalb wurden in diesem Kapitel verschiedene Klassenhierarchien und einzelne Klassen vorgestellt, aus denen sich eine Patientenakte nach den Wünschen der Anwender modellieren läßt. Zwei Beispiele sollen verdeutlichen, wie eine solche Modellierung aussehen könnte.

Abbildung A.39 zeigt eine mögliche Form der Interaktion der Klassen Befund, Verfahren, Behandlung, Komplikation, Veraenderung, Arzt und Einwilligung. Die Semantik der Verbindungen wird durch den Namen und durch die Verbindungswertigkeit (Kardinalität) [Boo94] erkennbar. Aus der Abbildung A.39 lassen sich z. B. folgende Informationen ablesen:

- Eine Behandlung wird durch mindestens einen, möglicherweise mehrere Befunde begründet.
- Eine Behandlung wird durch genau eine Einwilligung (des Patienten, siehe Kapitel A.4.2) bewilligt.
- Eine Behandlung wird durch mindestens einen Arzt überwacht.

Darüber hinaus wurde eine weitere Klasse, die Klasse Komplikation, eingeführt. Eine Komplikation (z. B. das Auftreten eines Herzinfarkts während einer Blinddarmoperation) wird durch einen Befund abgesichert, beeinflußt das Verfahren, welches die Komplikation ausgelöst hat und wird ebenfalls durch die Behandlung therapiert. Anstatt eine neue Klasse einzuführen, hätte auch die Klasse Befund zur Modellierung eingesetzt werden können (Die Klasse Komplikation wird mit allen Verbindungen aus der Abbildung gelöscht). Dadurch wäre aber nicht mehr erkennbar gewesen, daß eine Komplikation während des Verfahrens auftritt.

Das zweite Beispiel ist durch Abbildung A.40 dargestellt. Es wird gezeigt, wie aus den Hierarchien Ursache und Veraenderung die Arteriosklerose hergeleitet werden kann. Wie in Kapitel 5.2 beschrieben, ist die Arteriosklerose eine Gefäßveränderung. Eine Gefäßveränderung ist eine Gewebeveränderung und diese ist direkt von der Klasse Veraenderung abgeleitet (Kapitel A.4.2). Die Ursache einer Arteriosklerose ist darüber hinaus durch die Hierarchie Ursache (Kapitel A.4.2) beschreibbar. Wie ebenfalls in Kapitel 5.2 beschrieben, ist die Arteriosklerose eine degenerative Erkrankung, welche als Spezialisierung des Pathogenetischen Faktors beschrieben ist. Aufgrund der verschiedenen degenerativen Erkrankungen ist die Sklerotisierung als Spezialisierung der Degeneration neu eingefügt.

Die beiden Beispiele zeigen, wie die in diesem Kapitel eingeführten Klassen zur Modellierung von Patientenakten für die Angiologie verwendet werden können. Die identifizierten Klassen und Klassenhierarchien sind dabei so flexibel gehalten, daß auch andere medizinische Fachbereiche modelliert werden können.

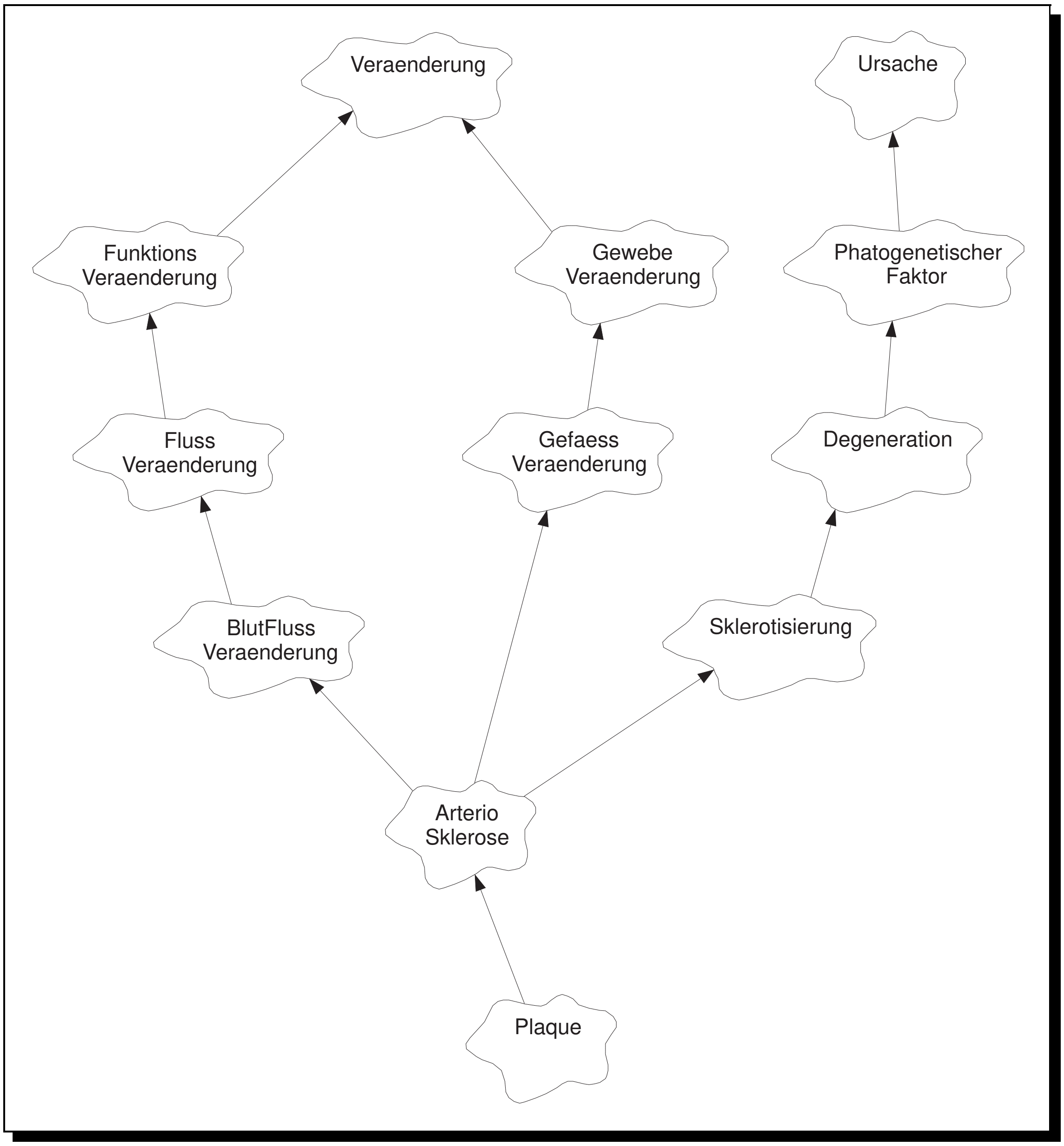



Abbildung A.40: Die Klasse Arteriosklerose

# Anhang B

# Ein Animations- und Dokumentationswerkzeug

## B.1 Einführung

Die mit dem „CASE"-Werkzeug „Rose" erzeugten Datenmodelle sollen auf ihre Nutzbarkeit hin untersucht werden können. Dabei ist vor allem interessant, ob alle anfallenden Informationen innerhalb des Datenmodells gespeichert werden können.

Ohne ein entsprechendes Werkzeug müssen die Klassen aus dem durch das „CASE"-Werkzeug erzeugten Diagramm von Hand in der Datenbank angelegt werden. Neben dem großen zeitlichen Aufwand, der für eine solche Umwandlung von Hand nötig ist, ist die Konsistenz zwischen Datenmodell und Schemadefinition schwer zu gewährleisten. Jede nachträgliche Änderung des Datenmodells zieht dann eine Änderung der Schemadefinition nach sich.

Aus dieser Problematik heraus entstand die Idee, aus dem mit Rose erzeugten Datenmodell automatisch eine Steuerdatei zu erzeugen, die von der Datenbank $O_2$ [Fra92] eingelesen werden kann und ein entsprechendes Datenbankschema aufbaut. Durch die Fähigkeit von $O_2$ mit Hilfe von generischen Methoden alle erzeugten Schemata direkt zu animieren, also neben der Darstellung der Objekte auch die Dateneingabe und -speicherung zu unterstützen, kann eine genaue Bewertung des erarbeiteten Datenmodells erfolgen.

Darüber hinaus soll das zu entwickelnde Werkzeug auch die Erzeugung einer Dokumentation für das entworfene Datenmodell unterstützen. Da im Rahmen dieser Arbeit das Textsatzsystem LaTeXeingesetzt wird, lag es nahe, auch eine Beschreibung des Datenmodells im LaTeX-Format zu erzeugen.

## B.2 Funktionsweise

Da das eingesetzte „CASE"-Werkzeug Rose keine Datenschnittstelle zur Verfügung stellt, wurde nach einer anderen Möglichkeit gesucht, auf das erzeugte Datenmodell zuzugreifen. Als einzige sinnvolle Möglichkeit hat sich dabei die Analyse der Datei, die zur Speicherung der Daten verwendet wird, herausgestellt. Dabei ist es von großem Vorteil, daß Rose die Daten nicht in einem Binärformat, sondern als ASCII-Text (ASCII ist ein Akronym für American Standard Code for Information Interchange) speichert. Ein weiterer Vorteil war, daß die Datei formatiert ist und so eine Analyse stark vereinfacht wurde. Das folgende Beispiel zeigt einen kurzen Ausschnitt aus der Speicherdatei von Rose.

```
(object Class "Mund"
    fields (list has_relationship_list
        (object Has_Relationship
            label           "Zahnfleischbluten"
            supplier        "AT")
        (object Has_Relationship
            label           "Zungenbrennen"
            supplier        "AT")
        (object Has_Relationship
            label           "kein-Geschmack"
            supplier        "AT")
        (object Has_Relationship
            label           "Zahnschmerzen"
            supplier        "AT")))
```

Dieses Fragment beschreibt die Klasse „Mund“. Die Klasse enthält vier Attribute (Zahnfleischbluten, Zungenbrennen, kein-Geschmack und Zahnschmerzen), die alle vom Typ AT (Anamnesestandardtyp) sind. Darüber hinaus sind noch weitere Informationen vorhanden, die „Rose“ z. B. für die Darstellung der Klassen auf dem Bildschirm benötigt.

Das Beispiel soll zeigen, daß sich durch die übersichtliche Darstellung der Daten die Analyse der Speicherdatei zeitlich in akzeptablen Grenzen hielt. Nur deshalb wurde die Entscheidung für diese Art der Datengewinnung gewählt. Der Nachteil dieser Methode ist, daß hier auf eine nicht dafür vorgesehene Art und Weise Daten aus einem Programm wiederverwendet werden. Bei einem Versionswechsel von Rose kann so eine Anpassung des Werkzeugs oder eventuell eine komplett neue Analyse notwendig sein.

Aus der Idee, das Datenmodell zu animieren, entstand ein Programm, welches die Speicherdatei von „Rose“ einlesen kann und daraus sowohl eine Steuerdatei für die Datenbank $O_2$ als auch eine Dokumentation der Klassen im LaTeX-Format generiert.

Abbildung B.1 zeigt den Datenfluß beim Einsatz des Rose Konverters. Mit dem Problembereichswissen eines Experten, den in dieser Arbeit präsentierten Klassen sowie dem Wissen des Anwendungsentwicklers wird mit Hilfe von Rose ein Datenmodell erzeugt. Dieser Entwurf wird gespeichert und dem Rose Konverter übergeben. Dieser erzeugt daraus eine Dokumentation im LaTeX-Format, eine temporäre Datei zur Weiterverarbeitung und eine Datenbankanweisungsdatei für die Datenbank $O_2$.

## B.3 Bedienung des Rose Konverters

Abbildung B.2 zeigt die Benutzungsschnittstelle des Rose Konverters, wie sie unter Windows NT erscheint. Um eine geeignete Darstellung zu erreichen, wurde die Abbildung in eine Schwarzweißgrafik konvertiert.

Nach dem Start des Programms kann der Benutzer zunächst im Menü „Datei“ den Menüpunkt „Öffnen“ anwählen, wodurch sich ein Dateiauswahlfenster öffnet. Dieses Fen-

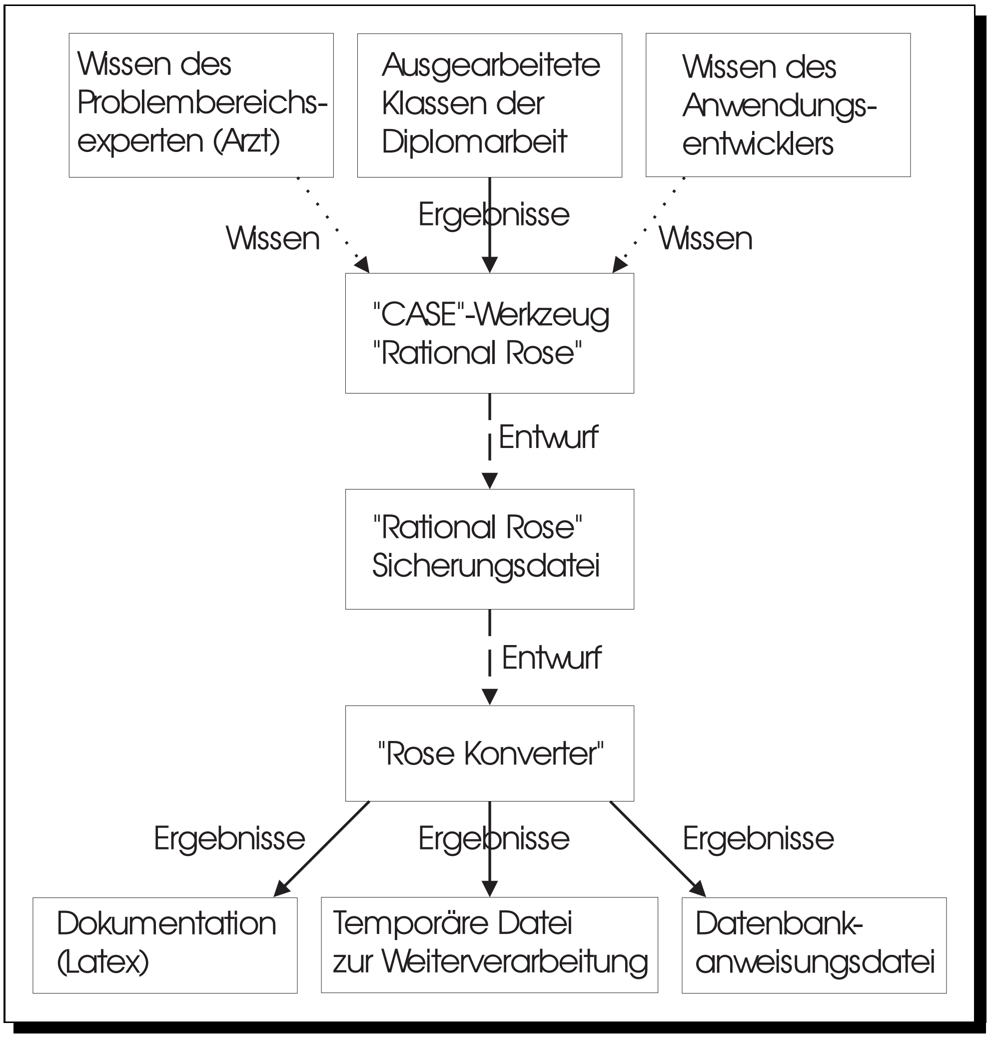



Abbildung B.1: Der Datenfluß bein Einsatz des Rose Konverters

ster ist der Standarddialog des jeweiligen Betriebssystems für das Öffnen einer Datei. Unter Windows NT erscheint der Dialog wie in Abbildung B.3 dargestellt.

Durch diesen Dialog kann die Speicherdatei von Rose ausgewählt werden, aus der das Datenbankschema und die Dokumentation erzeugt werden sollen. Eine LaTeX-Dokumentation wird erzeugt, wenn das entsprechende Auswahlfeld ausgewählt wird. Gleiches gilt für die Erzeugung des Datenbankschemas. Letzteres ist in Abbildung B.2 ausgewählt.

Anschließend werden die gewünschten Dateien durch die Betätigung des Schalters „Umwandlung starten" erzeugt. Der Dateiname der ausgewählten Rosespeicherdatei bleibt erhalten und wird um die Endung „.o2" bzw. „.tex" ergänzt. Eine Datei mit der Endung „.asc" als Abkürzung für „ASCII" wird in jedem Fall erzeugt. Sie wird als temporäre Datei benötigt und eignet sich als Ausgangsdatei für eigene Zielformate, wie z. B. für weitere objektorientierte Datenbanken, besser als die von Rose erzeugte Speicherdatei. Die Temporärdatei enthält ausschließlich Informationen über Klassen, Beziehungen zwischen den Klassen, Attribute und Attributtypen. Alle darüber hinausgehenden Informationen, z. B. für die Darstellung inner-

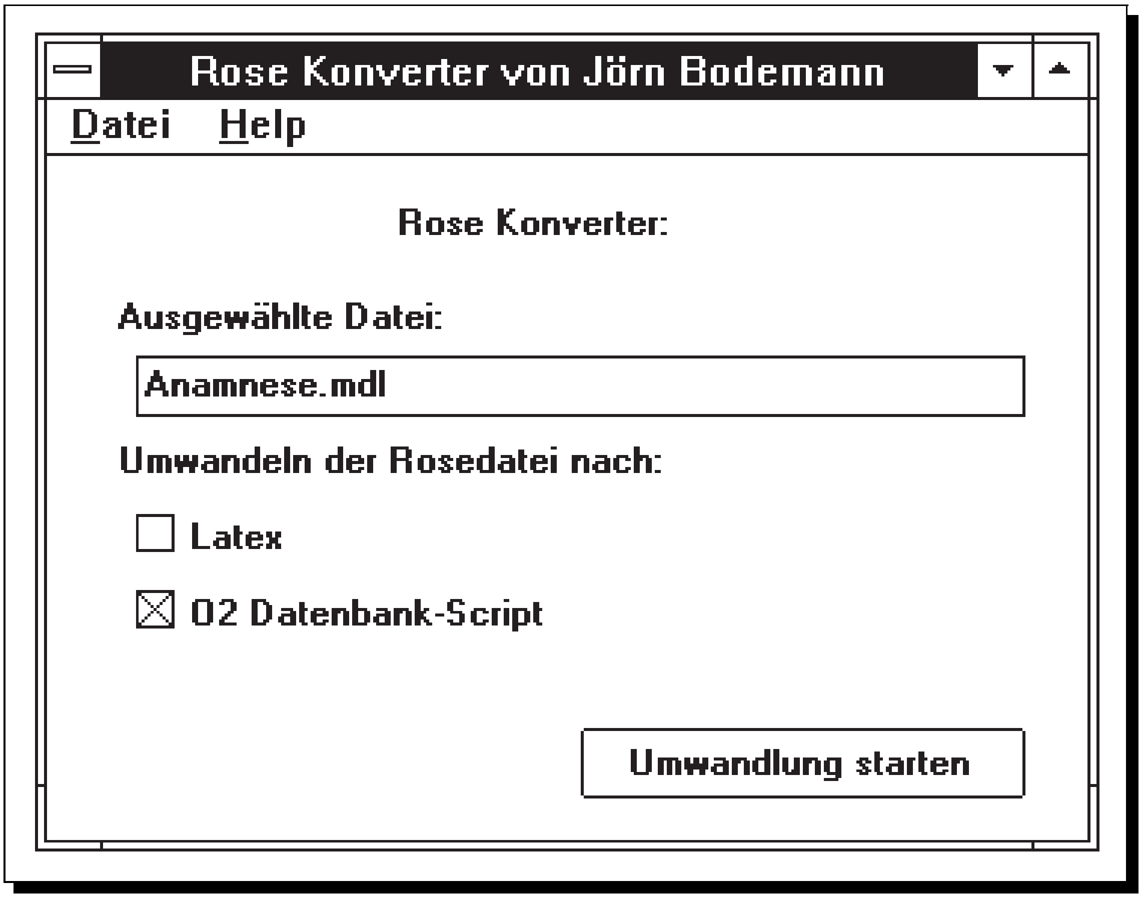



Abbildung B.2: Die Benutzungsschnittstelle des Rose Konverters

halb des „CASE"-Werkzeugs, sind entfernt.

Die generierte Schemabeschreibung kann direkt in die Datenbank eingelesen werden und erzeugt ein Datenbankschema, daß dem mit Rose erzeugten Datenmodell exakt entspricht. Das Schema wird dann unter Zuhilfenahme der Funktionen aus $O_2$-Look automatisch dargestellt. In die dargestellten Datenfelder können Daten eingetragen und gespeichert werden. Damit ist die Bewertung eines entworfenen Datenmodells möglich.

## B.4 Implementierung

Der Rosekonverter ist in der Programmiersprache „Java" [Mic95, Fla96] implementiert und dadurch auf allen Betriebssystemen lauffähig, auf denen die virtuelle Javamaschine (java virtual machine) [Fla96] verfügbar ist (z. Zt. mindestens AIX, HP/UX, Linux, MacOS 7.5, Nextstep, OS/2, Solaris, SunOS 4.1, Unixware, Windows NT, Windows95).

Die Programmiersprache Java wurde gewählt, da das „CASE"-Werkzeug Rose sowie das Dokumentationswerkzeug LaTeXfür verschiedene Betriebssysteme verfügbar sind. Daher ist es wünschenswert, auch den Rose Konverter so weit wie möglich betriebssystemunabhängig zu gestalten.

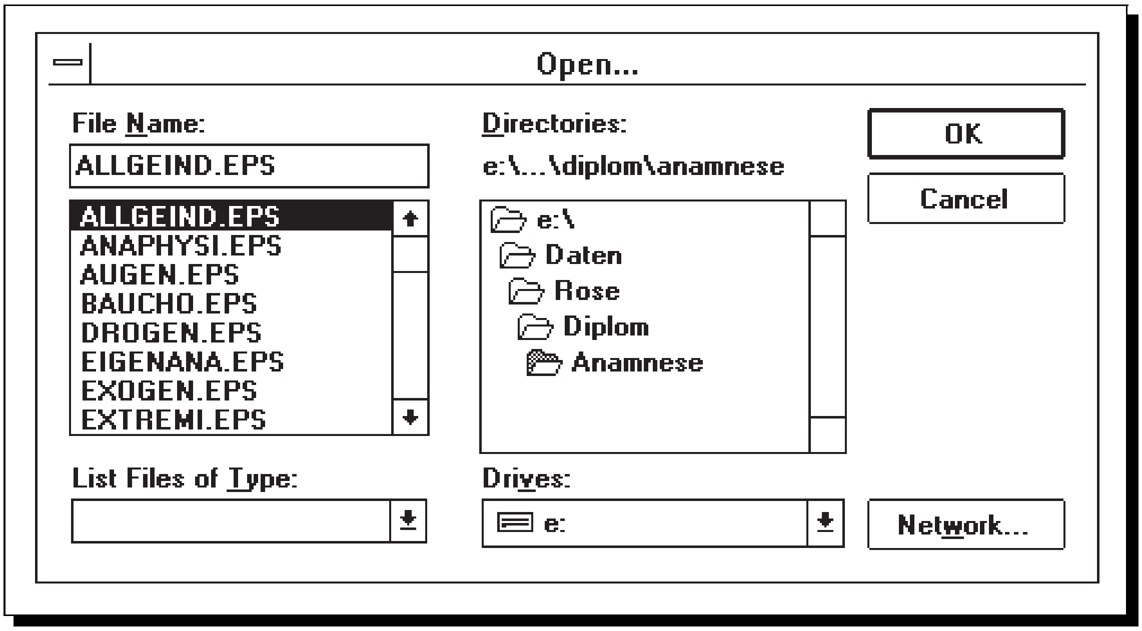



Abbildung B.3: Der Dialog „Datei öffnen“

Abbildung B.4 zeigt das Zusammenspiel von Javacompiler und -interpreter.

Der Quelltext des Rose Konverters ist ausführlich kommentiert und wird an dieser Stelle deshalb nicht weiter beschrieben. Grundkenntnisse in der Programmiersprache „Java“ reichen aus, um die Programmquellen zu verstehen.

An dieser Stelle soll jedoch herausgearbeitet werden, warum für die Implementierung kein Werkzeug speziell zur literarischen Programmierung [Ram94] (literate programming) eingesetzt wurde. Werkzeuge dieser Art werden im Rahmen von Softwareprojekten eingesetzt, um eine Konsistenz zwischen Quelltext und Dokumentation zu erreichen. Dazu wird die Dokumentation nicht in einer eigenen Datei gespeichert, sondern in einer einzigen zusammen mit dem Quelltext. Spezielle Werkzeuge extrahieren dann entweder nur den Quelltext (notangle) oder nur die Dokumentation (noweave), je nachdem ob das Projekt compiliert oder eine Dokumentation im LaTeX-Format erzeugt werden soll. Außerdem können beim Einsatz der literarischen Programmierung einzelne Quelltextabschnitte in sogenannte „Chunks“ gegliedert werden. Diese „Chunks“ sind benannt und können im Quelltext an beliebiger Stelle referenziert werden. Dadurch ist es möglich, den Quelltext von oben nach unten (top down) zu entwickeln.

Die „Top Down“-Entwicklung von Software wird im Rahmen der funktionalen Programmierung erfolgreich eingesetzt. Im objektorientierten Kontext erscheint diese Vorgehensweise allerdings nicht sinnvoll. Es ist gerade kennzeichnend für die objektorientierte Softwareentwicklung, nicht in Abläufen sondern in Aufgabenbereichen zu denken [Boo94]. Nach heutigem Erfahrungsstand [Boo94] ist der Aufgabenbereich einzelner Klassen und Objekte klein zu halten. Ein feingranulares Objektmodell unterstützt die Wiederverwendung durch geringere Spezialisierungen der Aufgaben einzelner Klassen und ist aufgrund des daraus resultierenden geringeren Implementierungsaufwands im allgemeinen weniger fehlerträchtig. Die Top-Down-Entwicklung einzelner Methoden einer Klasse bringt aufgrund des geringen Umfangs keine

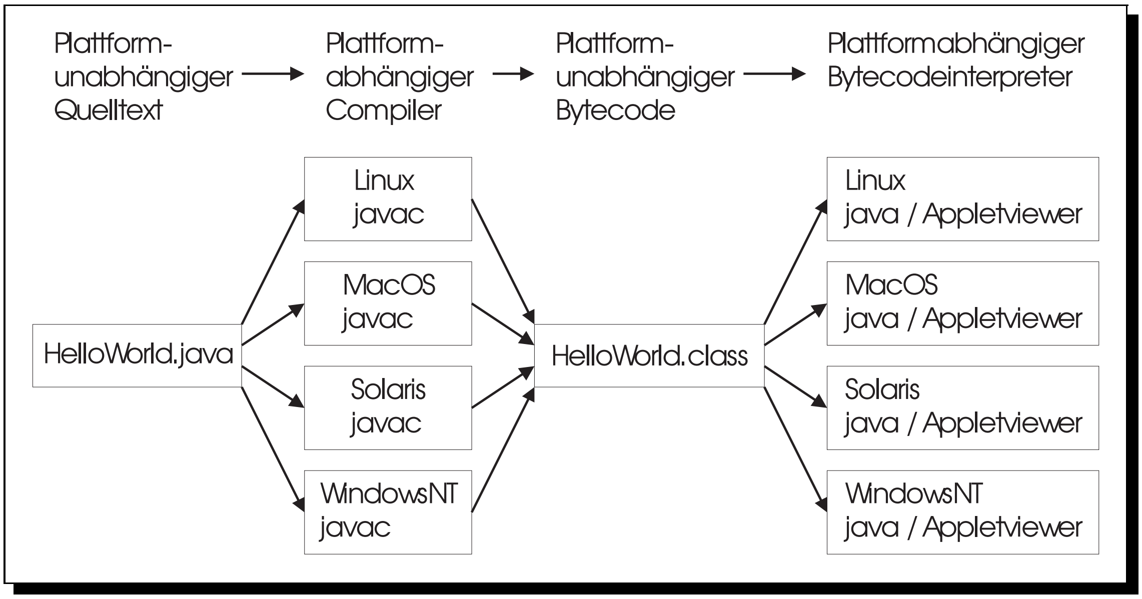



Abbildung B.4: Die Entwicklung von Javaprogrammen

Vorteile mit sich.

Die Unterstützung von Dokumentation und Quelltext in einer Datei ist auch in Java vorhanden. Da Java im Kontext des Internets entwickelt wurde, in welchem Texte im Regelfall mit der Beschreibungssprache „HTML“ (hypertext markup language) (siehe auch [Con87]) verbreitet werden, nutzt auch Java HTML für die Dokumentation. Alle Kommentare, die mit „/**“ eingeleitet werden, sind für den Dokumentationsgenerator „Javadoc“ bestimmt. Javadoc erzeugt aus den Quelltexten eines Programms mehrere Dateien im HTML-Format. Die Kommentare können in HTML-Syntax geschrieben werden und werden von Javadoc entsprechend umgesetzt. Da Javadoc die Syntax der Programmiersprache „kennt“, werden Konstruktoren, Methoden, Klassen- und Instanzvariablen nach Sichtbarkeit unterschieden und entsprechend in die Dokumentation übernommen. Innerhalb der Dokumente sind Referenzen über „Hyperlinks“ miteinander verbunden. (In den Abbildungen durch die Unterstreichungen sichtbar). Auch die einzelnen Dokumente sind über „Hyperlinks“ miteinander verknüpft. Für eine detaillierte Übersicht über den Funktionsumfang von Javadoc sei auf [Mic95, Fla96] verwiesen.

Es folgen einige Auszüge aus der Dokumentation. Die Abbildungen B.5, B.6 und B.7 zeigen die Programmbeschreibung, den Index der Methoden und die ausführliche Beschreibung der Methoden.

# Class RoseToASCII

```
java.lang.Object
   |
   +----RoseToASCII
```

class **RoseToASCII**
extends Object

Die Klasse RoseToASCII transformiert die Ausgabedatei, in der die Daten des 'CASE'-Werkzeugs Rose gespeichert werden, in drei verschiedene Formate. Jedes Format wird in einer eigenen Datei gespeichert.

1. In eine einfache Textdatei, die sehr einfach weiterverarbeitet werden kann.
2. In eine LaTeX-Datei, die durch das Textsatzprogramm LaTeX in eine vom Ausgabegerät unabhängige Datei übersetzt werden kann. Die LaTeX-Datei enthält alle Klassendefinitionen inklusive der Beziehungen "benutzt" und "verwendet".
3. In ein Skript, mit dem die definierten Klassen in der objektorientierten Datenbank O2 automatische angelegt werden können. Bei der Skripterzeugung werden auch die Vererbungsbeziehungen betrachtet.

Die Klasse kann durch Methoden erweitert werden, die die Textdatei in beliebige andere Formate weiterverarbeitet. Der dafür anzusetzende Arbeitsaufwand hält sich in Grenzen, da auf die Übersichtlichkeit des das Dateiformts großen Wert gelegt wurde.

Die erzeugten Dateien tragen den Namen der Rosedatei, und sind um eine Formatkennung erweitert. Die Textdatei endet auf ".txt", die Latex-Datei endet auf ".tex" und die O2-Datei endet auf ".o2".

Der Quellkode des Programms ist sehr ausführlich Kommentiert.

Bekannte Fehler und Einschraenkungen: Fall eine Klasse in Rose "nonclass" genannt wird, werden nicht mehr alle Klassen richtig erkannt. Aufdrund eines Fehlers in Rose dürfen Umlaute nicht verwendet werden

Abbildung B.5: Auszug aus der Dokumentation (1)

## Method Index

- **toASCII**()
  Die Methode toASCII erzeugt eine ASCII-Datei aus der Ausgabedatei von Rose.
- **toLatex**()
  Die Methode toLatex erzeugt eine Latex-Datei, wie es in der Beschreibung der Klasse RoseToASCII ausgefuehrt ist.
- **toO2**()
  Die Methode toO2 erzeugt ein O2-Skript, wie es in der Beschreibung der Klasse RoseToASCII ausgefuehrt ist.

Abbildung B.6: Auszug aus der Dokumentation (2)

## Methods

**toO2**

```
public void toO2()
```

Die Methode toO2 erzeugt ein O2-Skript, wie es in der Beschreibung der Klasse RoseToASCII ausgefuehrt ist. Das Skript wird aus der ASCII-Datei erzeugt, die durch die Methode toASCII angelegt wird.

**toLatex**

```
public void toLatex()
```

Die Methode toLatex erzeugt eine Latex-Datei, wie es in der Beschreibung der Klasse RoseToASCII ausgefuehrt ist. Das Skript wird aus der ASCII-Datei erzeugt, die durch die Methode toASCII angelegt wird.

**toASCII**

```
public void toASCII()
```

Die Methode toASCII erzeugt eine ASCII-Datei aus der Ausgabedatei von Rose. Diese Methode nimmt die eigentliche Umwandlung vor. Die erzeugte ASCII-Datei läßt sich für verschiedene Zwecke wesentlich besser weiterverwenden, als die Originaldatei, da letztere wesentlich mehr Informationen enthält, die nicht benötigt werden. Dazu gehören z. B. Angaben zur Plazierung der Objekte auf dem Roseentwurfsbildschirm. Die Methoden toLatex und toO2 verwenden als Eingabedatei die von toASCII erzeugte Umwandlung.

Abbildung B.7: Auszug aus der Dokumentation (3)

Jedes Javaprogramm erweitert über den Vererbungsmechanismus zumindest eine der durch die Javabibliothek zur Verfügung gestellten Klassen. Das nächste Dokumentationsfragment (Abbildung B.8) zeigt die Einordnung in die gesamte Klassenhierarchie. Abbildung B.9 zeigt eine alphabetische Liste aller verwendeten Methoden. Dies schließt auch die Methoden der Klassenbibliothek mit ein.

# Class RoseConverter

```
java.lang.Object
   |
   +----java.awt.Component
           |
           +----java.awt.Container
                   |
                   +----java.awt.Window
                           |
                           +----java.awt.Frame
                                   |
                                   +----RoseConverter
```

public class **RoseConverter**
extends Frame

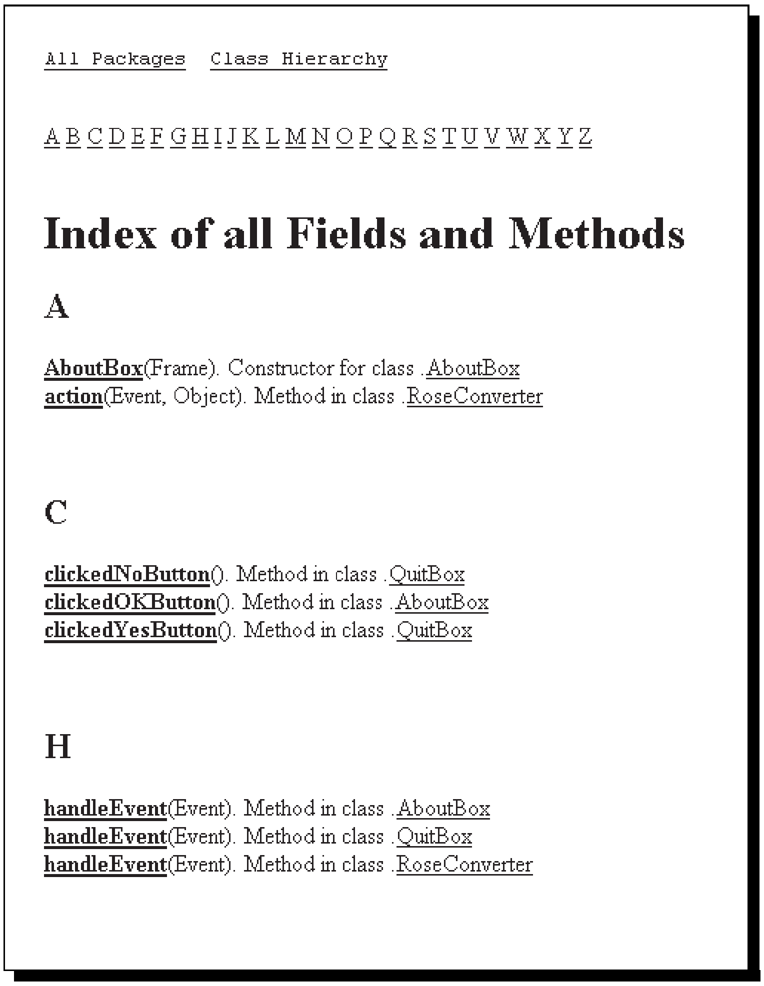
## Constructor Index

- **RoseConverter**()

## Method Index

- **action**(Event, Object)
- **handleEvent**(Event)
- **main**(String[])
- **selectedAbout**()
- **selectedExit**()
- **selectedOpen**()
- **show**()

Abbildung B.8: Der Index der Methoden (1)



All Packages  Class Hierarchy

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

# Index of all Fields and Methods

## A

**AboutBox**(Frame). Constructor for class .AboutBox
**action**(Event, Object). Method in class .RoseConverter

## C

**clickedNoButton**(). Method in class .QuitBox
**clickedOKButton**(). Method in class .AboutBox
**clickedYesButton**(). Method in class .QuitBox

## H

**handleEvent**(Event). Method in class .AboutBox
**handleEvent**(Event). Method in class .QuitBox
**handleEvent**(Event). Method in class .RoseConverter

Abbildung B.9: Der Index der Methoden (2)

## B.5 Der Quelltext

```
import java.awt.*;
import java.io.*;
import java.util.*;
import java.lang.*;

/**
    Die Klasse RoseToASCII transformiert die Ausgabedatei, in der die
    Daten des 'CASE'-Werkzeugs Rose gespeichert werden, in drei verschiedene
    Formate. Jedes Format wird in einer eigenen Datei gespeichert.
    <ol>
    <li> In eine einfache Textdatei, die sehr einfach weiterverarbeitet werden
         kann.
    <li> In eine LaTeX-Datei, die durch das Textsatzprogramm LaTeX in eine
         vom Ausgabegeraet unabhaengige Datei uebersetzt werden kann.
         Die LaTeX-Datei enthaelt alle Klassendefinitionen inklusive der
         Beziehungen "benutzt" und "verwendet".
    <li> In ein Skript, mit dem die definierten Klassen in der objektorientierten
         Datenbank O2 automatisch angelegt werden koennen. Bei der Skripterzeugung
         werden auch die Vererbungsbeziehungen betrachtet.
    </ol>
    Die Klasse kann durch Methoden erweitert werden, die die Textdatei in
    beliebige andere Formate weiterverarbeitet. Der dafuer anzusetzende
    Arbeitsaufwand haelt sich in Grenzen, da auf die Uebersichtlichkeit des
    Dateiformats grossen Wert gelegt wurde.
    <p>
    Die erzeugten Dateien tragen den Namen der Rosedatei, und sind um eine
    Formatkennung erweitert. Die Textdatei endet auf ".txt", die LaTeX-Datei
    endet auf ".tex" und die O2-Datei endet auf ".o2".
    <p>
    Der Quellkode des Programms ist sehr ausfuehrlich kommentiert.
    <p>
    Bekannte Fehler und Einschraenkungen:
    Falls eine Klasse in Rose "nonclass" genannt wird, werden nicht mehr alle Klassen
    richtig erkannt.
    Aufgrund eines Fehlers in Rose duerfen Umlaute nicht verwendet werden.

*/
class RoseToASCII {
    // Der jeweiligen Ergebnisdatei werden die folgenden Erweiterungen
    // angehaengt:
static final String TMP_EXTENSION = ".txt";
static final String LATEX_EXTENSION = ".tex";
static final String O2_EXTENSION = ".o2";

    // Dateiname der einzulesenden Rose-Datei
```

```
String in_filename;
// Dateiname der Textdatei
String ascii_filename;
// Dateiname der LaTeX-Datei
String latex_filename;
// Dateiname der O2-Datei
String o2_filename;
    // Die aktuell aus der Datei eingelesene und weiterzubearbeitende Zeile.
String line;

    // Die folgenden Variablen sind innerhalb der Klasse RoseToASCII
    // global definiert, um die Programmstruktur uebersichtlich zu halten.

// Die identifizierte Klasse
String classname;
// Die "Benutzt"-Beziehungen der Klasse
Vector has_label = new Vector();
// Der Typ der "Benutzt"-Beziehung
Vector has_supplier = new Vector();
// Die "Verwendet"-Beziehungen der Klasse
    Vector uses = new Vector();
// Die "Vererbungs"-Beziehungen der Klasse
Vector inherits = new Vector();
    // Da nicht alle Benutzt-Beziehungen ein Attribut und einen Typ besitzen
    // muessen zur Synchronisation Zaehler eingesetzt werden. Siehe Methode
    // toASCII();
    int label_counter = 0;
    int supplier_counter = 0;

    // Filehandle zur Datenein- und -ausgabe.
DataInputStream is;
PrintStream os;

    /**
        Der Konstruktor der Klasse RoseToASCII initialisiert die
        verwendeten Dateinamen fuer die Ausgabedateien.
    */
RoseToASCII(String filename) {
in_filename = filename;
ascii_filename = new String(filename + TMP_EXTENSION);
latex_filename = new String(filename + LATEX_EXTENSION);
o2_filename = new String(filename + O2_EXTENSION);
}

    /**
        Diese Methode liesst die naechste Zeile aus der Eingabedatei
        und faengt dabei eventuell auftretende Ein- und Ausgabefehler ab.
    */
```

```
private String getLine() {
        // Alte Zeile loeschen.
String line = null;

try {
            // Zeile einlesen
line = is.readLine();
}
catch (IOException e) {
            // Falle ein Fehler gefunden wird, wird dieser wie in Java
            // ueblich in die Standard-Fehlerausgabedatei geschrieben.
System.err.println(e);
System.exit(-1);
        }
return line;
    }

    /**
        Diese Methode sucht in der uebergebenen Zeile nach dem uebergebenen
        Wort und liefert "true", falls es gefunden wird, ansonsten "false".
        @param line Die Zeile in der gesucht werden soll
        @param text Der Text, der in der Zeile gesucht werden soll
    */
private boolean scanLine(String line, String text) {
        if (line.indexOf(text) != -1) {
            return true;
        } else {
            return false;
        }
    }

    /**
        Diese Methode schreibt die Daten einer Klasse, die aus der Rose-
        Ausgabedatei gelesen wurden, in das Ausgabefilehandle. Dadurch wird
        die ASCII-Ausgabedatei angelegt.
    */

void writeClass() {
        // Falls eine Klasse keine "benutzt"- und keine "verwendet"-Beziehungen
        // hat, wird sie nicht ausgegeben.
        // Kann bei Bedarf durch eine Erweiterung veraendert werden.
        if ((has_label.size() == 0) && (uses.size() == 0)) {
            return;
        }
        // Klassenname ausgeben.
        os.print("class:" + classname);

        // Die Vererbungsbeziehungen der Klasse ausgeben.
```

```
        if (inherits.size() != 0) {
            os.print(":inherits:");
            for (int i = 0; i < inherits.size(); i++) {
                os.print((String)inherits.elementAt(i) + ":");
            }
        }
        os.println();

        // Die Benutztbeziehungen der Klasse ausgeben.
        if (has_label.size() != 0) {
            for (int i = 0; i < has_label.size(); i++) {
                os.print("has:");
                // Der Attributname
                os.print((String)has_label.elementAt(i));
                os.print(":");
                // Der Attributtyp
                os.print((String)has_supplier.elementAt(i));
                os.println(":");
            }
        }

        // Die Verwendetbeziehungen der Klasse ausgeben.
        if (uses.size() != 0) {
            for (int i = 0; i < uses.size(); i++) {
                os.print("uses:");
                os.println((String)uses.elementAt(i));
            }
        }

        // Hier werden die Vektoren geloescht, in denen die
        // Informationen ueber die Klasse gespeichert wurden.
        inherits.removeAllElements();
        has_label.removeAllElements();
        has_supplier.removeAllElements();
        uses.removeAllElements();
    }

    /**
        Diese Methode liefert den Text zwischen den ersten beiden
        Anfuehrungszeichen der uebergebenen Zeile zurueck.
        @param line Die Zeile, in der gesucht werden soll.
    */
private String getQuotation(String line) {
int first_quote;
int second_quote;

first_quote = line.indexOf("\"");
second_quote = line.indexOf("\"", first_quote+1);
```

```
return line.substring(first_quote+1, second_quote);
    }

    /**
        Die Methode toO2 erzeugt ein O2-Skript, wie es in der Beschreibung
        der Klasse RoseToASCII ausgefuehrt ist.
        Das Skript wird aus der ASCII-Datei erzeugt, die durch die Methode
        toASCII angelegt wird.
    */
    public void toO2() {
        // Die erste auszugebende Klasse muss gesondert behandelt werden.
        boolean first_class = true;
        // Das erste auszugebende Attribut muss gesondert behandelt werden.
        boolean first_attr = true;

        // Der Name der aktuell gelesenen Klasse
        String  classname = new String();
        // Der Name der aktuell gelesenen Vererbungsbeziehung
        String  inheritname;
        // Der Name des aktuell gelesenen Attributs
        String  attrname;
        // Der Name des aktuell gelesenen Typs
        String  typename;

try {
            // Zuweisen der Filehandle
is = new DataInputStream(new BufferedInputStream(new FileInputStream(ascii_filename)));
os = new PrintStream(new FileOutputStream(o2_filename), true);

            // Die folgenden Ausgaben sind fuer die Datenbank notwendig.
            // Siehe dazu die Handbuecher der Datenbank O2.
            os.println("delete base jb1_base;");
            os.println("delete schema jb1_schema;");
            os.println("create schema jb1_schema;");
            os.println("create base jb1_base;");

            os.println("import schema o2kit class Date;");
            os.println("import schema o2kit class Time;");
            os.println("import schema Meta_schema class Meta;");

            // Solange noch umzuwandelnde Zeilen vorhanden sind
while ((line = getLine()) != null) {
                // Mit dem StringTokenizer kann ein String in einzelne
                // Worte zerlegt werden. Siehe dazu die Java API Dokumentation
                StringTokenizer st = new StringTokenizer(line, ":", false);

                // Umwandeln der gelesenen Zeilen
```

```
if (scanLine(line, "class")) {
     first_attr = true;
    if (first_class) {
        first_class = false;
    } else {
        os.println(")");
        os.println("end;");
        os.println("validate;");
        os.println("");
        os.println("public type in class " + classname + ";");
        os.println("");
    }
    //class ueberspringen
    st.nextToken();
    //Klassennamen einlesen
                classname = st.nextToken();

        os.println("");
        os.println("transaction;");
        os.print("create class " + classname);
     if (scanLine(line, "inherits")) {
         // inherits ueberspringen
         st.nextToken();
             os.print(" inherit ");
         inheritname = st.nextToken();
             os.print(inheritname);
         while (st.hasMoreTokens()) {
             inheritname = st.nextToken();
                 os.print(", " + inheritname);
             }
         }
            os.println(" type");
    } else {
        if (scanLine(line, "has:")) {
            if (first_attr) {
                 os.print("  tuple(");
                 first_attr = false;
                 //has ueberspringen
                 st.nextToken();
                 //attribut enlesen
                        attrname = st.nextToken();
                        // attrtype einlesen
                typename = st.nextToken();
                        os.print(attrname + " : " + typename);
             } else {
                 //has ueberspringen
                 st.nextToken();
                 //attribut enlesen
```

```
                        attrname = st.nextToken();
                        // attrtype einlesen
                typename = st.nextToken();
                        os.println(",");
                        os.print("        " + attrname + " : " + typename);
                      }
            }
        }
    }
            os.println(")");
            os.println("end;");

            // Die folgenden Ausgaben sind fuer die Datenbank notwendig.
            // Siehe dazu die Handbuecher der Datenbank O2.
            os.println("");
    os.println("name Personen : set(" + in_filename + ");");
            os.println("");
            os.println("application RoseKonverter");
            os.println("  program");
            os.println("    public TestRose");
            os.println("end;");
    os.println("program body TestRose in application RoseKonverter {");
    os.println("    o2 " + in_filename + " tmp = new " + in_filename + ";");
    os.println("    o2 integer result;");
    os.println("");
    os.println("    result = tmp->edit;");
    os.println("    if (result == LK_SAVE) {");
    os.println("      transaction;");
    os.println("      Personen += set(tmp);");
    os.println("      validate;");
    os.println("    }");
    os.println("};");
    os.println("");
    os.println("validate;");
    os.println("");
    os.println("set application RoseKonverter;");
    os.println("run application RoseKonverter;");
    os.println("");
        }
catch (IOException e) {
System.err.println(e);
}
}

    /**
        Die Methode toLatex erzeugt eine LaTeX-Datei, wie es in der Beschreibung
        der Klasse RoseToASCII ausgefuehrt ist.
        Das Skript wird aus der ASCII-Datei erzeugt, die durch die Methode
```

```
        toASCII angelegt wird.
    */
    public void toLatex() {
        boolean first_class = true;
        String  classname;
        String  attrname;
        String  typename;

try {
            // Zuweisen der Filehandle
is = new DataInputStream(new BufferedInputStream(new FileInputStream(ascii_filename)));
os = new PrintStream(new FileOutputStream(latex_filename), true);

            // Solange noch umzuwandelnde Zeilen vorhanden sind
while ((line = getLine()) != null) {
                // Mit dem StringTokenizer kann ein String in einzelne
                // Worte zerlegt werden. Siehe dazu die Java API Dokumentation
                StringTokenizer st = new StringTokenizer(line, ":", false);
    if (scanLine(line, "class")) {
        if (first_class) {
            first_class = false;
        } else {
            os.println("\\hline");
            os.println("\\end{tabular}");
        }
        //class ueberspringen
        st.nextToken();
        //Klassennamen enlesen
                    classname = st.nextToken();

                    // Die folgenden Zeilen sind zur Erzeugung
                    // der LaTeXtabellen notwendig. Siehe dazu entsprechende
                    // Literatur ueber das Textsatzsystem LaTeX.
            os.println("");
            os.println("\\index{" + classname + " (Klasse)}");
            os.println("\\begin{tabular}{|l|l|l|}");
            os.println("\\hline");
            os.println("Klasse & Attribut & Typ \\\\");
            os.println("\\hline");
            os.println("\\hline");
            os.println(classname + " & & \\\\");
        } else {
            if (scanLine(line, "has:")) {
                //has ueberspringen
                 st.nextToken();
                 //attribut einlesen
                        attrname = st.nextToken();
                        // attrtype einlesen
```

```
                typename = st.nextToken();
                        os.println(" & " + attrname + " & " + typename + " \\\\");
            }
        }
    }
            os.println("\\hline");
            os.println("\\end{tabular}");
        }
catch (IOException e) {
System.err.println(e);
}
}

    /**
        Die Methode toASCII erzeugt eine ASCII-Datei aus der Ausgabedatei
        von Rose. Diese Methode nimmt die eigentliche Umwandlung vor.
        Die erzeugte ASCII-Datei laesst sich fuer verschiedene Zwecke wesentlich
        besser weiterverwenden als die Originaldatei, da letztere wesentlich
        mehr Informationen enthaelt, die nicht benoetigt werden. Dazu gehoeren z. B.
        Angaben zur Plazierung der Objekte auf dem Roseentwurfsbildschirm.

        Die Methoden toLatex und toO2 verwenden als Eingabedatei die von
        toASCII erzeugte Umwandlung.
    */
public void toASCII() {
        // Die Referenz context wird benutzt, um die gelesenen Daten
        // dem entsprechenden Vektor zuzuordnen. Siehe unten.
    Vector context = null;

        boolean class_found;
        boolean has_found;
        boolean finish = false;

try {
            // Zuweisen der Filehandle
is = new DataInputStream(new BufferedInputStream(new FileInputStream(in_filename)));
os = new PrintStream(new FileOutputStream(ascii_filename), true);

String line;

        class_found = false;
        has_found = false;

            // Solange noch umzuwandelnde Zeilen vorhanden sind
while (((line = getLine()) != null) && (!finish)) {
                // Die Beschreibung einer Klasse in der Rose Ausgabedatei
                // beginnt mit "object Class "
    if (scanLine(line, "object Class ")) {
```

```
                // Wenn ein neuer Klassenanfang gefunden wurde
                // ist die vorhergehende Klassenbeschreibung beendet.
    if (class_found) {
                    // Die Klasseninformationen ausgeben
        writeClass();
    }
                // Klassenname extrahieren
    classname = getQuotation(line);
    class_found = true;
    has_found = false;
}

// In der Rose-Ausgabedatei bezeichnen Label die Attributnamen
if (scanLine(line, "label")) {
                String wort;
                // Siehe Kommentar zu label_counter am Anfang
                label_counter++;
                // Labelname extrahieren
    wort = getQuotation(line);
    // Das gefundene Label in einem Vektor speichern
    // Fuer die Funktion von Vektoren siehe die Java API Referenz
    has_label.addElement(wort);
    class_found = true;
}

// In der Rose-Ausgabedatei bezeichnen Supplier
// Attributtypen oder die Namen von Superklassen und
// "verwendet"-Beziehungen
if (scanLine(line, "supplier")) {
                String wort; // = new String();

                supplier_counter++;
                // Falls ein Attribut ohne Label auftritt wird
                // das Standardlabel "benutzt" verwendet.
                if (label_counter < supplier_counter) {
                    if (!has_found) {
                        label_counter = supplier_counter;
                    } else {
                        label_counter = supplier_counter;
                        String test = new String("benutzt");
              // Das Standardlabel in einem Vektor speichern
              has_label.addElement(test);
          }
     }

                // Typname extrahieren
    wort = getQuotation(line);
    // Den Supplier im entsprechenden Vektor speichern
```

```
    context.addElement(wort);
    class_found = true;
    has_found = false;
}

            // Durch nonclass werden interne Roseklassen gekennzeichnet
if (scanLine(line, "nonclass")) {
    // Falls ein nonclass gefunden wird, wird durch
    // class_found = false; Die Ausgabe der Klasse
    // verhindert.
    class_found = false;
    has_found = false;
}

// Falls eine "benutzt" Beziehung erkannt wird, wird durch
// context = has_supplier; das als naechstes gefundene Label-
// Supplier Paar in den Vektor has_supplier eingetragen
if (scanLine(line, "Has_Relationship")) {
    context = has_supplier;
    class_found = true;
    has_found = true;
}

// Falls eine "verwendet" Beziehung erkannt wird, wird durch
// context = uses; der als naechstes gefundene
// Supplier in den Vektor uses eingetragen
if (scanLine(line, "Uses_Relationship")) {
    context = uses;
    class_found = true;
    has_found = false;
}

    // Falls eine Vererbungsbeziehung erkannt wird, wird durch
// context = inherits; der als naechstes gefundene
// Supplier in den Vektor inherits eingetragen
            if (scanLine(line, "Inheritance_Relationship")) {
    context = inherits;
    class_found = true;
    has_found = false;
}

            // Nach dem Text "logical_presentations" folgen nur noch
            // Roseinterne Angaben, so dass der Vorgang beendet werden
            // kann.
if (scanLine(line, "logical_presentations")) {
    if (class_found) {
        writeClass();
    }
```

```
        finish = true;
    }
}
}
catch (IOException e) {
System.err.println(e);
    }
  }
}

// Die folgenden Zeilen sind in allen Java Programmen aehnlich und nicht spezifisch fuer
// die hier vorgestellte Anwendung.
// Die mit //{{ eingeleiteten Programmzeilen sind durch die
// Softwareentwicklungsumgebung (SEU) (Cafe von der Firma Symantec) automatisch
// erzeugt worden. Die SEU verfuegt ueber einen Koderahmengenerator, der immer
// wieder anfallende und in allen Programmen gleiche oder aehnliche
// Programmgerueste erzeugen kann.
public class RoseConverter extends Frame {
    StringBuffer Filename;

    public RoseConverter() {

super("Rose Konverter von Joern Bodemann");

//{{INIT_MENUS
MenuBar mb = new MenuBar();
fileMenu = new Menu("Datei");
fileMenu.add(new MenuItem("ffnen..."));
fileMenu.addSeparator();
fileMenu.add(new MenuItem("Beenden"));
mb.add(fileMenu);
helpMenu = new Menu("Help");
helpMenu.add(new MenuItem("Information..."));
mb.add(helpMenu);
setMenuBar(mb);
//}}

//{{INIT_CONTROLS
addNotify();
resize(insets().left + insets().right + 351, insets().top + insets().bottom + 253);
label1=new Label("Rose Konverter:", Label.CENTER);
add(label1);
label1.reshape(insets().left + 12,insets().top + 13,294,19);
label2=new Label("Umwandeln der Rosedatei nach:");
add(label2);
label2.reshape(insets().left + 12,insets().top + 102,198,13);
check1=new Checkbox("Latex");
add(check1);
```

```
check1.reshape(insets().left + 30,insets().top + 120,90,18);
check2=new Checkbox("     02 Datenbank-Script");
add(check2);
check2.reshape(insets().left + 30,insets().top + 146,180,20);
edit1=new TextField(36);
add(edit1);
edit1.reshape(insets().left + 30,insets().top + 68,300,31);
label3=new Label("Ausgewaehlte Datei:");
add(label3);
label3.reshape(insets().left + 12,insets().top + 45,174,20);
button1=new Button("Umwandlung starten");
add(button1);
button1.reshape(insets().left + 180,insets().top + 195,150,24);
//}}

show();
    }

    public synchronized void show() {
move(50, 50);
super.show();
    }

    public boolean handleEvent(Event event) {

if (event.id == Event.WINDOW_DESTROY) {
    hide();          // hide the Frame
    dispose();       // tell windowing system to free resources
    System.exit(0); // exit
    return true;
}
return super.handleEvent(event);
    }

    public boolean action(Event event, Object arg) {
if (event.target instanceof MenuItem) {
    String label = (String) arg;
    if (label.equalsIgnoreCase("Information...")) {
selectedAbout();
return true;
    } else if (label.equalsIgnoreCase("Beenden")) {
selectedExit();
return true;
    } else if (label.equalsIgnoreCase("ffnen...")) {
selectedOpen();
return true;
    }
} else if (event.target == button1) {
```

```
RoseToASCII rta = new RoseToASCII(edit1.getText());
        // Umwandlung der Rose Ausgabedatei in eine vereinfachte ASCII Datei.
rta.toASCII();
        // Falls die LaTeX Auswahlbox markiert ist wird die Umwandlung durchgefuehrt.
if (check1.getState() == true) {
    rta.toLatex();
}
        // Falls die O2 Auswahlbox markiert ist wird die Umwandlung durchgefuehrt.
if (check2.getState() == true) {
    rta.toO2();
}
button1.setLabel("Fertig...");
}

return super.action(event, arg);
    }

    public static void main(String args[]) {
new RoseConverter();
    }


    //{{DECLARE_MENUS
    Menu fileMenu;
    Menu helpMenu;
    //}}

    //{{DECLARE_CONTROLS
    Label label1;
    Label label2;
    Checkbox check1;
    Checkbox check2;
    TextField edit1;
    Label label3;
    Button button1;
    //}}

    public void selectedOpen() {
        xFileDialog fd = new xFileDialog(this, "Open...");
        fd.show();
String tmp = new String(fd.getFile());
        edit1.setText(tmp);
button1.setLabel("Umwandlung starten");
    }
    public void selectedExit() {
QuitBox theQuitBox;
theQuitBox = new QuitBox(this);
theQuitBox.show();
```

```
    }
    public void selectedAbout() {
AboutBox theAboutBox;
theAboutBox = new AboutBox(this);
theAboutBox.show();
    }
}


/*
    This class is a basic extension of the Dialog class.  It can be used
    by subclasses of Frame.  To use it, create a reference to the class,
    then instantiate an object of the class (pass 'this' in the constructor),
    and call the show() method.

    example:

    AboutBox theAboutBox;
    theAboutBox = new AboutBox(this);
    theAboutBox.show();

    You can add controls to AboutBox with Cafe Studio.
    (Menus can be added only to subclasses of Frame.)
 */

class AboutBox extends Dialog {

    public AboutBox(Frame parent) {

    super(parent, "About", true);
setResizable(false);

//{{INIT_CONTROLS
setLayout(null);
addNotify();
resize(insets().left + insets().right + 411, insets().top + insets().bottom + 219);
label1=new Label("Rose Konverter Version 1.0", Label.CENTER);
add(label1);
label1.reshape(insets().left + 12,insets().top + 18,362,13);
OKButton=new Button("OK");
add(OKButton);
OKButton.reshape(insets().left + 314,insets().top + 159,72,26);
label2=new Label("Dieses Programm ist Teil der Diplomarbeit:", Label.CENTER);
add(label2);
label2.reshape(insets().left + 14,insets().top + 52,360,13);
label3=new Label("Problembereichsanalyse fuer ausgewaehlte medizinische Bereiche",
        Label.CENTER);
add(label3);
```

```
label3.reshape(insets().left + 6,insets().top + 65,386,15);
label4=new Label("von Joern Bodemann", Label.CENTER);
add(label4);
label4.reshape(insets().left + 6,insets().top + 101,375,13);
label5=new Label("bodemann@ls10.informatik.uni-dortmund.de", Label.CENTER);
add(label5);
label5.reshape(insets().left + 17,insets().top + 114,369,11);
//}}
    }

    public synchronized void show() {
Rectangle bounds = getParent().bounds();
Rectangle abounds = bounds();

move(bounds.x + (bounds.width - abounds.width)/ 2,
     bounds.y + (bounds.height - abounds.height)/2);

super.show();
    }

    public synchronized void wakeUp() {
notify();
    }

    public boolean handleEvent(Event event) {
if (event.id == Event.ACTION_EVENT && event.target == OKButton) {
clickedOKButton();
return true;
}
else

if (event.id == Event.WINDOW_DESTROY) {
    hide();
    return true;
}
return super.handleEvent(event);
    }

    //{{DECLARE_CONTROLS
    Label label1;
    Button OKButton;
    Label label2;
    Label label3;
    Label label4;
    Label label5;
    //}}

    public void clickedOKButton() {
```

```
handleEvent(new Event(this, Event.WINDOW_DESTROY, null));
    }
}


/*
    This class is a basic extension of the Dialog class.  It can be used
    by subclasses of Frame.  To use it, create a reference to the class,
    then instantiate an object of the class (pass 'this' in the constructor),
    and call the show() method.

    example:

    QuitBox theQuitBox;
    theQuitBox = new QuitBox(this);
    theQuitBox.show();

    You can add controls, but not menus, to QuitBox with Cafe Studio.
    (Menus can be added only to subclasses of Frame.)
 */

class QuitBox extends Dialog {

    public QuitBox(Frame parent) {

    super(parent, "Quit Application?", true);
setResizable(false);

//{{INIT_CONTROLS
setLayout(null);
addNotify();
resize(insets().left + insets().right + 279, insets().top + insets().bottom + 97);
yesButton=new Button("Ja");
add(yesButton);
yesButton.reshape(insets().left + 30,insets().top + 39,66,26);
noButton=new Button("Nein");
add(noButton);
noButton.reshape(insets().left + 204,insets().top + 39,60,26);
label1=new Label("Wollen Sie das Programm beenden?");
add(label1);
label1.reshape(insets().left + 36,insets().top + 7,216,19);
//}}
    }

    public synchronized void show() {
Rectangle bounds = getParent().bounds();
Rectangle abounds = bounds();
```

```
move(bounds.x + (bounds.width - abounds.width)/ 2,
     bounds.y + (bounds.height - abounds.height)/2);

super.show();
    }

    public synchronized void wakeUp() {
notify();
    }

    public boolean handleEvent(Event event) {
if (event.id == Event.ACTION_EVENT && event.target == noButton) {
clickedNoButton();
return true;
}
else
if (event.id == Event.ACTION_EVENT && event.target == yesButton) {
clickedYesButton();
return true;
}
else

if (event.id == Event.WINDOW_DESTROY) {
    hide();
    return true;
}
return super.handleEvent(event);
    }

    //{{DECLARE_CONTROLS
    Button yesButton;
    Button noButton;
    Label label1;
    //}}

    public void clickedYesButton() {
System.exit(0);
    }
    public void clickedNoButton() {
handleEvent(new Event(this, Event.WINDOW_DESTROY, null));
    }
}
```

```
import java.awt.*;

/**
    Die Klasse xFileDialog erweitert die Klasse FileDialog um zwei Methoden:
    <ol>
    <li> getBasename liefert den Deteinamen der im FileDialog ausgewaehlten Datei
         ohne Erweiterung. (Aus Test.tex wird Test)
    <li> getExtension liefert die Erweiterung des ausgewaehlten Dateinamens.
         (Aus Test.tex wird tex)
    </ol>
*/

class xFileDialog extends FileDialog {
    // Die Konstruktoren der Superklasse muessen in einer abgeleiteten Klasse
    // immer neu definiert werden. (Siehe [Java95])
public xFileDialog(Frame parent, String title) {
this(parent, title, FileDialog.LOAD);
}
public xFileDialog(Frame parent, String title, int mode) {
super(parent, title, mode);
}

    // Liefert den ausgewaehlten Dateinamen ohne Erweiterung
public String getBasename() {
   return getFile().substring(0,getFile().indexOf("."));
  }

    // Liefert ausschliesslich die Erweiterung des ausgewaehlten Dateinamens.
public String getExtension() {
   return getFile().substring(getFile().lastIndexOf(".")+1,getFile().length());
}
}
```

# Anhang C

# Die Boochnotation

Nach der Booch-Methode [Boo94] läßt sich jedes Softwareprodukt durch vier verschiedene Sichten vollständig beschreiben. Es werden eine logische und eine physikalische als auch eine statische und eine dynamische Sicht unterschieden. Diese vier Sichten werden in Tabelle C.1 vorgestellt.

| | statische Sicht | dynamische Sicht |
|---|---|---|
| logische Sicht | Klassenstruktur, Objektstruktur | Zustandsübergangs- und Zeitdiagramme für die Objektstruktur. |
| physikalische Sicht | Modularchitektur, Prozeßarchitektur | Zustandsübergangs- und Zeitdiagramme für die Prozeßstruktur. |

Tabelle C.1: Sichten auf ein Softwareprodukt nach Booch.

Die Methode nach Booch ist primär auf den Entwurf ausgerichtet. Die sehr umfangreiche Notation dient als primäres Ausdrucksmittel. Umfangreiche textuelle Anmerkungen werden nicht erwartet und durch die Software „Rose“, an der Grady Booch maßgeblich mitgearbeitet hat, auch nicht gesondert unterstützt. Ohne geeignete Softwareunterstützung ist die Notation nicht handhabbar. Das liegt unter anderem an den etwas verspielt wirkenden „Wolken“, die im Gegensatz zu den sonst üblichen Rechtecken Klassen repräsentieren.[1]

Die Spezifikation wird über sechs verschiedene Diagrammtypen vorgenommen, von denen sich vier auf die logische Sicht beziehen (siehe Tabelle C.2). Da die physikalische Sicht im Kontext dieser Arbeit keine Rolle spielt, werden die entsprechenden Diagrammtypen nicht aufgeführt.

Die folgende Graphik erläutert die Notation für Klassendiagramme, soweit diese im Rahmen dieser Arbeit verwendet werden. Für eine ausführliche Diskussion siehe [Boo94].

Mit der Boochnotation lassen sich sechs verschiedene Beziehungsarten zwischen Klassen modellieren (Abbildung C.1). Von diesen werden in der vorliegenden Arbeit vier verwendet, die

[1] G. Booch, I. Jacobson und J. Rumbaugh haben sich unter der Firma Rational zusammengeschlossen, um eine neue Modellierungsmethode zu entwerfen, die als Industriestandard für OOA/OOD durchgesetzt werden soll. Dieses „Unified Method“ [BR95] genannte Verfahren wird auf die klassische Rechteckform zur Darstellung von Klassen zurückgreifen.

| Diagramm | Aspekt |
|---|---|
| Klassendiagramme | Klassen und ihre Beziehungen |
| Objektdiagramme | Objekte und ihre Beziehungen |
| Zustandsübergangsdiagramme | Dynamisches Verhalten von Objekten |
| Interaktionsdiagramme | Interaktion zwischen Objekten |

Tabelle C.2: Spezifikationsmethoden der logischen Sichten

im folgenden kurz beschrieben werden sollen:

**Vererbung (inheritance)** Die Vererbungsbeziehung zwischen zwei Klassen bedeutet, daß eine der beiden, die Unterklasse (Subclass), die Struktur und das Verhalten der Oberklasse (Superclass) erbt. Bei der Mehrfachvererbung erbt die Unterklasse entsprechend von mehreren Oberklassen. Dabei können Konflikte auftreten, die über geeignete Mechanismen aufgelöst werden müssen. (Für eine mögliche Lösung des Problems siehe [Str91])

**Verbindung (association)** Eine Verbindung bedeutet, daß zwischen zwei Klassen eine semantische Abhängigkeit besteht, die aber nicht näher beschrieben ist. Die Verbindungsbeziehung wird häufig in der Analysephase angewandt, bevor die genaue Beziehung herausgearbeitet ist.

**Vereinigung (aggregation)** Falls eine Vereinigungbeziehung zwischen zwei Klassen besteht, enthalten die Instanzen der einen Klasse Instanzen der zweiten, und zwar entweder als Wert oder als Referenz. In diesem Fall wird bei der Löschung der enthaltenden Instanz die Enthaltene mit gelöscht. Außerdem ist die enthaltene Klasse in der Schnittstelle der enthaltenden nicht sichtbar und deshalb von außerhalb nicht nutzbar.

**Benutzung (using)** Hier stehen zwei Klassen in Beziehung, die sich nicht gegenseitig enthalten. Dadurch ist die Lebensdauer der beiden Instanzen nicht voneinander abhängig. Beispielsweise könnte die benutzte Klasse in der Schnittstelle der nutzenden verwendet werden.

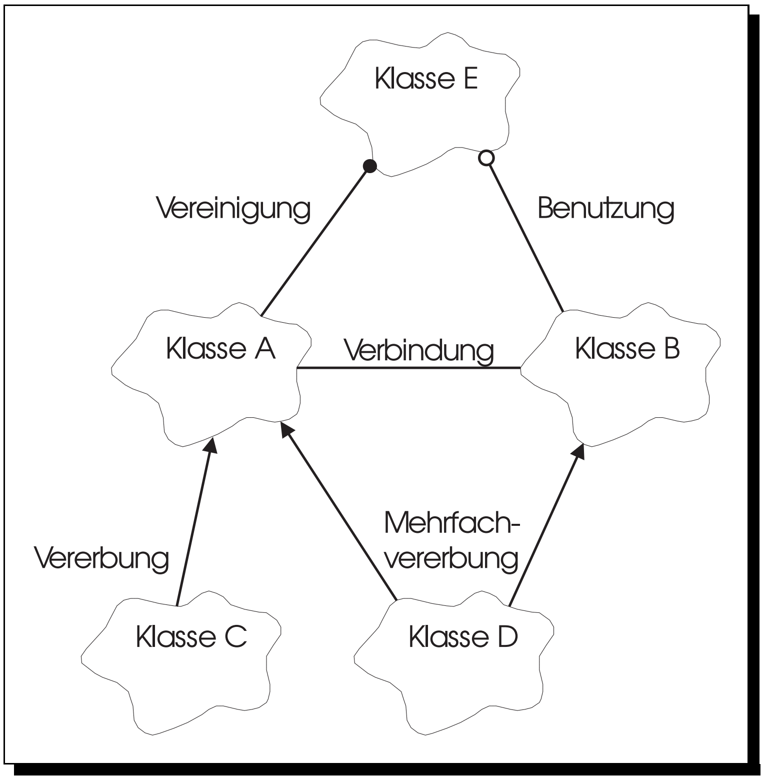



Abbildung C.1: Notation nach G. Booch

# Anhang D

# Glossar

**Adipös** Verfettet, starkes Übergewicht.

**Akute Anamnese** Siehe Anamnese.

**Anamnese** Die Krankenvorgeschichte einer Person, also die Krankheiten, die bis zum Zeitpunkt der Untersuchung auftraten. Zum Teil auch Krankheiten, die bei Blutsverwandten aufgetreten sind.

**Aneurysmus** Aussackung, lokale Verbreiterung z. B. einer Arterie. In dieser Aussackung können sich Ablagerungen bilden.

**Angiologie** Die Lehre von den Gefäßen und ihren Erkrankungen.

**Angiologisch** Siehe Angiologie.

**Angioplastie** Siehe PTA.

**Antibiotikatherapie** Gezielter Einsatz von Stoffen, die hemmende oder abtötende Wirkung auf Krankheitserreger haben.

**Arteriosklerotisch** Siehe Arteriosklerose.

**Arteriosklerose** Krankhafte Veränderung der Arterieninnenfläche durch Ablagerung von Stoffwechselendprodukten.

**Auswurf** Durch Schleimhäute gebildete zähflüssige Substanz.

**Blutzuckerspiegel** Der Anteil von Zuckerstoffen im Blut.

**Bypass** Umleitung einer Blutbahn, möglicherweise durch Einsatz eines Implantats (z. B. künstliche Arterie).

**Degeneration** Altersbedingte Abnutzung von Geweben des menschlichen Körpers.

**Diabetes** Auf einer Störung der Nierenfunktion beruhende Zuckerausscheidung im Urin, die zu einem falschen *Blutzuckerspiegel* beim Patienten führt.

**Differentialdiagnose** Krankheitsbestimmung durch Gegenüberstellung mehrerer Krankheitsbilder mit ähnlichen Symptomen.

**Disposition** Empfindlichkeit bzw. Anfälligkeit für bestimmte Krankheiten.

**Distal** Von der Körpermitte entfernt liegend (siehe Proximal).

**Dopplersonographie** bezeichnet die Strömungsgeschwindigkeitsmessung in Gefäßen. Die Arterie wird ohne Eingriff von außen mit Ultraschall beschallt. Die Ultraschallwellen werden von den roten Blutkörperchen reflektiert. Wegen des Dopplereffekts (siehe auch [Bre87]) ergibt sich in Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit der Blutkörperchen eine höhere oder niedrigere Frequenz des Echos als das der ausgesandten Signale. Die Frequenzunterschiede werden elektronisch hörbar gemacht oder in ables- und registrierbare Kurven umgesetzt.

**EKG** Graphische Darstellung des Verlaufs der Aktionsströme des Herzens.

**Elektrokardiogramm** siehe EKG

**Erektion** Durch Bluteinlagerung entstehende Versteifung von Schwellkörpern (z. B. im männlichen Glied).

**Erlebte Anamnese** Siehe Anamnese.

**Erstkontakt** Das erste Zusammentreffen von Arzt und Patient.

**Extremität** Arme und Beine eines Menschen (incl. der Hände und Füße).

**Fraktur** Knochenbruch.

**Gefäßtumor** An einem Gefäß lokalisierter krankhafter Wildwuchs von Geweben.

**Gendefekt** Vererbte Variation des menschlichen Genmaterials (Erbinformationen).

**Gerinnungssystem** Für die Gerinnung des Blutes zur Abdichtung von Verletzungen verantwortliches System des menschlichen Körpers.

**Glaukom** Krankhafte Erhöhung des Flüssigkeitsdrucks im Auge.

**Hämatopoetisches System** Das blutbildende System.

**Hämodynamisch** Die Fließeigenschaften des Blutes beteffend.

**Hämorrhoiden** Verbreiterung der Venen im Endbereich des Darms (Mastdarm).

**Harte Facts** Trotz Subjektivität mit hoher Priorität in die Bewertung einer medizinischen Fragestellung einfließende Informationen.

**Infarkt** Verstopfung einer Arterie und daraus resultierende schlechtere Blutversorgung der nachfolgenden Gewebe.

**Insulin** Hormon der Bauchspeicheldrüse, Arzneimittel für Zuckerkranke (Diabetiker, siehe Diabetes), die Insulin nicht mehr in ausreichenden Mengen selbst produzieren können.

**Intima** Innerste Haut der Gefäße.

**Invasiv** In den Körper eindringende medizinische Maßnahme.

**Kernspintomographie** Bildgebendes Verfahren, das auf dem Effekt des Kernspins (Drehimpuls des Atomkerns) beruht.

**Kollateralsystem** Nebensystem, das die Aufgaben eines anderen Systems übernehmen kann.

**Kontraindikation** Umstand, der die Anwendung einer medizinischen Maßnahme verbietet, obwohl diese angebracht oder sogar notwendig wäre.

**Krankenvorgeschichte** Siehe Anamnese.

**Lifeevents** Wichtige oder prägende Erlebnisse im Leben eines Menschen.

**Lumendurchmesser** Durchmesser eines hohlen, röhrenförmigen Gewebes.

**Lymphkapillaren** Haarfeine Gefäße der Lymphe.

**Lymphknotenstationen** Kleine „Sammelbecken" für die Lymphflüssigkeit.

**Narkosefähigkeit** Gibt an, ob der Patient den körperlichen Belastungen einer Narkose gewachsen ist.

**Neurologisch** Das Gehirn und die Nerven betreffend.

**Nicht Invasiv** Siehe Invasiv.

**OPVorbereitung** Vorbereitende Maßnahmen zu einer Operation.

**PTA** Perkutane transluminale Angioplastie, Einführung eines aufblasbaren Ballons durch die Haut (perkutan). Anschließend wird dieser an der verengten Stelle positioniert (transluminal) und aufgeblasen. Dadurch dehnt sich das verengte Gewebe und nach entfernen des Ballons kann das Blut wieder besser fließen.

**Palliativ** Die Beschwerden einer Krankheit lindern, allerdings nicht die Ursachen einer Krankheit bekämpfen.

**Pathologisch** Krankhaft.

**Perkutane transluminale Angioplastie** siehe PTA

**Pflichtfragen** Fragen, die der Arzt einem Patienten stellen muß, um sich im rechtlichen Sinne nicht der Unterlassung strafbar zu machen.

**Pathogenetisch** Gesamtheit der an der Entstehung einer Krankheit beteiligten Faktoren.

**Präoperativ** Vor einer Operation.

**Proximal** Zur Körpermitte hin liegend (siehe Distal).

**Röntgenkontrastmittel** Eine Flüssigkeit, die auf dem Röntgenfilm erscheint. Wenn eine solche Flüssigkeit in einen Hohlraum eingebracht wird, kann dieser auf dem Röntgenfilm sichtbar gemacht werden. Ansonsten wäre der Hohlraum nicht sichtbar (Röntgendurchlässig).

**Schweißneigung** Tendenz zur Bildung von Körperschweiß.

**Stenose** Ablagerung von Stoffwechselendprodukten an der *Intima*. Ja nach Menge der Ablagerungen werden verschiedene Graduierungen unterschieden.

**Stenosegrad** siehe Stenose

**Stenotisch** siehe Stenose

**Symptom** Auf eine Krankheit hindeutende Veränderung des menschlichen Körpers.

**Voruntersuchung** Vor einer Behandlung durchzuführende Untersuchung (siehe auch Anamnese).