

Eine Struktur fallbezogener medizinischer Informationen als Grundlage wissensbasierter Systeme

J. Stausberg, P. Hucklenbroich

Kurztitel:

Strukturierung medizinischer Fallinformationen

Short title:

Modeling medical patient related data

Zusammenfassung

Die Modellierung von medizinischem Wissen ist ein aktuelles Problem der KI. Das KliniC-Modell enthält die Grundlagen für ein Referenzmodell wissensbasierter Systeme in der Medizin. Zur Nutzung der im KliniC-Modell vorgestellten Argumentationsstrategien war eine Modellierung von fallbezogenen medizinischen Informationen notwendig. Unser Ansatz hierzu war die Erstellung einer normierten Struktur, die in Form einer frameähnlichen Darstellung, dem Falldatenblatt, repräsentiert wird. Im Kern enthält das Falldatenblatt sowohl die Möglichkeit der Repräsentation einfacher Objekt – Attribut – Wert-Tripel, wie auch von komplexen Strukturen mit Iterationen und Mehrfachbelegungen von Attributen. Zeitliche, örtliche und situative Zusammenhänge zwischen Objekten sowie Umgebungsbedingungen zwischen Objekt und Patient stellen definierte Slots im Falldatenblatt dar. Diese Struktur kann Beiträge zur Standardisierung im Bereich wissensbasierter Systeme in der Medizin liefern, um so eine Grundlage für unterschiedliche Inferenzmechanismen bereitzustellen.

Summary

Modeling medical knowledge is a current problem in Artificial Intelligence. In the KliniC approach the foundation of a reference model of knowledge based systems in medicine is incorporated. To use the inference strategies of the KliniC approach, modeling patient related data was necessary. Our approach here was to develop a formal structure, which can be represented in a frame-like form, the case-data-sheet. It allows the representation of

patient related data by simple object—attribute—value-triples as well as by more complex structures with iterated attributes and multiple attributes. In our frame-like representation, information about time, location and further situations can be written into slots in the case-data-sheet. This formal structure can contribute to a standardization in certain aspects of knowledge based systems. It can be used for various inference mechanisms.

Einführung

Dieser Artikel berichtet über Arbeiten im Rahmen des KliniC-Projektes. Daher soll eingangs kurz über den KliniC-Ansatz gesprochen werden, der den Hintergrund für diese und andere Projektarbeiten bildet.

Der KliniC-Ansatz stellt ein methodologisches Modell für klinisch-medizinisches Argumentieren und die dabei verwendeten Informationsstrukturen und Wissensarten dar (KliniC-Modell). Er geht auf methodologische und medizintheoretische Vorarbeiten von P. HUCKLENBROICH zurück [3, 5]. Die Intention des oben angesprochenen Projektes besteht darin, den bislang nur informellen, verbal formulierten Ansatz in ein formales Modell medizinischen Wissens und Argumentierens zu überführen, das als Referenzmodell bei der Entwicklung medizinischer Wissensbasen und wissensbasierter Systeme dienen kann. Diese Überführung geschieht im Rahmen des Projektes in der Weise, daß für die entwickelten Modellvorstellungen exemplarische Implementierungen ausgearbeitet werden, die zur Präzisierung und Korrektur des theoretischen Modells verwendet werden. In einem Wechselspiel von Theorie und Experiment soll dabei das Modell formalisiert und exemplarisch validiert werden. Die zu referierenden Arbeiten sind Teil dieses experimentell-theoretischen Vorgehens.

Das KliniC-Modell unterscheidet zwischen vier fallbezogenen Informationsstrukturen im klinisch-medizinischen Argumentieren. Dies sind die Fakten, die diagnostischen Hypothesen, die indizierten und kontraindizierten (diagnostischen, therapeutischen, präventiven) Maßnahmen und die zu fällenden Handlungsentscheidungen. Diese vier Informationsstrukturen werden im Zuge der Patientenbehandlung gemäß einer medizin-spezifischen, aber innerhalb der klinisch-praktischen Medizin allgemeingültigen Argumentationsstrategie generiert und modifiziert. Zusammen mit dem medizinischen Wissen steuert diese Strategie den Ablauf der Behandlung in ihren diagnostischen und therapeutischen Aspekten. Das klinisch-medizinische Wissen ist in spezifische Wissensarten ausdifferenziert und dadurch so organisiert, daß es diesen Steuerungsvorgang unterstützen kann. Auf die Details dieser Modellvorstellung kann hier nicht näher eingegangen werden (s. [4]).

Das zugehörige Gesamtprojekt zielt auf die Erarbeitung eines formalen Wissensmodells. In dieser Hinsicht kann es mit dem GAMES/GAMES II Projekt [8], der KADS-Methodologie [10] und dem Maccord-Modell [6] verglichen werden. Es bestehen jedoch charakteristische Unterschiede.

- Das im Rahmen des GAMES/GAMES II Projektes entwickelte ST-Modell von STEFANELLI et al. [9] geht von einem abstrakt-logischen Paradigma aus, nämlich einem Zyklus von Abduktion, Deduktion und Induktion. Dieses abstrakte Modell wird dann zu drei separaten medizinischen Anwendungen konkretisiert, nämlich getrennt für die Diagnostik, die Therapie und das Monitoring. Im KliniC-Ansatz werden dagegen Diagnostik, Therapie und Monitoring, außerdem auch Prävention und Rehabilitation, innerhalb eines einzigen Argumentationsmodells betrachtet, so daß sie miteinander interagieren und partiell parallel ablaufen können. Außerdem wird dieses Argumentationsmodell nicht primär auf logischen Paradigmata aufgebaut, sondern auf Informationsstrukturen und deren wissensbasierter Verarbeitung, die

- aus den für die klinische Medizin spezifischen Problemlösungsstrategien abgeleitet sind.
- KADS geht davon aus, daß das Problemlösungswissen domänenunabhängig formuliert werden muß. Diese Voraussetzung wird im KliniC-Ansatz nicht geteilt, vielmehr werden medizinspezifische Problemlösungsstrategien und Wissensarten angenommen.
 - Das Maccord-Modell stellt kein Modell des medizinischen Argumentierens in demselben Sinne wie das KliniC-Modell dar, da es bisher weder medizinspezifische Informationsstrukturen noch ein prozedural spezifiziertes Argumentations- und Entscheidungsmodell enthält. Es kann eher als ein heuristisches Klassifikationssystem für medizinische Wissensarten und ärztliche Teilaufgaben betrachtet werden.

Problemstellung

Um das KliniC-Modell zu präzisieren und zu validieren, ist auf Grund des Umfanges dieser Aufgabe ein schrittweises Vorgehen erforderlich. Als erster Schritt wurde ein Modell für die erste Haupt-Informationsstruktur des KliniC-Modells, der fall- bzw. patientenbezogenen Informationen (Patientendaten und weitere Fakten), entwickelt. Über dieses Teilprojekt wird hier berichtet.

Es wurde von uns nicht versucht, ein Modell für natürlich-sprachliche Formulierungen patientenbezogener Daten zu entwickeln. Die Forschungen zur wissensbasierten Verarbeitung natürlicher Sprache sind gegenwärtig noch nicht abgeschlossen und stellen ein eigenes umfangreiches Problemgebiet dar. Schritte in diese Richtung, in Bezug auf patientenbezogene Informationen, werden z. B. von BAUD et al. [1] und von BERNAUER [2] mit konzeptuellen Graphen unternommen. Weiterhin wurde von uns nicht versucht, eine generelle Architektur für medizinische Terminologien zu entwickeln, wie es z. B. im GALEN-Projekt (AIM-Projekt 2012) geschieht. Das von uns entwickelte Modell ist jedoch hinreichend flexibel, um die Termini der existierenden medizinischen Terminologien und Nomenklaturen aufnehmen zu können.

Modell medizinischer Fallinformationen

Unter den fallbezogenen Informationen verstehen wir alle Sachverhalte, die ein Arzt oder eine Klinik über einen Patienten unter medizinischer bzw. ärztlicher Zielsetzung sammeln und in der Krankengeschichte dokumentieren kann.

Hierzu gehören Symptome und Befunde eines Patienten, Diagnosen und durchgeführte diagnostische und therapeutische Maßnahmen. Weiterhin rechnen wir zu den Informationen auch Resultate interner Argumentationsprozesse, z. B. Schlußfolgerungen aufgrund vorhandener Fakten wie das Stellen einer neuen Diagnose und selbstreferentielle Angaben über die Gründe dieser Schlußfolgerungen. Einen bedeutenden Raum nehmen Beziehungen zwischen Informationen ein. Hier sind vor allem Zusammenhänge in Form von zeitlichen, örtlichen oder situativen Konstellationen zu finden. Darüber hinaus entstehen Beziehungen aus Schlußfolgerungen, indem sie Erklärungen oder Kausalitäten zwischen den Informationen herstellen.

Wenn man vorliegende medizinische Fallinformationen, in Form von Arztbriefen oder Kasuistiken, untersucht, findet sich als gemeinsames Merkmal bei der Beschreibung von Sachverhalten die Beziehung eines Objektes zum Patienten. Dieses Objekt stellt typischerweise einen Zustand, Aspekt oder Parameter des Patienten dar. Eine solche

medizinische Aussage ist, daß ein Patient X über ein Beschwerdebild berichtet, z. B. *Schmerzen*. Über diese *Schmerzen* wird dann im weiteren berichtet. Bezugspunkt ist daher nicht mehr der Patient, sondern das Objekt *Schmerzen*. Ein etwas anderes Beispiel: bei Patient X wurde eine *Cholesterinbestimmung* durchgeführt. Das Resultat, nämlich ein Meßwert, bezieht sich dann auf das Objekt *Cholesterinbestimmung* und über dieses auf den Patienten. Zusammenfassend steht bei Aussagen über den Patienten ein Objekt zu diesem in direkter Beziehung, nähere Erläuterungen beziehen sich dann über dieses Objekt auf den Patienten. Die Erläuterungen zu einem Objekt lassen sich zumeist in Form von Objekt – Attribut – Wert-Tripeln darstellen: *Schmerzen – Lokalisation – Flanke*, *Schmerzen – Intensität – stark*, wobei Objekte mehrfache Attribute, Attribute mehrfache Werte und Attribute wiederum Attribut – Wert-Paare erhalten können. Die Einordnung von medizinischen Begriffen wie *Schmerzen* in diese Struktur ist zum Teil vom Kontext abhängig. Bei dem Sachverhalt *das Erbrechen des Patienten wurde durch Schmerzen ausgelöst*, wird *Schmerzen* zum Wert im Objekt – Attribut – Wert-Tripel *Erbrechen – Auslösender Faktor – Schmerzen*.

Abstrahierend vom medizinischen Inhalt reicht somit die Spannweite medizinischer Fallinformationen in ihrem Kern von einfachen Objekt – Attribut – Wert-Tripeln bis zu Strukturen hoher Komplexität mit Iterationen und Mehrfachbelegungen von Attributen.

Dieser Kern wird durch weitere für die klinisch-praktische Medizin spezifische Informationen ergänzt. Einen Teil dieser zusätzlichen Informationen stellen Umgebungsbedingungen dar, in denen die Beziehung von Patient und Objekt steht:

- Wie ist der Erkenntnisstand über die Beziehung? Bei diagnostischen Maßnahmen ist die Möglichkeit der Durchführung und der Vollzug der Durchführung eine wichtige Information. Ein intravenöses Pyelogramm kann möglich sein, da Patient X stationär ist, das Röntgengerät intakt ist, der Radiologe im Dienst ist, aber trotzdem nicht durchgeführt worden sein, da bei dem Patienten eine Kontrastmittelallergie als Kontraindikation vorlag. Befunde können zwar ermittelt worden sein, indem z. B. die erforderliche diagnostische Maßnahme durchgeführt wurde, aber unbekannt sein, da ein Ergebnis der Maßnahme aussteht.
- Unsicherheiten von Informationen gehören zum klinischen Alltag. Auf Fragen nach Beschwerden tauchen immer wieder Formulierungen wie *ich bin mir nicht sicher* von Seiten des Patienten auf.
- Was ist die Quelle der Erkenntnis über das Objekt? Bei dem Ergebnis einer diagnostischen Maßnahme ist es die Maßnahme selbst. Aber auch der Patient kann der Ärztin im Gespräch von veränderten Laborwerten berichten. Dann wird die Anamnese mittelbar die Quelle für diese Information. Dieser Punkt spielt eine große klinische Rolle, da der Erkenntnisgrund für die Einordnung der Wertigkeit einer Information von Bedeutung ist.

Informationen, die etwas über Beziehungen zwischen Falldaten aussagen, können situativ (zeitlich und örtlich) oder kausal bedingt sein. Der Sachverhalt *der Blutdruck betrug 140/90 mm/Hg bei einem Puls von 70 pro min* läßt sich mit der alleinigen Umsetzung in zwei Parameter (*Blutdruck, Puls*) nicht vollständig erfassen. Der situative Zusammenhang *bei* trägt einen entscheidenden Teil der Gesamtinformation. Ebenso sind mögliche kausale Zusammenhänge wie *nach der Gabe von Nitrolingual kam es zu einem Nachlassen der Brustschmerzen* nicht durch Reduktion auf getrennte Teilinformationen darzustellen. Beziehungen zwischen Falldaten können aber auch auf Schlußfolgerungen im klinisch-medizinischen Argumentieren beruhen. Es kann sich z. B. um die Beziehung eines Symptoms zu einer Diagnose wie *die Diagnose Pyelonephritis erklärt das Symptom Fieber* oder auch eines Parameters zu einer Diagnose *das Geschlecht weiblich paßt zur Diagnose Pyelonephritis* handeln.

Es war in diesem Kapitel eine Struktur medizinischer Fallinformationen aufzuzeigen. Zusammenfassend beschreiben Fallinformationen Aspekte, Parameter und Zustände von Patienten mit deren Facetten (Qualitäten, Attribute), sowie Relationen zwischen ihnen. Zusätzlich tauchen verschiedene Umgebungsbedingungen auf, welche explizit dargestellt wurden.

Repräsentation: Falldatenblatt

Das Ziel bei der Wahl einer geeigneten Repräsentation war es, eine Struktur zu finden, in die das oben vorgestellte Modell mit möglichst wenig Informationsverlust übertragen werden kann. Hierbei sollte diese Struktur eine Darstellung und Weiterverarbeitung mit den heutigen Methoden der wissensbasierten Systeme ermöglichen. Aus diesem Grunde haben wir uns für eine frameähnliche Darstellung, das Falldatenblatt (Abbildung 1), entschieden. Dieses wird im Folgenden vorgestellt.

Im Kern ist das vorgestellte Objekt–Attribut–Wert-Tripel in den Slots Objekt und Qualitäten enthalten. Der Slot Qualitäten enthält die Möglichkeit einer hierarchischen Ordnung von Attributen, im Sinne einer Iteration, und der Möglichkeit beliebiger Mehrfachnennungen. Um der Bedeutung und Komplexität zeitlicher Informationen und ihrer Verarbeitung zu entsprechen, ist ein eigenständiger Slot Zeitbezogene Qualitäten vorgesehen. Hierbei sollen sowohl absolute (Datum, Uhrzeit) wie auch relative (*kurze Zeit nach Beginn der Schmerzen*) Zeitangaben zu Objekten möglich sein, wobei relative Zeitangaben auf andere Falldaten bezogen werden können. Das häufig auftretende Merkmal des ‚Nicht Vorhandenseins‘ eines Objektes, Attributes oder weiterer Informationen wird mit einem N ausgedrückt.

Hiermit ist also eine Negation von Fallinformationen und Teilen von Fallinformationen möglich.

Informationen über die Beziehung des Patienten zum Objekt oder zwischen Objekten sind in den Slots Erkenntnisstatus und Kontext mit den Teilen Erkenntnisgrund, Realkontext und Unsicherheit enthalten. Hierbei finden sich im Slot Realkontext Beziehungen zwischen Falldaten, die Teil der Information sind.

In dem Feld Basisrelationen finden sich die Beziehungen zwischen Objekten, die auf Schlußfolgerungen beruhen.

Zur nachträglichen Kennzeichnung irrtümlicher Informationen dient das Feld F.

Um Zugriffe auf das Falldatenblatt im Sinne einer Datenbank zu ermöglichen, ist, über die medizinischen Aussagen hinaus, eine eindeutige Identifizierung notwendig. Hierzu enthält ein Systemdatenblatt, welches jedem Falldatenblatt eindeutig zugeordnet ist, den Patientennamen, das Geburtsdatum des Patienten, eine fortlaufende Nummer, sowie das Datum und die Zeit der Informationsaufnahme.

Beispiele

Im Folgenden sollen drei Beispiele fallbezogener medizinischer Informationen, eine Beschwerde des Patienten, ein Parameter und eine Diagnose, an Hand des Falldatenblattes dargestellt werden.

- Ein Patient klagt über starke linksseitige, nicht kolikartige, Flankenschmerzen mit Ausstrahlung in den Hoden. Diese bestehen seit 3 Tagen.
Das N bezieht sich hier nur auf den Slot Charakter: kolikartig.
- Eine Blutdruckmessung nach Riva-Rocci am rechten Oberarm ergab einen Wert von 200/100 mm Hg. Diese Messung wurde im Rahmen einer körperlichen Untersuchung

F		
OBJEKT:	N	
ERKENNTNISSTATUS:		
NICHT MÖGLICH	MÖGLICH	DURCHGEFÜHRT UNVOLLSTÄNDIG NICHT DURCHGEFÜHRT
NICHT ERMITTELT	ERMITTELT	BEKANNT FRAGLICH UNBEKANNT
QUALITÄTEN:	ATTRIBUT:	QUALITÄTEN:
	ATTRIBUT:	WERT:
	ATTRIBUT:	WERT:
	ZEITBEZOGENE QUALITÄTEN:	
KONTEXT	ERKENNTNISGRUND:	N
	REALKONTEXT:	N
	UNSICHERHEIT:	
BASISRELATIONEN	ART:	PARTNER:
	ART:	PARTNER:

Abbildung 1: Falldatenblatt

am 22. 1. 1992 durchgeführt. Dabei fühlte sich der Patient beschwerdefrei. (Die Darstellung findet in drei Falldatenblättern statt. Die eindeutige Referenzierung des Meßergebnisses auf die diagnostische Methode und das Objekt Beschwerden erfolgt über eine hier nicht dargestellte Nummer im Systemdatenblatt.)

- Die Diagnose angeborene Zystennieren erklärt die oben dargestellten Symptome (Die Referenzierung auf die gesamte Information findet auch hier über die eindeutige Nummer des jeweiligen Falldatenblattes statt).

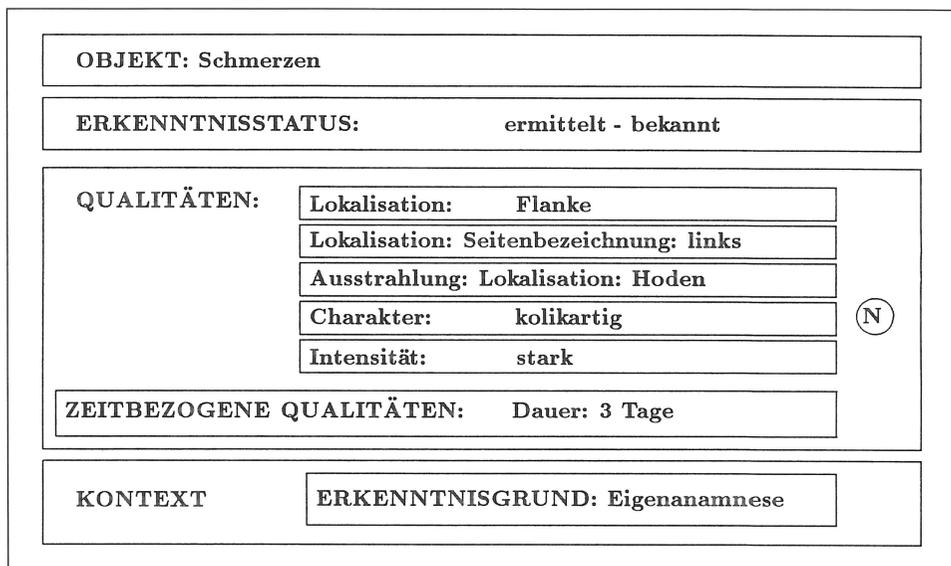
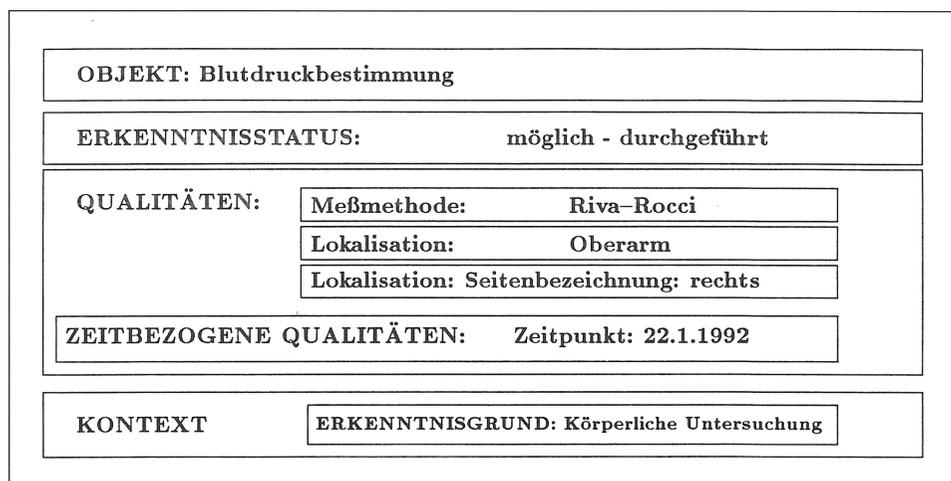


Abbildung 2

Ausblick

Wir konnten eine Struktur medizinischer Fallinformationen des Arztes vorstellen, die auf einem ausformulierten Modell basiert. Teilaspekte der fallbezogenen Daten, wie Repräsentation von unsicherem und zeitlichem Wissen, kontext-abhängige Informationen und Basisrelationen werden noch detaillierter ausgearbeitet werden müssen.

Abbildung 3



OBJEKT: Arterieller Blutdruck	
ERKENNTNISSTATUS:	ermittelt - bekannt
QUALITÄTEN:	systolischer Wert: 200 mmHg
	diastolischer Wert: 100 mmHg
ZEITBEZOGENE QUALITÄTEN:	Zeitpunkt: 22.1.1992
KONTEXT	ERKENNTNISGRUND: Blutdruckbestimmung
	REALKONTEXT: Beschwerden

Abbildung 4

OBJEKT: Beschwerden	(N)
ERKENNTNISSTATUS:	ermittelt - bekannt
ZEITBEZOGENE QUALITÄTEN:	Zeitpunkt: 22.1.1992
KONTEXT	ERKENNTNISGRUND: Eigenanamnese
	REALKONTEXT: Arterieller Blutdruck

Abbildung 5

Abbildung 6

OBJEKT: Angeborene Zystennieren	
KONTEXT	ERKENNTNISGRUND: Differentialdiagnostisches Wissen
BASISRELATIONEN	erklärt - Schmerzen
	erklärt - Arterieller Blutdruck

Um die vorgestellte Struktur nun, gemäß unserem Ansatz des Wechsels zwischen Theorie und Experiment, auf Vollständigkeit und Korrektheit zu überprüfen, ist es notwendig, sie beispielhaft zu implementieren. Eine vorläufige Implementierung konnten wir an anderer Stelle vorstellen [7]. Eine Eingabekomponente generiert aus einer Sammlung medizinischer Begriffe und ihrer Definitionen Bildschirmmasken, über die medizinische Sachverhalte eingegeben werden können, und erstellt aus der jeweiligen Auswahl des Benutzers automatisch Falldatenblätter.

Literatur

- [1] BAUD, R. H., RASSINOX, A.-M., SCHERRER, J. R.: Natural Language Processing and Semantical Representation of Medical Texts. *Methods of Information in Medicine* 31 (1992), 117.
- [2] BERNAUER, J.: Konzeptuelle Graphen als Semantisches Modell für den Medizinischen Befund. *Biometrie und Informatik in Medizin und Biologie* 23 (1992), 228.
- [3] HUCKLENBROICH, P.: Künstliche Intelligenz und medizinisches Wissen. Habilitationsschrift Münster 1989.
- [4] HUCKLENBROICH, P.: Modellierung unterschiedlicher klinisch-medizinischer Wissensarten. *Biometrie und Informatik in Medizin und Biologie* 23 (1992), 43.
- [5] HUCKLENBROICH, P., TOELLNER, R. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz in der Medizin. Klinisch-methodologische Aspekte medizinischer Expertensysteme. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, Jena, New York 1993.
- [6] MANNEBACH, H., KRAUS, D., PETKOFF, B.: Methodologie der Klinischen Medizin: Voraussetzung für die Konstruktion eines medizinischen Expertensystems in HUCKLENBROICH, P., TOELLNER, R. (Hrsg.): Künstliche Intelligenz in der Medizin. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, Jena, New York 1993, 119–131.
- [7] STAUSBERG, J., DIEDRICH, T., WORMEK, A., HUCKLENBROICH, P.: A Model of Patient Related Data and a Structure of Medical Terms for Knowledge-based Systems in Medicine. In ANDREASSEN, S., ENGELBRECHT, R., WYATT, J. (Eds.): *Artificial Intelligence in Medicine*. IOS Press Amsterdam 1993, 371–376.
- [8] STEFANELLI, M., BELLAZZI, R., BERZUINI, C., IRONI, L., QUAGLINI, S.: Towards a General Architecture for Medical Expert Systems. Working Notes of the AAAI Spring Symposium Series, Stanford University, 1992, 105–112.
- [9] STEFANELLI, M., RAMONI, M.: Modeling Medical Knowledge Based Systems. *Biometrie und Informatik in Medizin und Biologie* 23 (1992), 215.
- [10] WIELINGA, B. J., SCHREIBER, A. Th., BREUKER, J. A.: KADS: a modelling approach to knowledge engineering. *Knowledge Acquisition* 4 (1992), 5–53.

Anschrift des ersten Verfassers: Dr. med. Jürgen Stausberg, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Institut für Medizinische Informatik und Systemforschung, Postfach 1129, 85758 Oberschleißheim