Wissensbasierte Systeme in der Medizin

FH Brandenburg

Dipl.-Inform. I. Boersch
FB Informatik und Medien

Geplanter Ablauf des Semesters

- Teil I Einführung
  - 1T WBS in der Medizin, Wissensarten in der Medizin
  - 1T Formale Grundlagen
  - 2T Regelsysteme und Rule Engines
- Teil II Repräsentation medizinischen Konzeptwissens
  - 2T Vokabularien in der Medizin
  - 2T Terminologische Logiken
  - 2T Ontologien
- Teil III Maschinelles Lernen
  - 2 T Selbstorganisierende Karten
  - Soft Computing (Bayessches Schließen, Belief)
  - Entscheidungsbäume und Evaluation

- Hausarbeit/-aufgabe: KI-Methoden in der Medizin

Heute

Wissensbasierte Systeme (WBS) in der Medizin, Wissensarten in der Medizin

- Teil 1: Vision, WBS, XPS, KI-Methoden
- Teil 2: WBS in der Medizin, Wissensarten
- Teil 3: MEUS und Beispiele

Übung (45min): Entscheidungsunterstützung in fd-klinika

Ausgangsfragen

- **Was sind wissensbasierte Systeme?**
- **Wo finden sie in der Medizin Einsatz?**
- Welche Methoden werden verwendet?
- **Beispiele für wissensbasierte Anwendungen**

Vision

Der medizinische Tricorder scannt den Patienten und hilft bei der Diagnose von Krankheiten.

http://geek.thinkunique.org/2009/06/12/star-trek-original-series-medical-tricorder/

Vision

Könnten nicht Computerprogramme, die etwas von Medizin verstehen, dabei helfen, schnellere und bessere medizinische Entscheidungen zu treffen?

[Spreckelsen, Spitzer in SS08]

[The Doctor Puzzled] etching by A.Masson after a picture by C.Lasch, published in Art Gems, 1876]

Die Vision des letzen Jahrhunderts

1959: Reasoning Foundations of Medical Diagnosis

Symbolic logic, probability, and value theory aid our understanding of how physicians reason.

Robert S. Ledley and Lee B. Lusted

[LL59]

70-80er Jahre: Klassische Expertensysteme (XPS)

- Ziel: Nachbildung menschlicher Experten
- Selbständige Diagnose und Therapie
- Fachwissen breit verfügbar machen
- Arztsimulation, der ‚kopierbare Mediziner'
- Vision „Computer als Experte für …" nicht nur in der Medizin

MYCIN

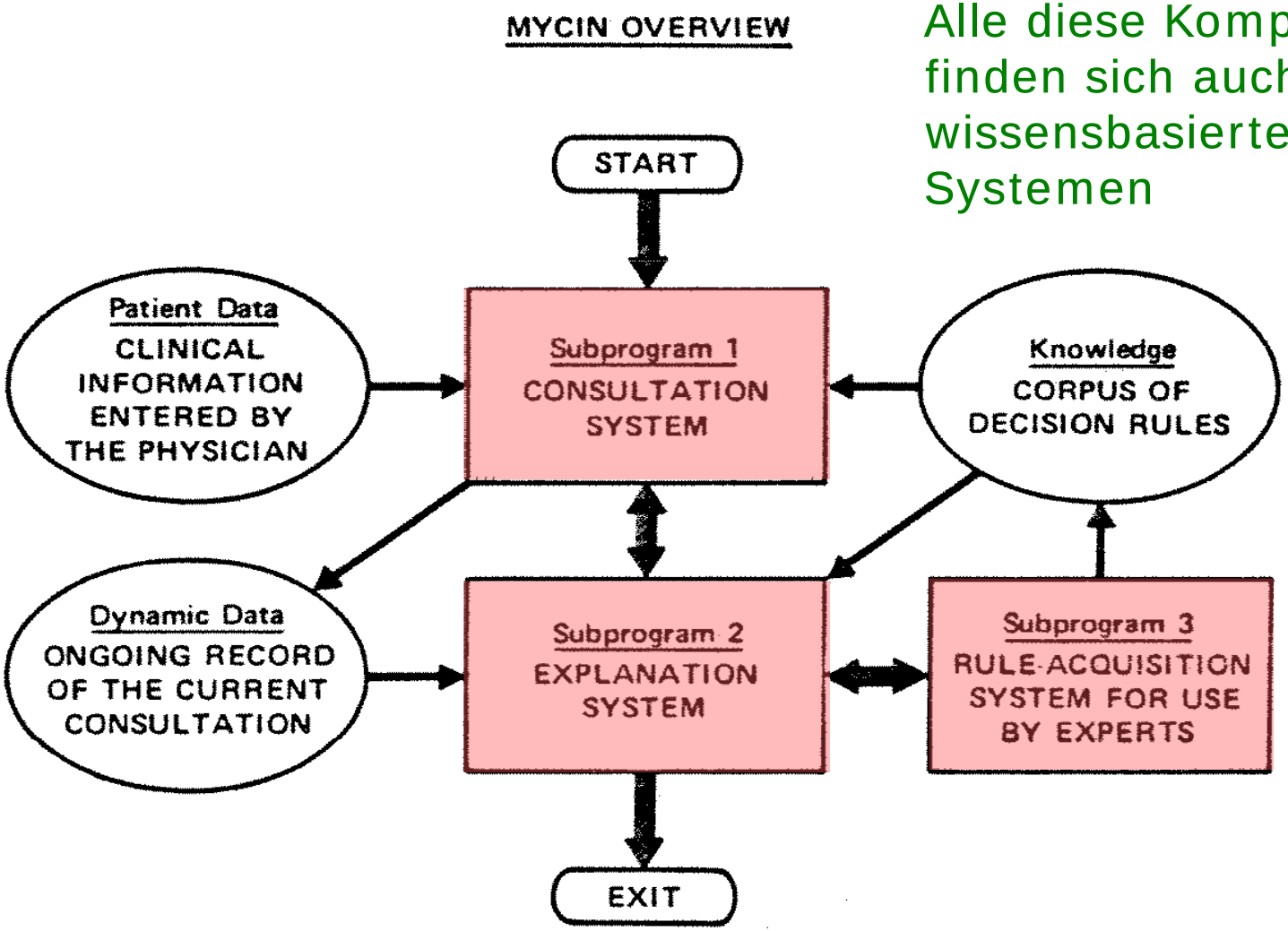
- 1975, Shortliffe et al.
- Universität von Stanford.

[SDA+75]

- Diagnose und Therapie von Infektionskrankheiten:
  - Identifikation des Erregers
  - Empfehlung einer Therapie
  - Erklärung
- Sitzung: 15-20 min, ~45 Fragen

- Regelbasiertes Expertensystem mit Sicherheitsfaktoren
- Arbeitsweise: Wissensbasis aus 450 Regeln, Fakten vom Nutzer, Sicherheitsfaktoren, Vorwärts- und Rückwärtsverkettung

3 Module in MYCIN



Alle diese Komponenten finden sich auch heute in wissensbasierten Systemen

[SDA+75]

Beispiel für eine Regel

IF: 1) THE STAIN OF THE ORGANISM IS GRAMNEG, AND
2) THE MORPHOLOGY OF THE ORGANISM IS ROD, AND
3) THE AEROBICITY OF THE ORGANISM IS ANAEROBIC

THEN: THERE IS SUGGESTIVE EVIDENCE (.6) THAT THE IDENTITY OF THE ORGANISM IS BACTEROIDES

[SDA+75]

Ist ein Organismus gramnegativ und stabförmig und anaerob, so gehört er mit der Gewissheit 0.6 zur Gattung Bacteroides.

Regelhaftes Wissen:
Wenn Prämisse, dann Konklusion.

Beispielsitzung

Beispielsitzung MYCIN

1 – Patient

1) Patient's name:

> Fred Smith (Fred Schmidt)

2) Sex:

> Male

3) Age:

> 55

4) Have you been able to obtain positive cultures from a site at which Fred Smith has an infection? (Konnten Erreger aus einer infizierten Wunde von Fred Smith in einer Kultur vermehrt werden?)

> Yes

http://bmir.stanford.edu/file_asset/index.php/908/BMIR-1975-0007.pdf

Interaction 2: Infection

5) What is the infection?

Primary bacteremia (Infektion im Körper, bspw. im Blut)

6) Please give the date & approximate time when signs or symptoms of the primary bacteria (infection-1) first appeared

May 5, 1980

The most recent positive culture associated with the primary bacteria (infection-1) will be referred to as culture-1 (Die Infektion nennen wir ab jetzt infection-1 und die letzte angelegte Bakterienkultur culture-1)

U.S. Army Medical Research Institute of Infectious Diseases

Interaction 3: Culture

7) From what site was the specimen for culture-1 taken? (Wo wurde die Probe für die Bakterienkultur culture-1 entnommen?)

> Blood

8) Please give the date & time when culture- 1 was obtained

> May 9, 1980

The first significant organism from culture-1 will be referred to as organism-1 (Die häufigsten Erreger in der Bakterienkultur culture-1 nennen wir ab jetzt organism-1)

Interaction 4: Organism

9) Enter the identity of organism-1 Unknown
10) Is organism-1 a rod, coccus, … Rod
11) The gram stain of organism-1: Gramneg
12) Have there been any positive cultures from sites which are not associated with infections about which you are seeking advice? (Wurden Erreger an weiteren Stellen gefunden?)
No
13) Did organism-1 grow aerobically? Yes (0.8) (Ja, bin mir aber nicht ganz sicher!)
14) Did organism-1 grow anaerobically? Yes
15) What is the suspected portal of entry of organism-1 into the sterile site? (Wie ist der Erreger vermutlich in den Körper gelangt?)
GI (0.6)

…..

Und so weiter - bis genügend Informationen gesammelt sind, um die Art des infizierenden Organismus abzuleiten …

Diagnose

My therapy recommendation will be based on the following **probable infection(s) and potential causative organism(s):** (Meine Therapie-Empfehlung beruht auf der Diagnose folgender Infektionen und verursachenden Erregern:)

Infection-1 is PRIMARY-BACTERIA

The identity of organism-1 may be:

1. *PSEUDOMONAS-AERUGINOSA*
2. *KLEBSIELLA-PNEUMONIAE*
3. *E.COLI*
4. *BACTEROIDES-FRAGILIS*
5. *ENTEROBACTER*
6. *PROTEUS-NON-MIRABILIS*

Final questions …

46) On a scale of 0-4 (higher indicates increasing severity), how would you rate Fred Smith's degree of sickness?

> 3

47) Does Fred Smith have a clinically significant allergic reaction to any microbial agent?

> No

48) Fred Smith's weight in Kg

> 70

Therapievorschlag

My preferred **therapy recommendation** is:

To cover for {1,2,3,5,6}, give GENTAMICIN 119mg q8h IV or IM for 10 days; modify dose in case of renal failure

To cover for item 4, give CLINDAMYCIN 595mg q6h IV/IM for 14 days; if diarrhea or other GI symptoms develop, patient should be evaluated for possible pseudomembranous colitis

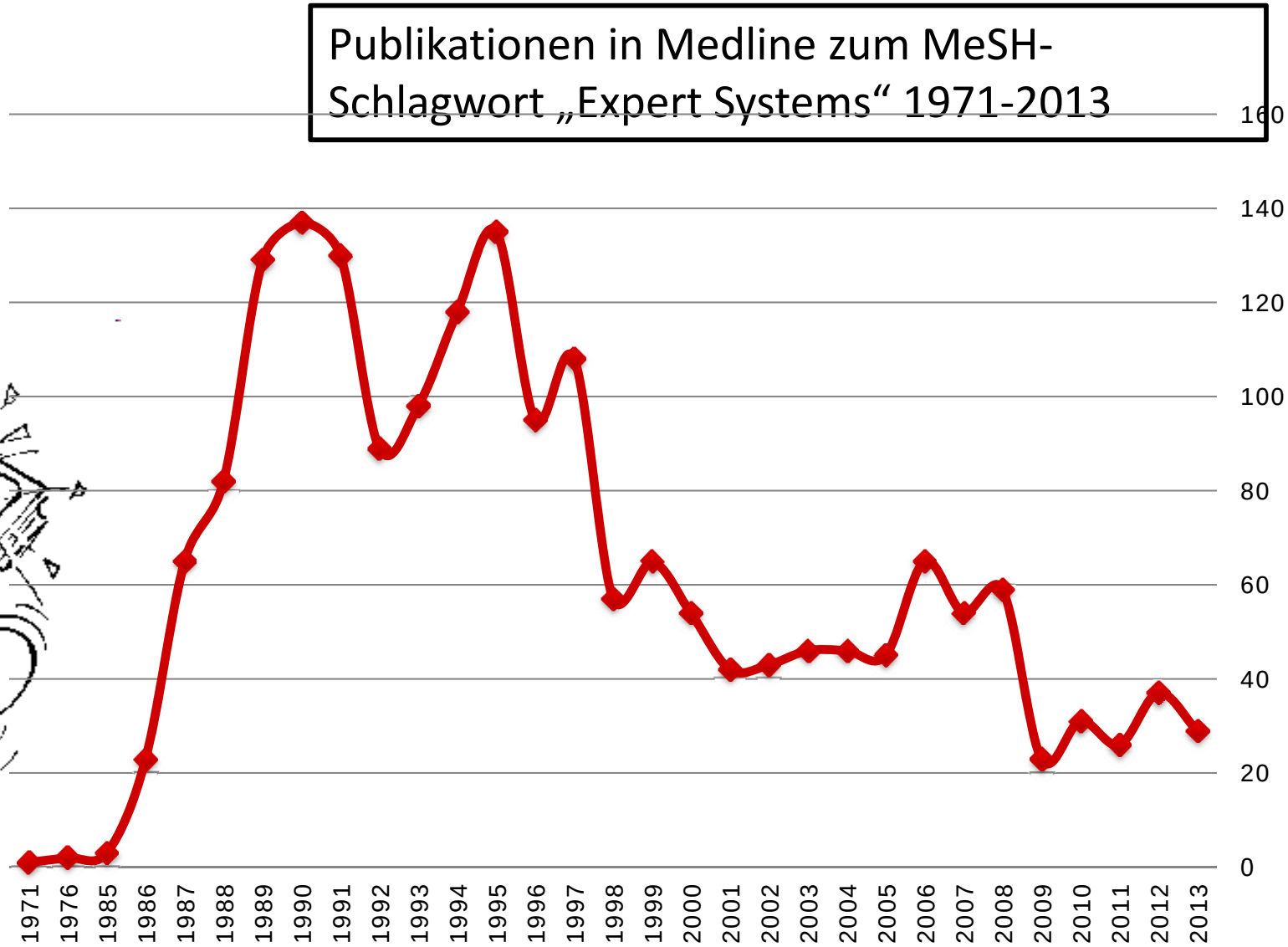
Do you wish to see the next choice therapy?

Yes

Usw. usf.

Kein Durchbruch

- Hoffnung der XPS erfüllte sich nicht
- Kein breiter Einsatz
- Fehlende Akzeptanz, warum?



Damals: Hindernisse medizinischer XPS

- Bedarfsüberschätzung
- Mangelhafte Diagnose- und Therapiemodelle
- Hohe Implementierungs- und Einsatzkosten
- Fehlende EDV-Infrastruktur
- Arzt ist weitgehend passiv

Und wie ist es heute?

Ist die Zeit heute reif?

Begünstigende Faktoren für WBS in der Medizin

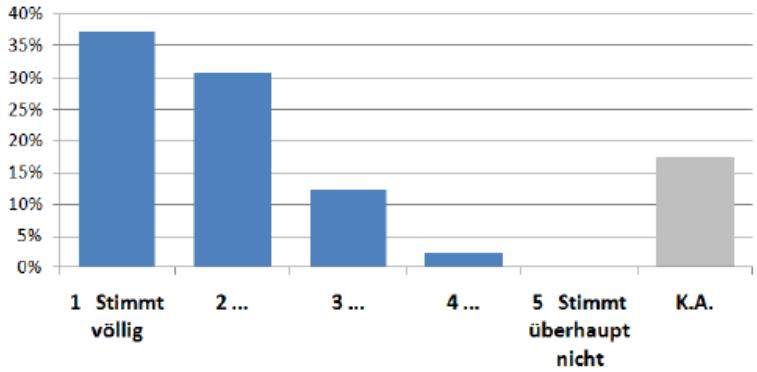
- Medizininformatik
- Vernetzte Systeme, Mobile Systeme
- Standardisierung klinischer Abläufe

- Evidenzbasierte Medizin!
- Datenintensive Methoden

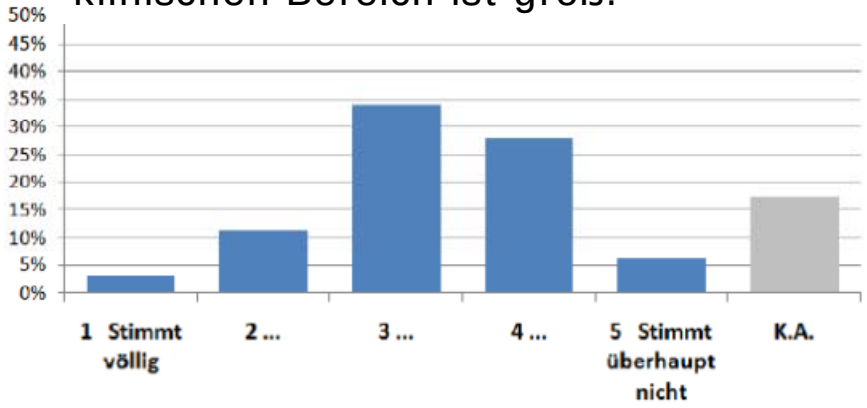
- Klassifikationssysteme und Terminologien
- Semantische Technologien

Umfrage von C. Spreckelsen, RWTH Aachen, 2010

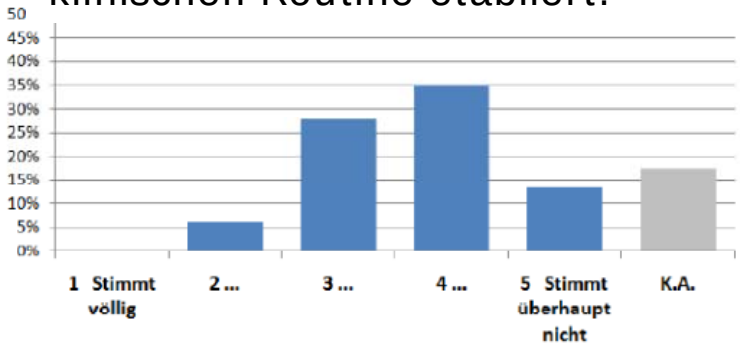
„Der Bedarf an Wissensbasierten Systemen oder Systemkomponenten in der Medizin ist hoch.“



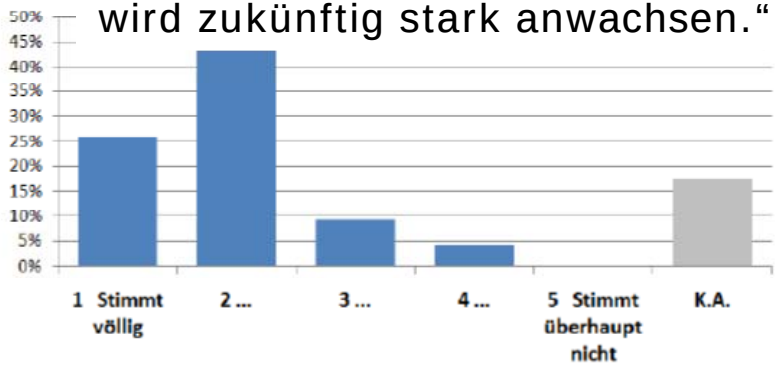
„Die Akzeptanz für Wissensbasierte Systeme oder Systemkomponenten im klinischen Bereich ist groß.“



„Wissensbasierte Systemen oder Systemkomponenten haben sich in der klinischen Routine etabliert.“



„Der Einsatz von Wissensbasierten Systemen im biomedizinischen Bereich wird zukünftig stark anwachsen.“



[Spr10]

Hauptprobleme (Sammlung)

- Akzeptanz
- Systemintegration
- Routinenutzung und Prozessorientierung
- Rechtliche Aspekte
- Wissensakquise
- Evaluation & Nutzen
- Repräsentation medizinischen Wissens
- Usability & Transparenz
- Leistung & Funktionalität
- Terminologische Aspekte
- Kosten
- Nachhaltigkeit
- Systemtyp & -ausrichtung
- Standardisierung
- Struktur & Vollständigkeit der Ausgangsdaten

Integration wissensbasierter Komponenten

Datenintegration:

- Daten nur einmal einmal einmal erfassen, d.h. WBK haben Zugriff auf Patientendaten

Funktionsintegration:

- Kein Extrasystem, sondern an klinische (Pflicht-)Routinen knüpfen, KIS u.a.*,
- Nutzung ‚wie nebenbei', ‚eine kluge Systemfunktion', datengetrieben

Kompetenzintegration:

- Wer kann was besser?
- Mediziner entscheidet und trägt Verantwortung
- Rechner schlägt vor, prüft Regeln, dokumentiert, gibt Hinweise, erinnert, überwacht, visualisiert, bewertet, modelliert, entscheidet? …

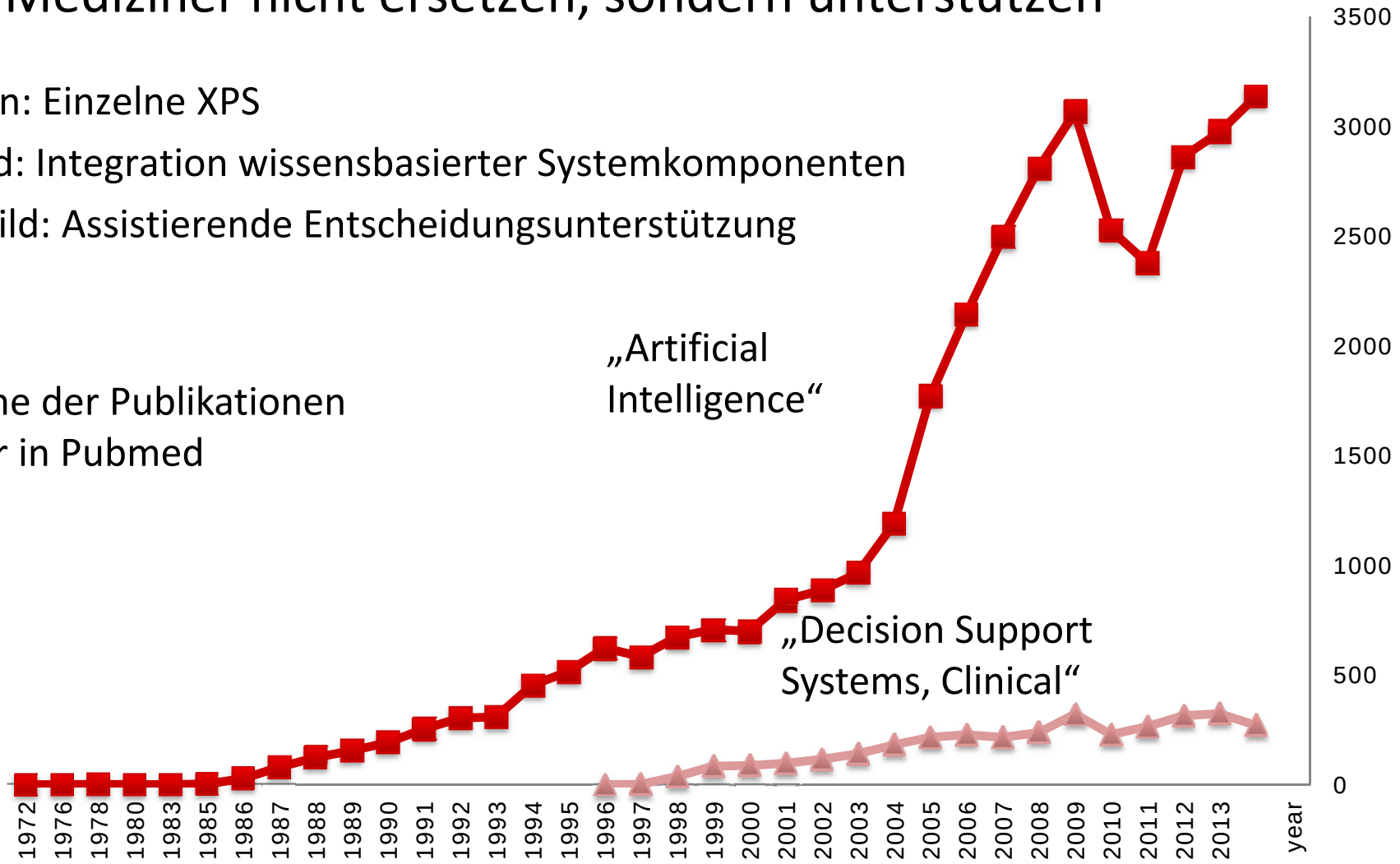
*Krankenhausinformationssysteme (KIS), Bildarchivierungssysteme (PACS), Elektronische Patientenakten (EPA)

Einsatz von WBS nimmt zu

Lehre: Mediziner nicht ersetzen, sondern unterstützen

- Selten: Einzelne XPS
- Trend: Integration wissensbasierter Systemkomponenten
- Leitbild: Assistierende Entscheidungsunterstützung

Zunahme der Publikationen pro Jahr in Pubmed



Forschung und Lehre zur Wissensbasierten Systemen in der Medizin im deutschsprachigen Raum, Stand August 2009

RWTH Aachen IMI
Charité Berlin IMIBE
Uni Bielefeld Gesundheitswesen
Uni Bochum Biomedizin
Uni Bonn IMSDD
TU Braunschweig IMI
BIPS Bremen
Uni Dortmund Stat. u. Biom.
Uni Düsseldorf KKS
Uni Düsseldorf DDZ
Uni Erlangen-Nürnberg IMIBE
Uni Duisburg-Essen IMIBE
Uni Freiburg IMBMI
Uni Gießen IMI
Uni Göttingen IMI
Uni Greifswald IBMI
Uni Halle-Wittenberg IMEBMI
Uni Hamburg IMDM
MH Hannover MI
Uni Heidelberg IMBI
DKFZ Heidelberg
Uni des Saarlandes IMBE
UMIT Innsbruck
Uni Jena MSID

Uni Kiel IMIS
Uni Köln IMSIE
Uni Leipzig IMISE
MU Lübeck IMI
Uni Magdeburg IBMI
Uni Mainz IMBEI
HS Mannheim IMI
Uni Maburg IMBE
TU München MLDMB
LMU München IMIBE
Uni Münster IMIB
GSF Neuherberg IE
Uni Regensburg eHealth CC
Uni Rostock IMIB
Uni Würzburg LSI-VI
MU Wien IMEWBS
TU Wien IIS
FH Brandenburg
FH Dortmund
FH Kärnten
FH Bern
FH Hagenberg
FH Zwickau
FH Ulm
FH Regensburg

http://maps.google.de/maps/ms?hl=de&gl=de&ie=UTF8&oe=UTF8&msa=0&msid=103070692677719917540.0004720806b09f270b7f1

Entwicklung konkreter WBS in der Medizin

AMIX	Ontologie
BioTop	Dysmorphic Syndromes
CareVis	Ontologie: Theorie und Praxis
CATIPO	Ontologie-basierte Qualitätssicherung
d3web	Ontological Model for Colon Carcinoma
GAID	Modeling the Radiology Workflow, Uni Erlangen
HepatoConsult	Pseudo R-squared measures
HEXAPERT, RheumExpert	Rough Set; EEG-Interpretation; Narkosemonitoring
ICONS	Schoolbook
InfoZoom	Semantische Transf. und Interoperabilität
InWiM	Simulation und Parameteridentif. von Diab. mel. I
Suva	Neuronales Netz
K-Box	Software-Tools für intelligente Datenanalyse
Medrapid	Steuerung einer Insulinpumpe, München
Morphoogle	StemNet
PROSIT	SyynX Knowledge Cockpit
GECKO	Logik und Ontologie
StemNet	Tissue counter analysis
SyynX Clinical Consult	Translational bioinformatics
SonoConsult	Vergleich kompl. & einf. Trainingsfälle in der Kard.
Therapieleitlinien kontraind.	IT-basierter Leitlinienbaum,Köln
Medinfo.	Kritische Patientenereignisse IT-gestützt
ME Chemotherapie	Markov Models and Discrete-Event-Simulation
leitlinien ICU	Ambiguitäten, Diagnosekodierung
M. P. für Klinische Behandlung	OntoDrug System
med CLIR Web-Suchmaschine	Wissensrepräsentation durch mehrdim. Vernetzung
MCRDR	Zielmodellierung für automatisierte Leitlinien
Neuronale Netze	System zur Informationsextr. im klinischen Alltag
Ontology	Arden-Syntax
Ontologieentwurf und Metrik	Interaktive Strategien zur Medline-Literatursuche

Quellen: Konferenzbeiträge zur gmds-Jahrestagung und wissenschaftliche Artikel der Zeitschrift Artificial Intelligence in Medicine seit 2004
http://maps.google.de/maps/ms?hl=de&gl=de&ie=UTF8&oe=UTF8&msa=0&msid=103070692677719917540.00047311206cad31a080e

Rückblick

- Wie heißt ein wichtiges historisches medizinisches Expertensystem?
- Worin sollte es ein Experte sein?
- Wie wird in ihm das medizinische Wissen repräsentiert?

- Warum setz(t)en sich medizinische WBS bisher schwer durch?
- Was begünstigt sie heute?

- Welche 3 Integrationsaspekte sind zu beachten?
- Was kann als Leitbild medizinischer WBS dienen?

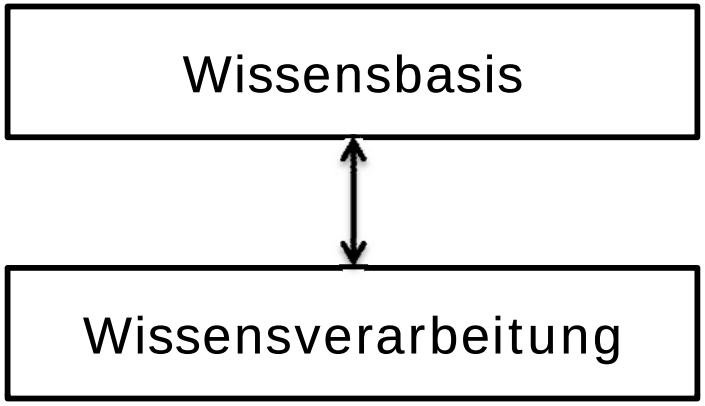
Foto: Mylene Bressan, openphoto.net

Was ist ein Wissensbasiertes System (WBS)?

Wissensbasiertes System (WBS), XPS

Wissensbasiertes System: Computersystem mit Trennung zwischen

- Darstellung des Wissens = Wissensbasis
- Verarbeitung des Wissens = Wissenverarbeitung



Anwendungsabhängig
Wissensrepräsentation

Anwendungsunabhängig
Inferenzkomponente

Was ist ein Expertensystem (XPS)?

Expertensystem als Beispiel für ein wissensbasiertes System

Was ist ein Expertensystem?

Ein wissensbasiertes System mit zusätzlichen Komponenten (bspw. zur Interaktion) mit dem Ziel **einen Experten zu repräsentieren**

- *Expertensysteme sind Programme, mit denen die formalisierbaren und symbolisch beschreibbaren Anteile des Spezialwissens sowie die Schlussfolgerungsfähigkeit qualifizierter Fachleute auf eng begrenzten Aufgabengebieten nachgebildet werden sollen.*

[F. Puppe]

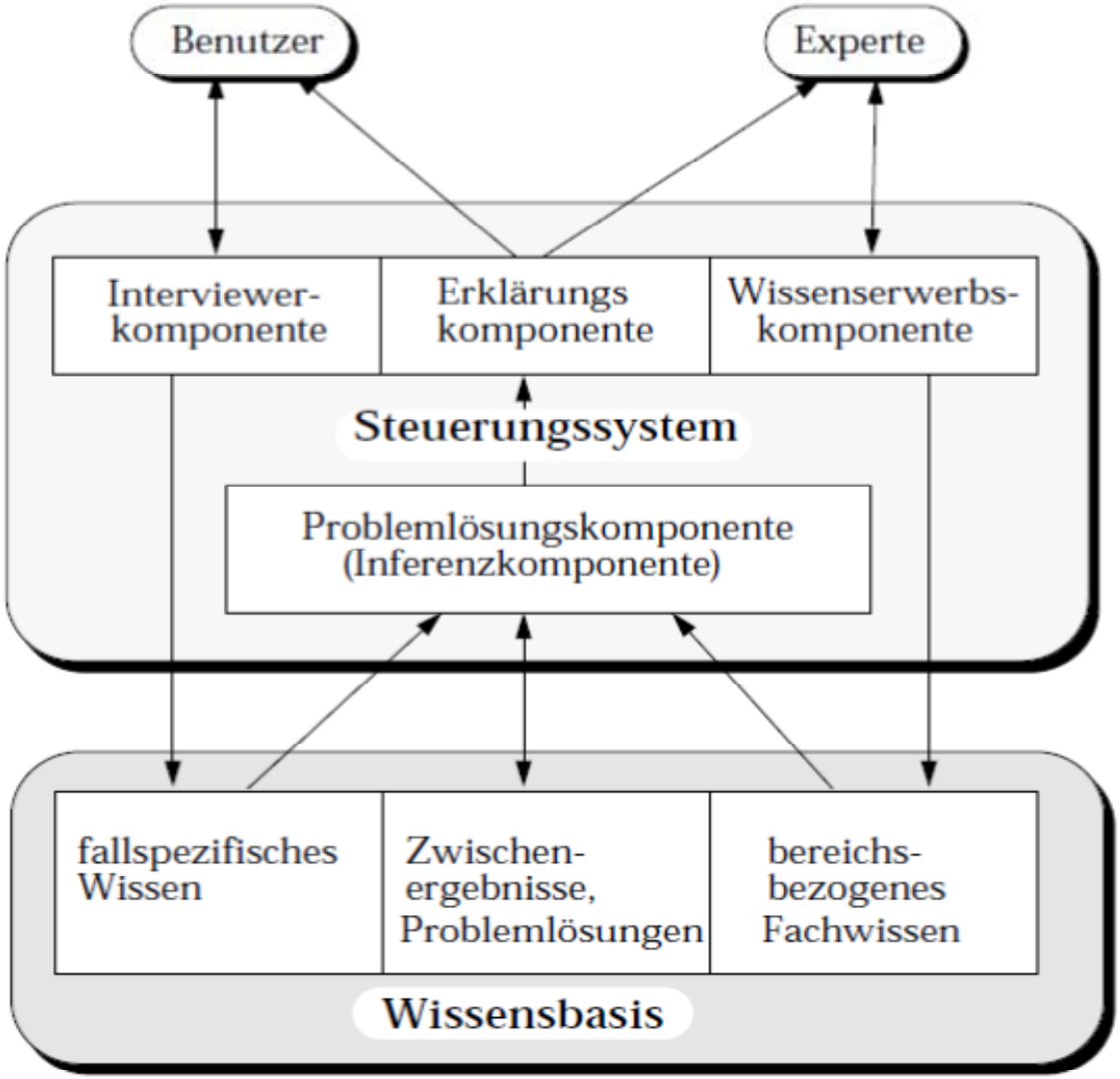


Abb. 1.1: Architektur von Expertensystemen

Architektur eines Expertensystems

- Standalone heute selten, aber die Komponenten sind typische Module in der Wissensverarbeitung und häufig in komplexen Applikationen enthalten.
- Sehen Sie hier ein WBS?

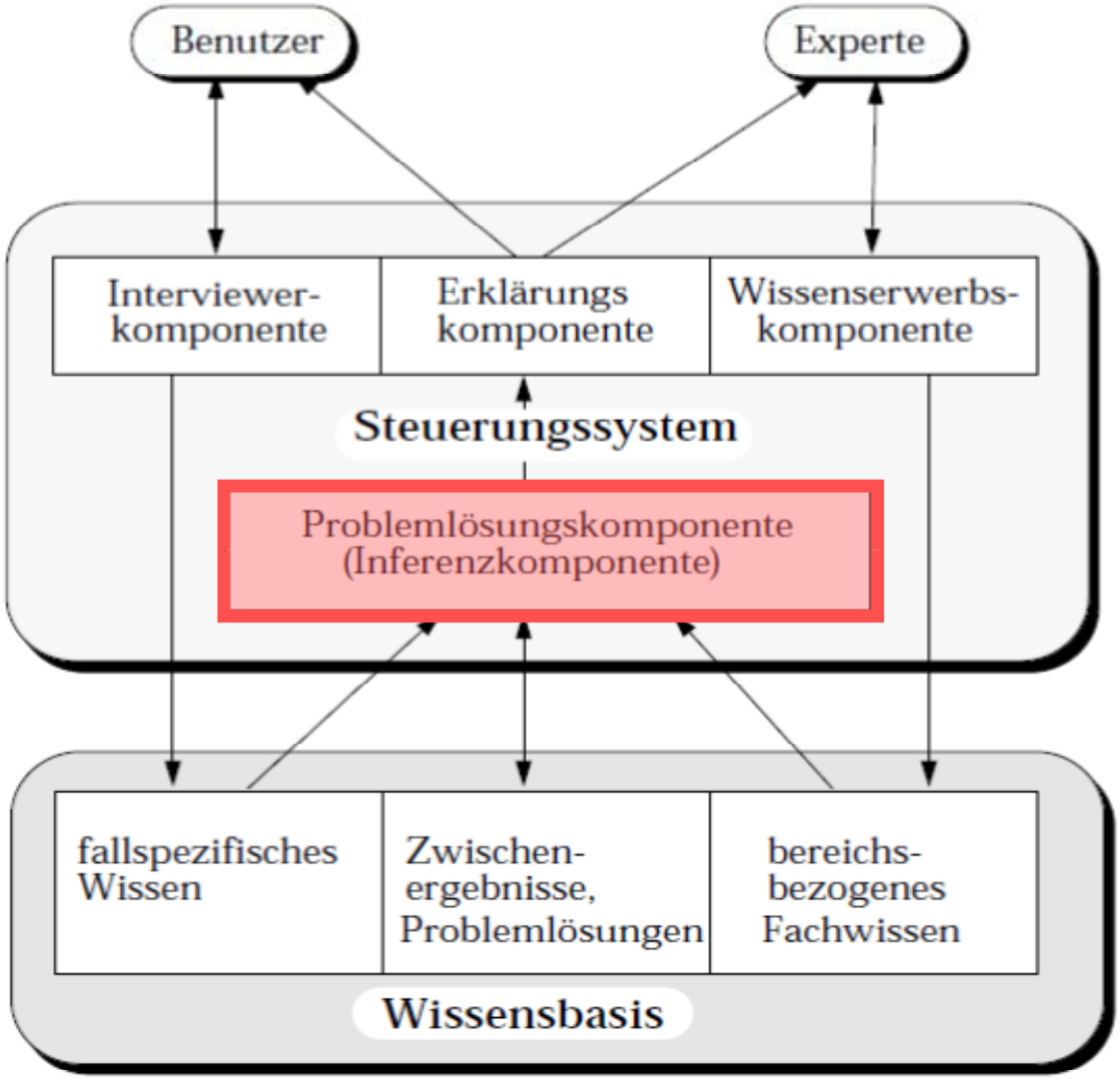


Abb. 1.1: Architektur von Expertensystemen

Problemlösungskomponente

- Kern eines wissensbasierten Systems.
- interpretiert das Expertenwissen zur Lösung des vom Benutzer spezifizierten Problems
- erzeugt eine Problemlösung und reicht diese Lösung und den Lösungsweg an die Erklärungskomponente weiter

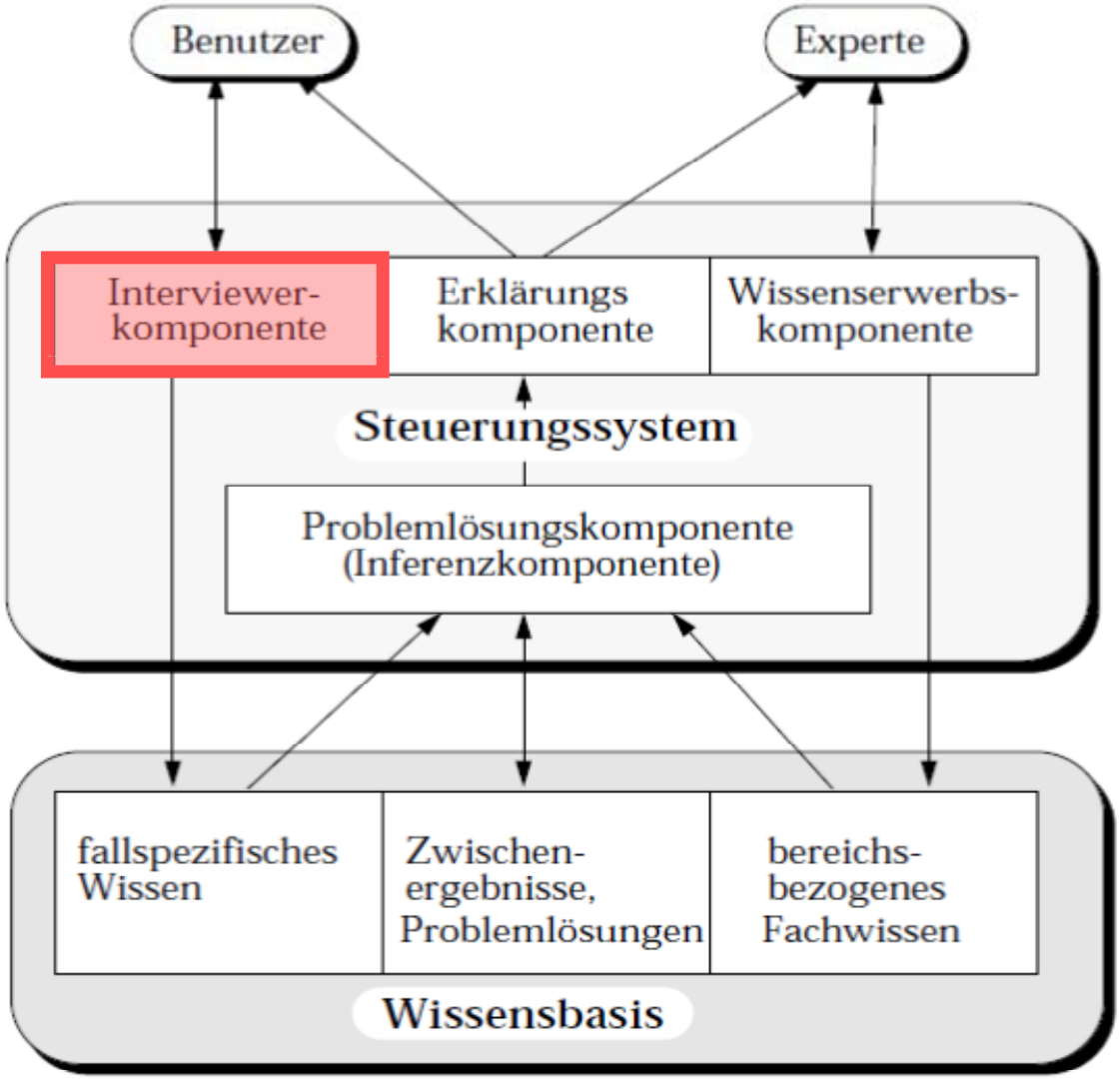


Abb. 1.1: Architektur von Expertensystemen

Interviewerkomponente

- führt den Dialog mit dem Benutzer, liest Messdaten ein und erzeugt so das fallspezifische Wissen.

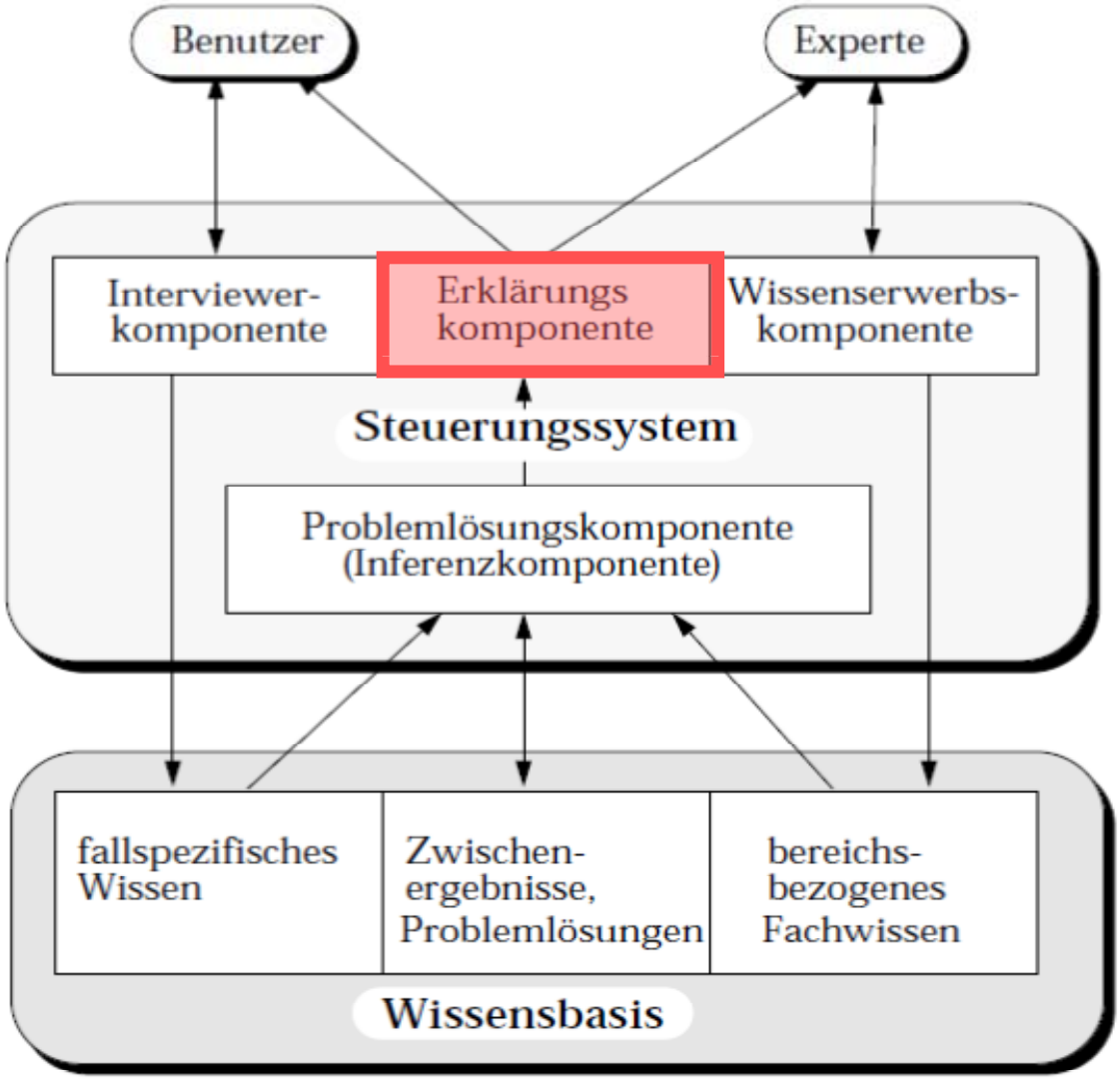


Abb. 1.1: Architektur von Expertensystemen

Erklärungskomponente

- Erklärt Vorgehensweise oder Lösungsweg
- Liefert Begründung
- Hilft dem Experten bei der Fehlersuche
- Transparenz -> Akzeptanz

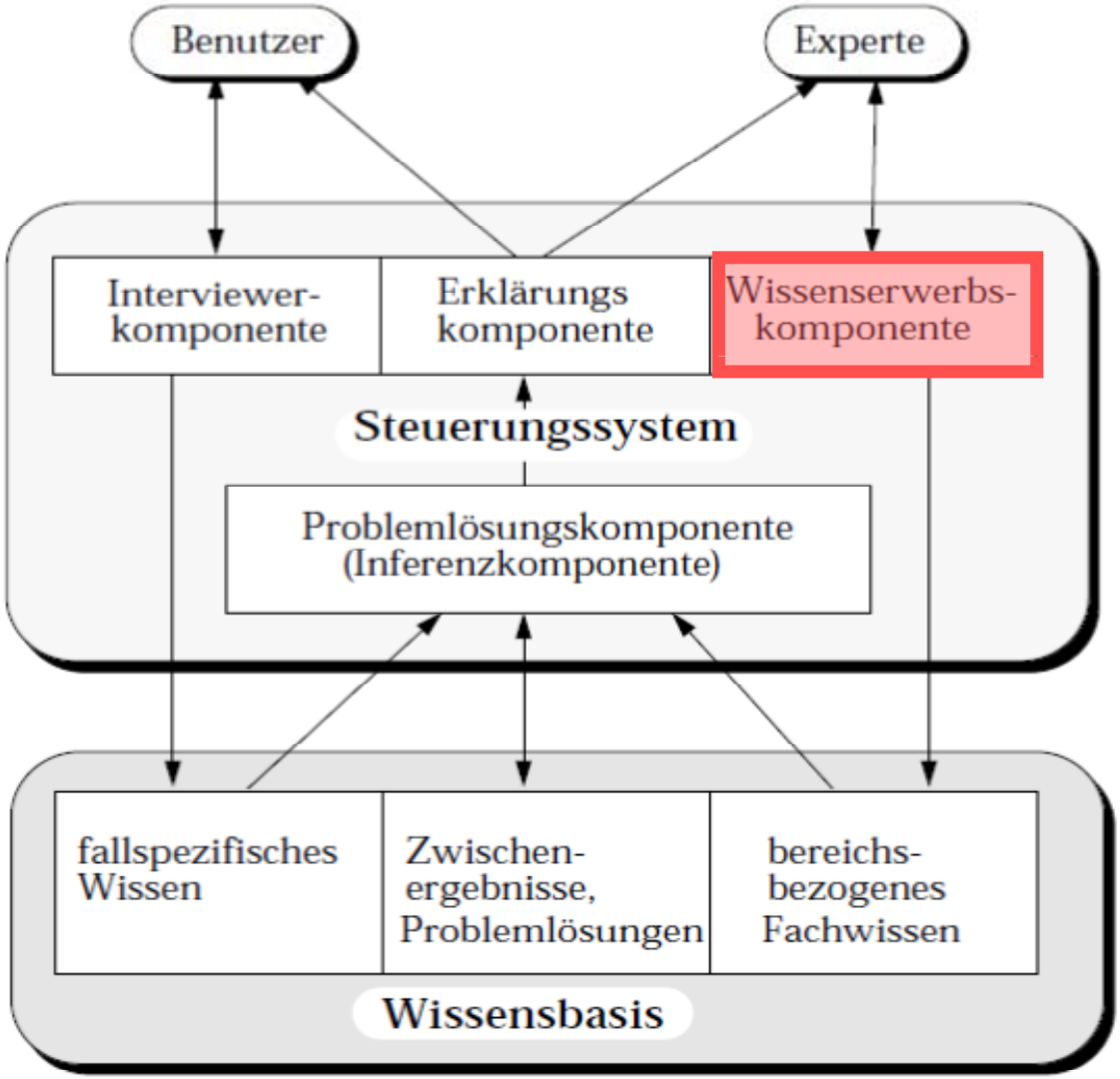


Abb. 1.1: Architektur von Expertensystemen

Wissenserwerbskomponente

- Aufbau und der Wartung des Expertenwissens

Arten Wissenserwerb im WBS:

- direkte Formulierung des Wissens durch den Experten selbst (hier beim XPS)
- Mündliche Befragung eines Experten (Interviewtechnik),
- automatischer Wissenserwerb durch Falldaten oder aus der Literatur.

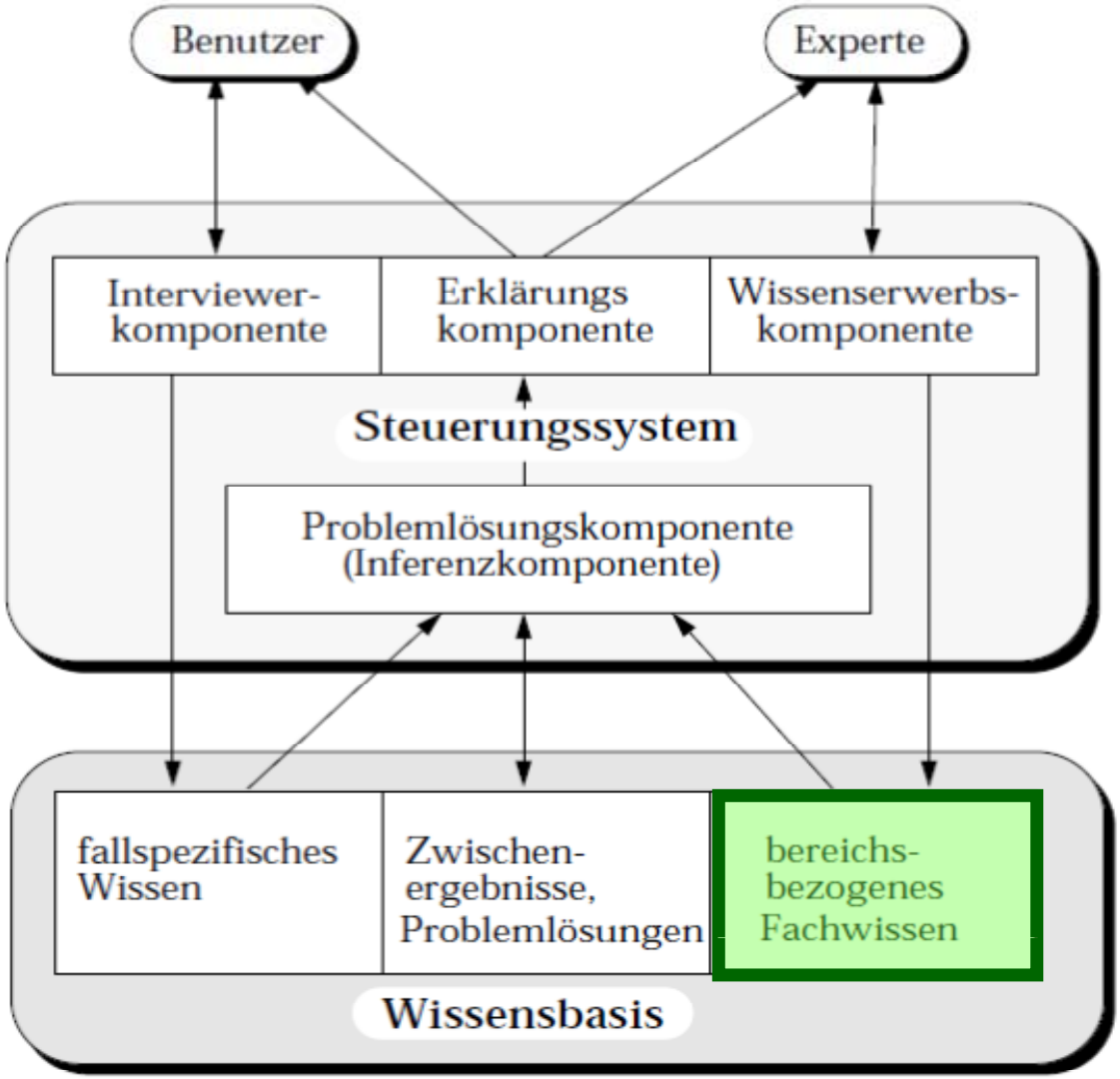


Abb. 1.1: Architektur von Expertensystemen

Expertenwissen

- beigesteuert vom Experten
- Wissen aus dem Problembereich
- oft Regelmenge und Konzeptbeschreibungen

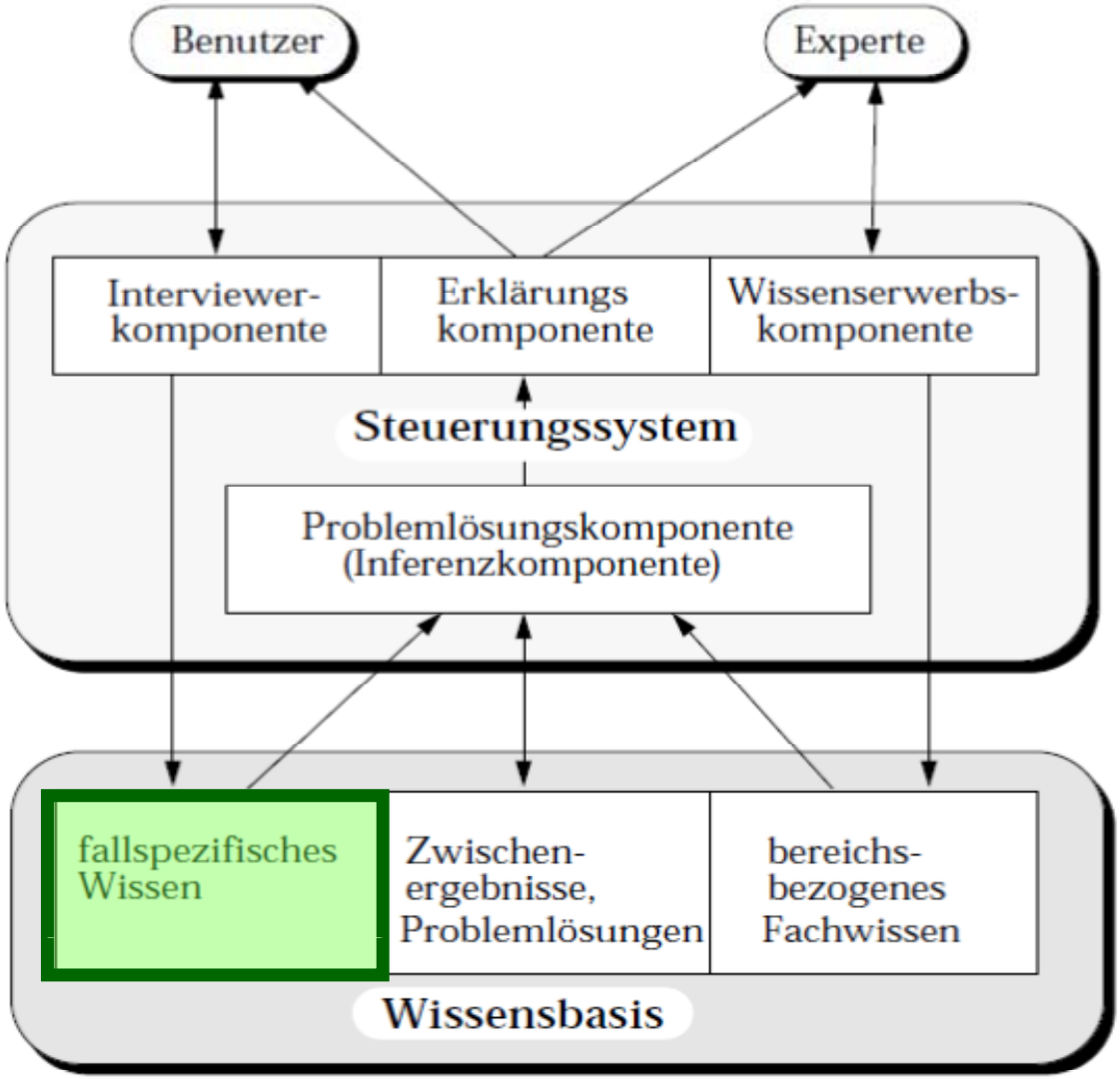


Abb. 1.1: Architektur von Expertensystemen

Fallbezogenes Wissen

- erzeugt vom Benutzer
- bezieht sich auf einen konkreten Anwendungsfall
- Fakten

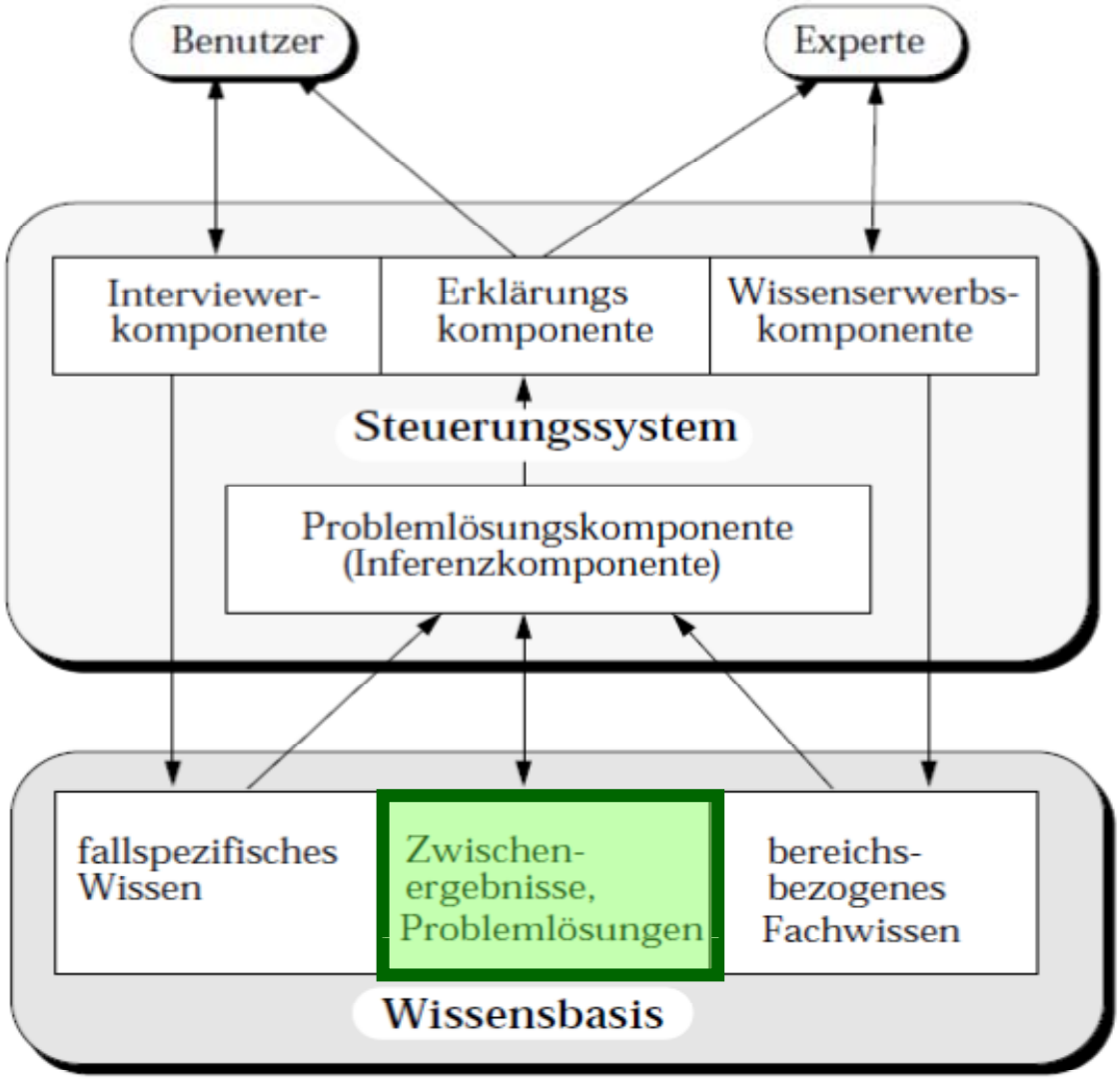


Abb. 1.1: Architektur von Expertensystemen

Zwischenergebnisse und Problemlösungen

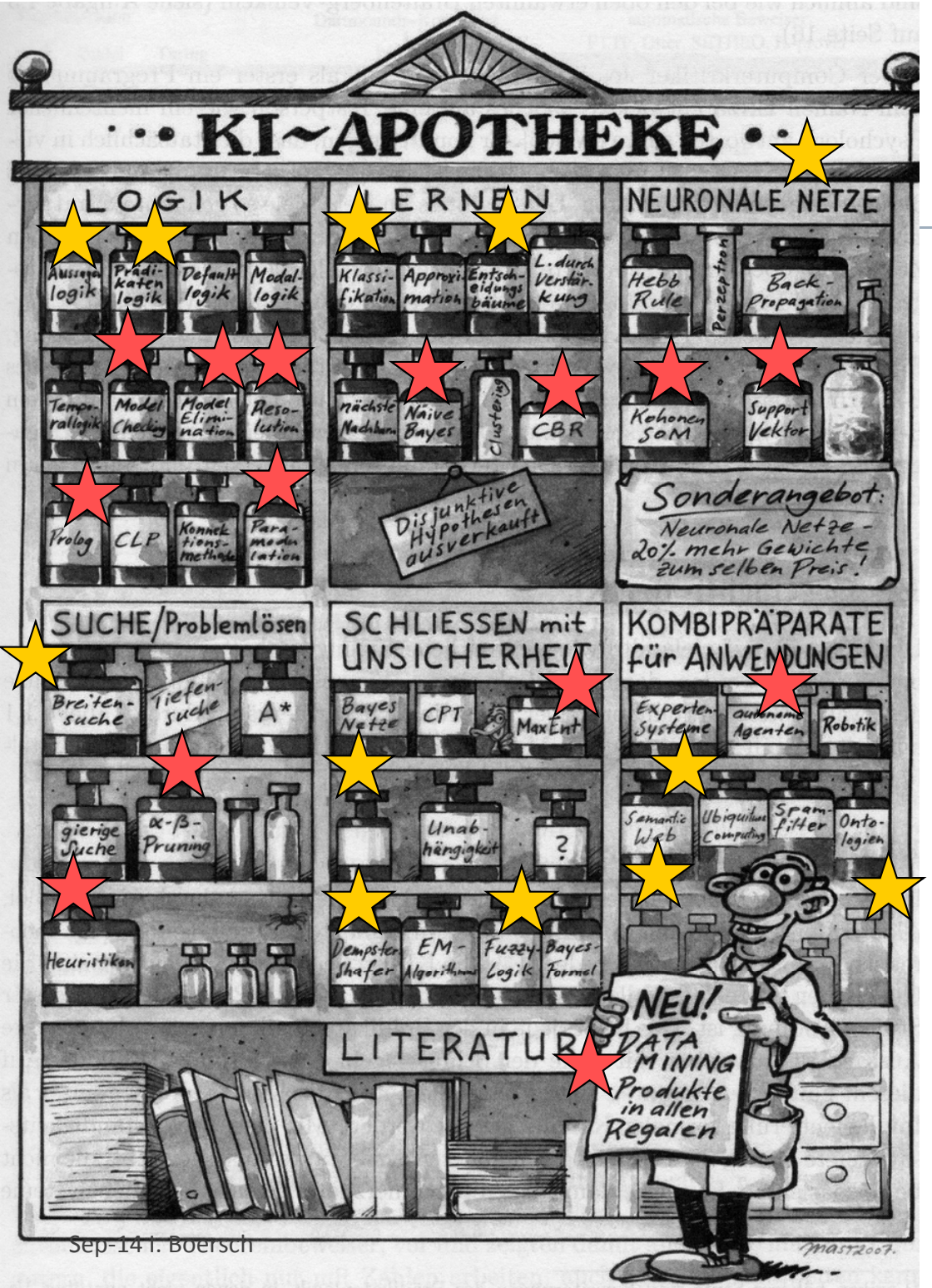
- erzeugt von der Problemlösungskomponente
- Hypothesen, Schlussfolgerungen

Was ist nötig, um KI-Methoden in der Medizin einzusetzen?

Kenntnisse über

- Methoden der Wissensrepräsentation und Wissensverarbeitung
- Besonderheiten in der Medizin
- Anwendungsszenarien

KI-Methoden und Wissensrepräsentationen mit Relevanz für Medizin



- Suchalgorithmen – TS, BS, A*
- Logik - Aussagenlogik, Prädikatenlogik
- Regelbasierte Expertensysteme
- Klassifizierer, Entscheidungsbäume
- Bayessche Netze
- Neuronale Netze
- Fuzzy-Logik, Dempster-Shafer
- Ontologien
- Semantic Web
- und der Rest

Heute keine Details

Abb. aus W. Ertel, Grundkurs KI, 2008

Sie fragen sich sicher …

- Was ist ein WBS?
- Welcher Teil sollte explizit repräsentiert werden, da er anwendungsabhängig ist?

- Was ist ein XPS?
- Welche drei Arten von Wissen finden sich in einem XPS?
- Wie wird das Expertenwissen in einem XPS oft dargestellt?
- Welche Nutzer treffen auf ein XPS?

Teil 2

In die Medizin

Besonderheiten medizinischen Wissens

- Menge : Wissensexplosion - mehr als 36000 Journals in pubmed
- Viele Quellen: Welcher Quelle wie stark vertrauen? Evidenzbasierte Medizin
- Prozedurales Wissen: Know How vs. Know What, Erfahrungswissen

- Unvollständigkeit: Physiologische Modellierung nicht abgeschlossen
- Inkonsistenz: Differenz zwischen Lehrbuch und praktischem Vorgehen
- Unsicherheit: Wissen beruht auf Fällen & Beobachtungen, Beispiel: hilft „oft“,
- Unschärfe: Mehrdeutige Begriffe, Beispiel: „hohe“ Temperatur

- Dynamik: Halbwertzeit ca. 10 Jahre

- Das besondere Anwendungsgebiet „Mensch“
  - Verantwortung für falsche Diagnosen, Therapien
  - Mitarbeit des Patienten ist unbekannte Variable

Arten medizinischen Wissens

Wissensart	Wissen über
Physiologisches und pathophysiologisches Wissen	Funktionen und Fehlfunktionen von Lebewesen Bsp. Naturwissenschaftliche Modellbildung, Wirkzusammenhänge
Nosologisches Wissen	Krankheiten Bsp. Klassifizierung, Abgrenzung, Symptome, Verlauf , ICD
Ätiologisches Wissen	Krankheitsursachen Bsp. Risiko-, Schutzfaktoren, Resistenzen, Dispositionen
Diagnostisches Wissen	Vorgehensstrategien, Hypothesenbildung Bsp. Differentialdiagnose, DRG
Therapeutisches Wissen	Therapien und Zuordnung zu Krankheiten Bsp. Indikation, Kontraindikation, Wirksamkeit, OPS
Pharmakologisches Wissen	Wirkung von Stoffen auf den Organismus Bsp. Heilmittel, Indikation, Verträglichkeit

Tiefenwissen

Einsatz von WBS in der Medizin

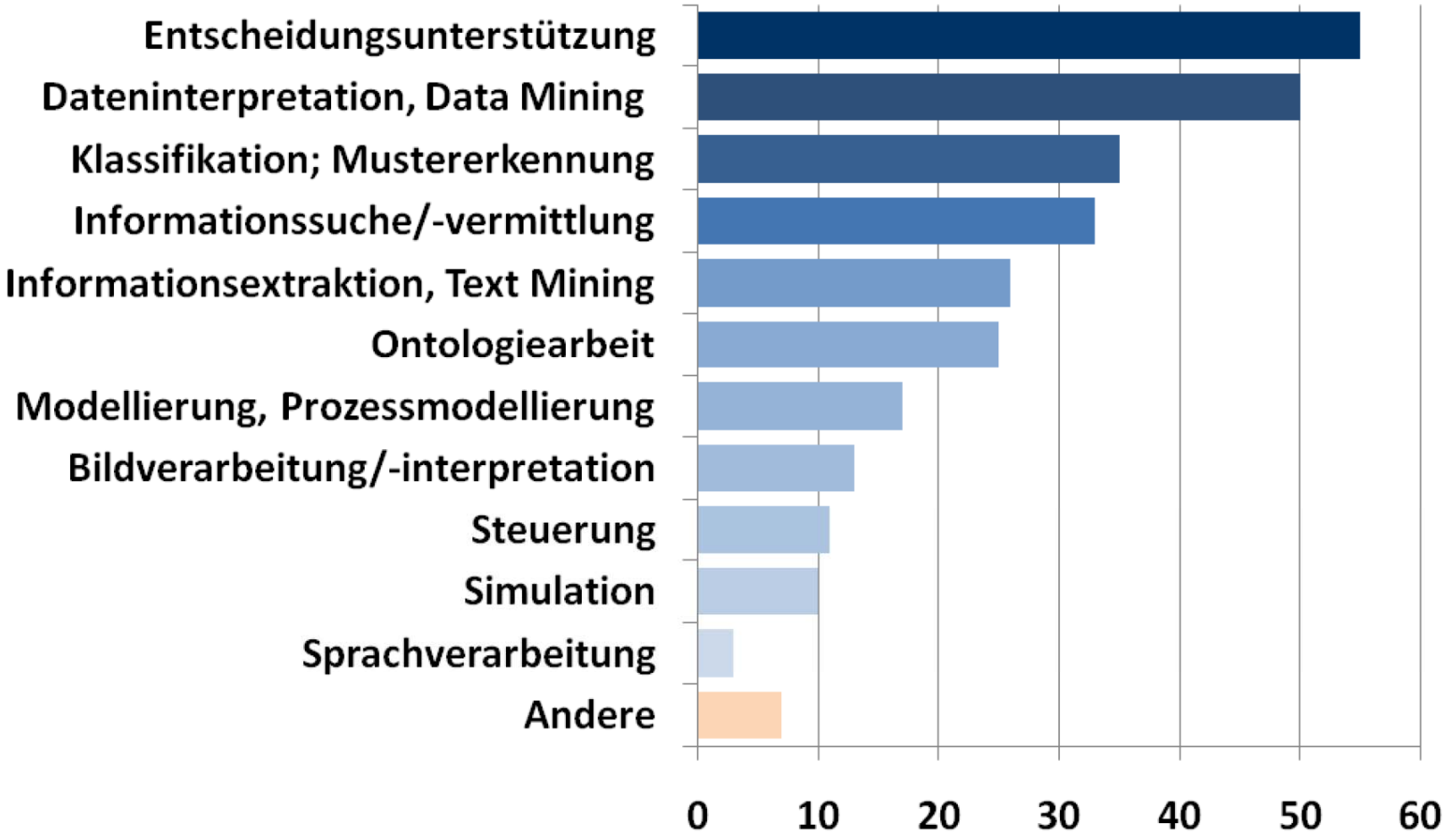
1. Einzelne XPS
   - → Lehre, Erlernen der ‚Diagnosekunst'
   - → Intelligente Tutor-Systeme

2. Wissensbasierte Komponenten in KIS und AIS
   → Entscheidungsunterstützende Systeme

3. Patientenmonitore

- In vielen Applikationen: versteckt, aber mit zentraler Funktion
- weg vom monolithischen, hin zum katalytischen System

Umfrageergebnisse: Aufgabenbereich



[Spr10]

Grenzen (heutiger) medizinischer Expertensysteme

- Eng begrenzte, spezialisierte Anwendungsdomäne
  - Kein Allgemeinwissen -> Gefahr der Vernachlässigung psychischer und sozialer Aspekte, keine umfassende Situationsbeurteilung
  - Kliff-Effekt -> abrupter Leistungsabfall abseits der Anwendungsdomäne -> unberechenbar am Ende des Kompetenzbereiches

- Kaum Repräsentation von Tiefenwissen
  - -> Krankheiten oft nur als Assoziation von Symptomen und Befunden repräsentiert (Oberflächenwissen)

- Keine / geringe Lernfähigkeit
  - -> Wissensbasis muss laufend (manuell?) aktualisiert werden

Ausführlich: Georg Marckmann in [Ma03, Tabelle auf S.115]

Verantwortung der Entwickler

- **Stärken der Verantwortungsfähigkeit der späteren Systemnutzer**
  - Realistische Einschätzung der Leistungsfähigkeit vermitteln, d.h. auch unrealistische Erwartungen korrigieren
  - Benutzer auf Risiken des Systemeinsatzes vorbereiten (Kompetenzgrenzen)
  - Kontinuierliche Schulung anbieten
  - Warnen vor unbewusster Verlagerung der Verantwortung

- **Größte Sorgfalt bei Konzeption, Entwicklung und Wartung**
  - Vorkehrung für Schutz und Sicherheit der Systeme
  - Fehler umgehend beheben, ggf. Revisionen oder sogar Systemeinsatz beenden

Sie fragen sich sicher …

- Was sind Besonderheiten medizinischen Wissens?
- Welche Arten medizinischen Wissens gibt es?
- Wo werden WBS in der Medizin eingesetzt?
- Was sind Grenzen heutiger Systeme?

Teil 3

MEUS und Beispiele

Medizinische Entscheidungsunterstützende Systeme (MEUS)

DECISION-SUPPORT SYSTEMS

A *medical decision-support system* is any computer program designed to help health professionals make clinical decisions.

Shortliffe, 1987

[Sho87]

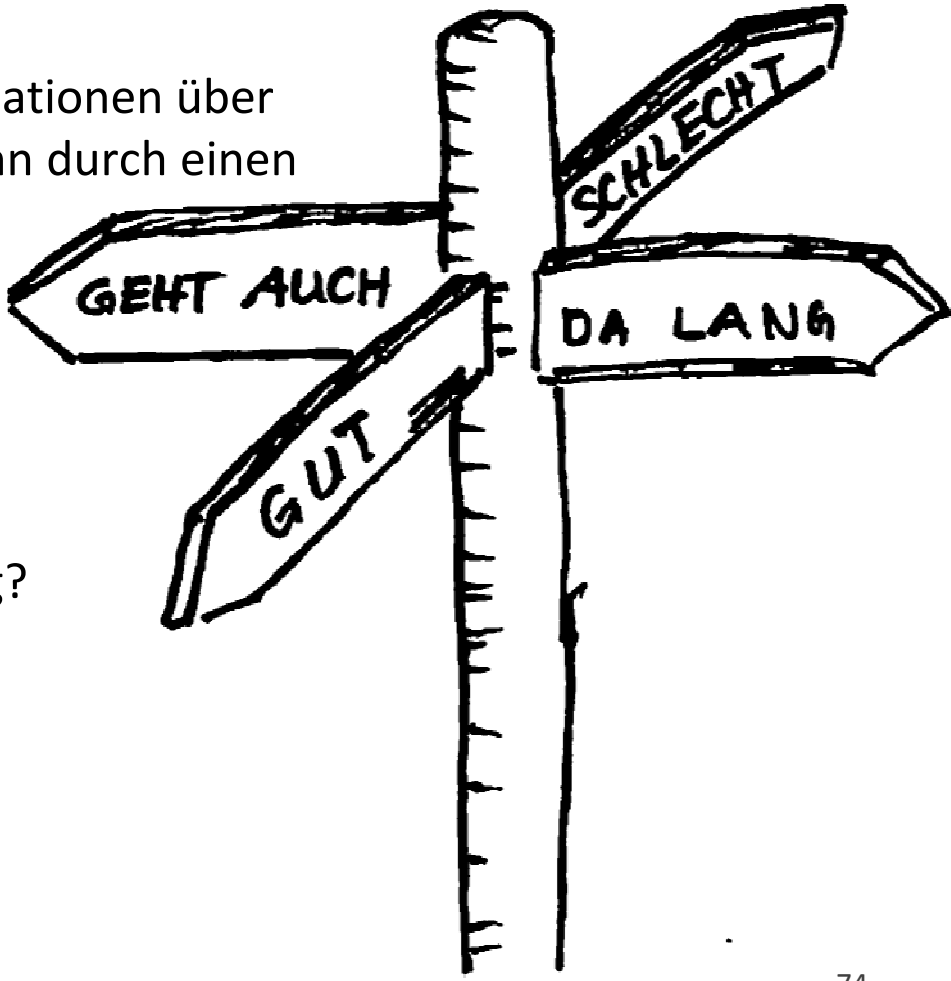
Zwei Arten wissensverarbeitender Funktionen:

- Entscheidungsunterstützung
- Entscheidungsmonitoring

Entscheidungsunterstützung

Entscheidungsunterstützende Funktionen setzen in einem frühen Stadium des menschlichen Entscheidungsprozesses an.

Der Mensch muss dem System in der Regel Vorinformationen über seine **Entscheidungssituation** liefern und wird dann durch einen **Entscheidungsvorschlag** vom System bei der Festlegung **seines** Handlungsplans unterstützt.



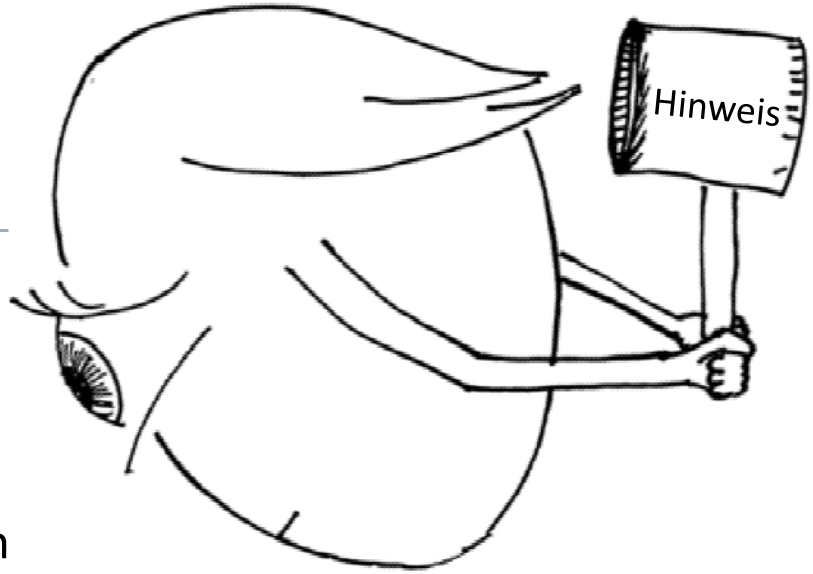
Beispiel: Diagnosesystem

Was empfehlen Sie einer Entscheidungsunterstützung?

- „Sei ……“

Prokosch, Gießen, 1994

Entscheidungsmonitoring



„Mit dem Begriff **Entscheidungsmonitoring** bezeichnet man Funktionen, die vom Anwender bereits getroffene Entscheidungen im Hintergrund überwachen. Solange die vom Anwender getroffenen Entscheidungen durch das im System definierte Expertenwissen abgesichert ist, nimmt er die Ausführung der Monitoringfunktionen nicht wahr.

Diese werden lediglich dann nach außen hin aktiv, wenn sie einen Verstoß gegen das gespeicherte Expertenwissen feststellen. In einem solchen Fall können sie den Anwender über das vorliegende Problem informieren und somit diesen dazu **anregen**, die getroffene Entscheidung noch einmal zu überdenken.“

Was empfehlen Sie einem Entscheidungsmonitoring?

„Sei ……“

[Prokosch]

Medizinische Entscheidungsunterstützende Systeme (MEUS)

Vorbereiten der Entscheidung

Entscheidungsunterstützung: Sei hilfreich

- Interpretationshilfen: Visualisierung, Interpretation und Bewertung von Messdaten (EKG, OCT..), Zugriff auf Studien
- Erklärte Vorschläge: Untersuchung, Therapie, Arzneimittel, Testanforderung
- Variantenanalyse: Kosten, Nutzen und Risiko einer Anordnung, Leitlinien und Richtlinien, ähnliche Fälle, Szenarien, Prozessrisiko
- Intelligente Eingabe: Maskenanpassung, Dosisberechnung

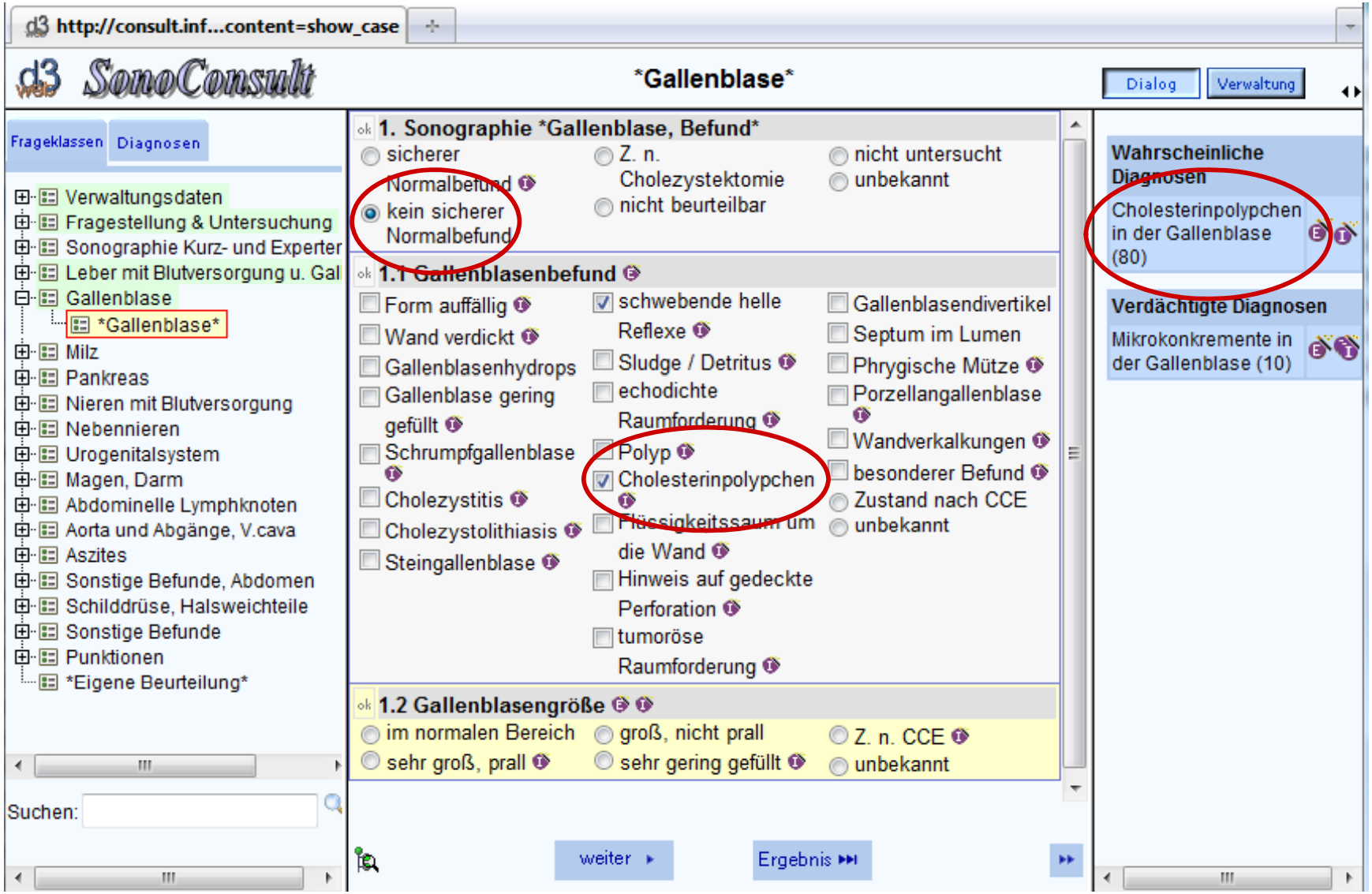
Prüfen der Entscheidung

Entscheidungsmonitoring: Sei schweigsam

- Warnungen: kritische Laborwerte, Arzneimittelneben- oder Wechselwirkungen, Widersprüche zu lokalen Leitlinien, Überprüfung auf Allergien, notwendige Dosisanpassung nach Laborergebnissen, unpassendes Symptom, seltene Krankheit
- Erinnerungen: Prävention (Impfauffrischung), ausstehende Arbeitsschritte

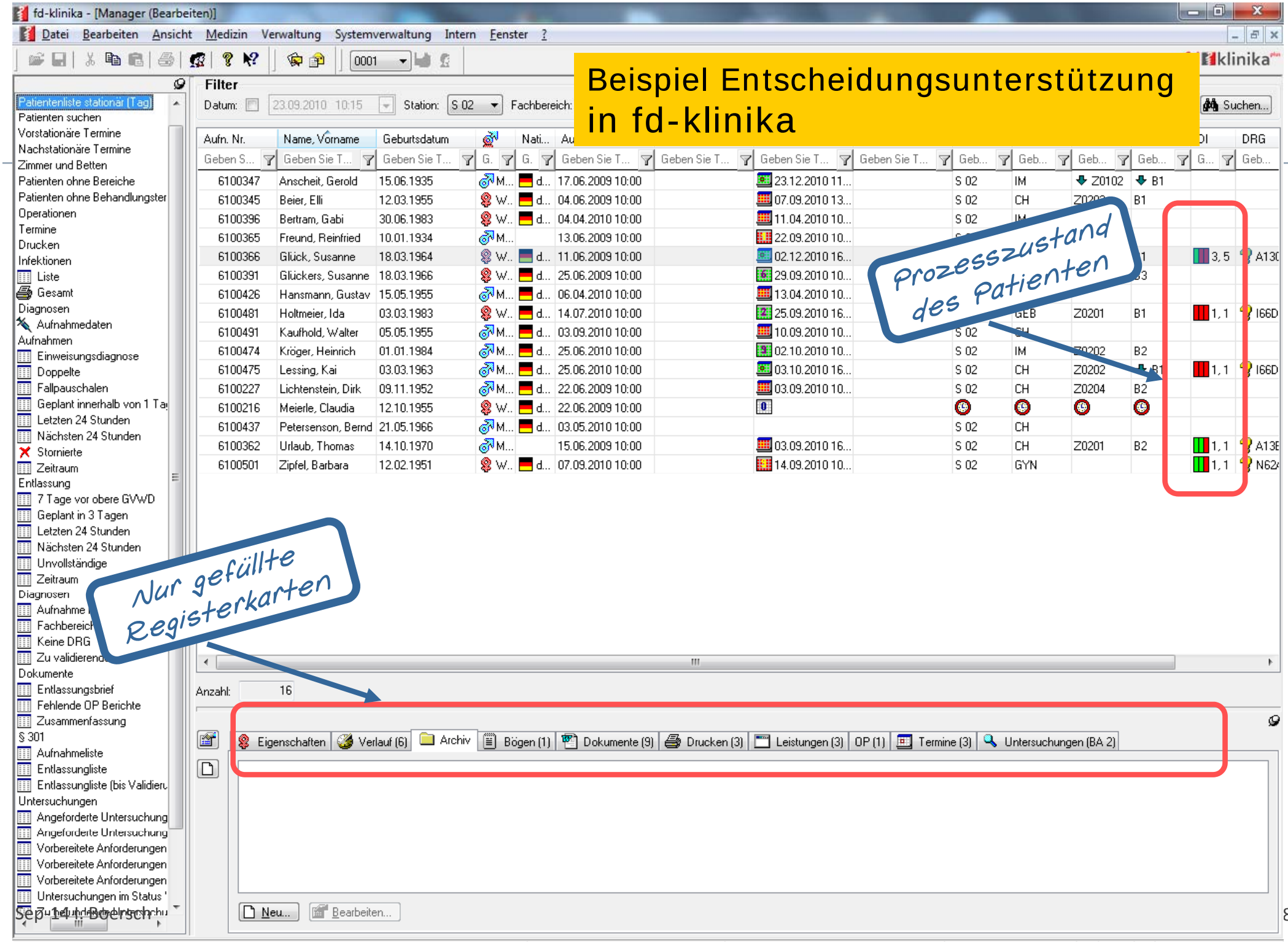
Beispiel Entscheidungsunterstützung

Diagnosesystem: Sonoconsult, 2004, d3web



http://www.medicoconsult.de/wiki/SonoConsult#Wozu_SonoConsult_dient

Beispiel Entscheidungsunterstützung in fd-klinika



Beispiel

MEU in fd-klinika / ID DIACOS - Typen

- WIE = Wiedernutzen von Daten zum Vermeiden doppelter Eingabe
- VIS = Visualisierung / Markierung zur schnellen Übersicht
- USE = Nutzermodellierung, Vorlieben, Einstellungen
- RED = Informationsreduktion, Weglassen unwichtiger Sachverhalte, dynamische Maskenanpassung bei Auswahl
- AUS = Ausfüllhilfen in Form einfacher Vorschlagslisten, Suche, Berechnungen
- EVE = Ereignisse lösen Aktionen aus

- ANA = Ähnliche Fälle zur Entscheidungsunterstützung
- EMO = Entscheidungsmonitoring, Warnhinweise
- SEM = Ausfüllhilfen, die vermutlich semantische Modellierung benötigen
- SZE = Modellieren verschiedener Szenarien zur EU
- DIA = Finden einer Diagnose durch Interview
- THE = Vorschlag einer Therapie zu einer Diagnose

Komplexität

Beispiel

MEU in fd-klinika / ID DIACOS - konkret

WIE Kontakte : überweisender Arzt + Adresse -> später im Arztbrief

VIS Patientenliste Kalendericon: grün = zukünftige Entlassung, rot =abgelaufen
Patientenliste DI Diagnosefortschritt: 3 Balken rot/grün
Aufnahme: rote Markierung von Pflichtfeldern und –registern
Aufnahme: freitextlicher Überallhinweis

USE persistente Nutzereinstellungen, bspw. Spaltensortierung, -auswahl

RED Patientenakte: Menge der angezeigten Registerkarten abh. von Patientendaten
Aufnahme: Behandlungsform bestimmt Menge der Registerkarten zur Erfassung
Aufnahme: Fachbereich bestimmt Stationsauswahl
Untersuchungsanforderung: Funktionsbereich bestimmt Untersuchungsbaum

AUS Aufnahme: Abb. Vorname zu Geschlecht
Aufnahme: Abb. PLZ zu Ort
Aufnahme: Arztsuche durch lebenslange Arztnummer LANR oder xxx-Nummer im gleichen Feld
Aufnahme: Suche des Kostenträgers F7 in Krankenkassen-Liste
Eingabe Datum als j (jetzt), g (gestern), ü, v, m
Untersuchungsanforderung: Fragestellung durch Textbausteine
Untersuchungsanforderung: Untersuchungsketten weiterführender Unt.
Untersuchungsdurchführung schlägt OPS-Schlüssel vor
Durchschnittliche Verweildauer DVWD nach Arbeits-DRG (Plan) berechnen
OP: OP-Arten -> Vorbelegung der Felder wie Operationsdauer, Anästhesie, Material, OPS
OP: manuelle Teamauswahl aus a) Liste oder b) aus Vor-Op
Diacos: Navigation in ICD mit a) Baum b) Fassetten (graphisch) c) Suche d) Experteninterview (SemGuide)

EVE Aufnahmeereignis löst Aktionen aus, bspw. HL7-Nachricht, Etikettendruck

Beispiel

MEU in fd-klinika / ID DIACOS - konkret

ANA	Suche entlassener Patienten mittels ICD, OPS, DRG
EMO	Prüfung der ICD-Eingabe patientenunabhängig (exotische K., Meldepflicht) und -abhängig (Geschlecht, Alter) -> Warnungen und Fehler
SEM	Befundeingabe durch Spracherkennung (möglich, Nuance)
	OP: Suche sinnvoller OPS-Codes zu geg. ICD-Diagnosen in DIACOS
	Medikamentenmodul (geplant) mit Kontraindikationen, Verträglichkeiten
	Diacos: Prüfung auf Diagnoseverträglichkeit (wo?)
SZE	Simulation von DRG-Szenarien (Wahl Hauptdiagnose, zusätzliche Diagnose)
	Validierungsanalyse findet offene Prozess-Schritte
DIA	DIACOS SemGuide: Experten zu Dekubitus, Anämie, Diabetes …
THE	DIACOS, Graphik: Pathologieauswahl bspw. Luxation Ellenbogen -> Vorschlag Behandlungsauswahl, bspw. Arthroskopie

Übung

fd-klinika - [Manager (Bearbeiten)]

Datei Bearbeiten Ansicht Medizin Verwaltung Systemverwaltung Intern Fenster ?

0001

fdklinika

Patientenliste stationär (Tag)
Patienten suchen
Vorstationäre Termine
Nachstationäre Termine
Zimmer und Betten
Patienten ohne Bereiche
Patienten ohne Behandlungster
Operationen
Termine
Drucken
Infektionen
Liste
Gesamt
Diagnosen
Aufnahmedaten
Aufnahmen
Einweisungsdiagnose
Doppelte
Fallpauschalen
Geplant innerhalb von 1 Ta
Letzten 24 Stunden
Nächsten 24 Stunden
Stornierte
Zeitraum
Entlassung
7 Tage vor obere GVWD
Geplant in 3 Tagen
Letzten 24 Stunden
Nächsten 24 Stunden
Unvollständige
Zeitraum
Diagnosen
Aufnahme
Fachbereich
Keine DRG
Zu validieren
Dokumente
Entlassungsbrief
Fehlende OP Berichte
Zusammenfassung
§ 301
Aufnahmeliste
Entlassungliste
Entlassungliste (bis Validieru
Untersuchungen
Angeforderte Untersuchung
Angeforderte Untersuchung
Vorbereitete Anforderungen
Vorbereitete Anforderungen
Vorbereitete Anforderungen
Untersuchungen im Status '
Zu befundende Untersuchu

Filter

Datum: 23.09.2010 10:15 Station: S 02 Fachbereich: - Alle - Alle Behandlungsformen Suchen...

Aufn. Nr.	Name, Vorname	Geburtsdatum		Nati...	Aufnahme (Fall)	Aufnahme (Term...	Entlassung (Fall)	Entlassung (Ter...	Station	Fachber...	Zimmer	Bett	DI	DRG
6100347	Anscheit, Gerold	15.06.1935	M...	d...	17.06.2009 10:00		23.12.2010 11...		S 02	IM	Z0102	B1		
6100345	Beier, Elli	12.03.1955	W..	d...	04.06.2009 10:00		07.09.2010 13...		S 02	CH	Z0202	B1		
6100396	Bertram, Gabi	30.06.1983	W..	d...	04.04.2010 10:00		11.04.2010 10...		S 02	IM				
6100365	Freund, Reinfried	10.01.1934	M...		13.06.2009 10:00		22.09.2010 10...		S 02					
6100366	Glück, Susanne	18.03.1964	W..	d...	11.06.2009 10:00		02.12.2010 16...					B1	3, 5	A13
6100391	Glückers, Susanne	18.03.1966	W..	d...	25.06.2009 10:00		29.09.2010 10...					3		
6100426	Hansmann, Gustav	15.05.1955	M...	d...	06.04.2010 10:00		13.04.2010 10...							
6100481	Holtmeier, Ida	03.03.1983	W..	d...	14.07.2010 10:00		25.09.2010 16...				Z0201	B1	1, 1	I66D
6100491	Kaufhold, Walter	05.05.1955	M...	d...	03.09.2010 10:00		10.09.2010 10...			CH				
6100474	Kröger, Heinrich	01.01.1984	M...	d...	25.06.2010 10:00		02.10.2010 10...		S 02	IM	Z0202	B2		
6100475	Lessing, Kai	03.03.1963	M...	d...	25.06.2010 10:00		03.10.2010 16...		S 02	CH	Z0202	B1	1, 1	I66D
6100227	Lichtenstein, Dirk	09.11.1952	M...	d...	22.06.2009 10:00		03.09.2010 10...		S 02	CH	Z0204	B2		
6100216	Meierle, Claudia	12.10.1955	W..	d...	22.06.2009 10:00									
6100437	Petersenson, Bernd	21.05.1966	M...	d...	03.05.2010 10:00				S 02	CH				
6100362	Urlaub, Thomas	14.10.1970	M...		15.06.2009 10:00		03.09.2010 16...		S 02	CH	Z0201	B2	1, 1	A13E
6100501	Zipfel, Barbara	12.02.1951	W..	d...	07.09.2010 10:00		14.09.2010 10...		S 02	GYN			1, 1	N62

Anzahl: 16

Eigenschaften | Verlauf (6) | Archiv | Bögen (1) | Dokumente (9) | Drucken (3) | Leistungen (3) | OP (1) | Termine (3) | Untersuchungen (BA 2)

Neu... Bearbeiten...

V1004.00 Lizenz: Benutzer: statarzt (10:14 23.09.10) DSN: fdklinikaDEMO 23.09.2010 10:15:14

Prozesszustand des Patienten

Nur gefüllte Registerkarten

ID DIACOS® D2009 Patient: Glück, Susanne Fall-ID: 6100366

Datei Ansicht Wissen Optionen Extras Hilfe

ID Katalog-Text | Abbrechen | Sek.-Code | Diagnosen | Prozeduren | Dokumentieren | Übernahme (8)

Zurück | Patient | Kartei | Suche | Graphik | SEMGuide (1) | Info | News

Themen (2) | Thema neu beginnen

Schlaganfall/Hirninfarkt (Ätiologie, Lokalisation und ggf. Morphologie) (7)

Typ

TIA | STROKE (3)

akut | alt

Ätiologie	Komplikationen
intrakranielle Blutung (4)	Aphasie
epidurales Hämatom	epileptischer Anfall
intrazerebrale Blutung	Halbseitenparese (5)
Subarachnoidalblutung	Harninkontinenz
Subduralhämatom	Harnweginfektion
ischämischer Schlaganfall	Hemiplegie
	kognitive Funktionseinschränkung Barthel-Index

Lokalisation	Morphologie

Nebendiagnosen, Verfahren

Nebendiagnosen | Verfahren

- [x] Computertomographie (6)
- [ ] Komplexbehandlung
- [ ] Monitoring
- [ ] systemische Thrombolyse

IDLE | 8. Diagnose | ICD-10-GM 2009

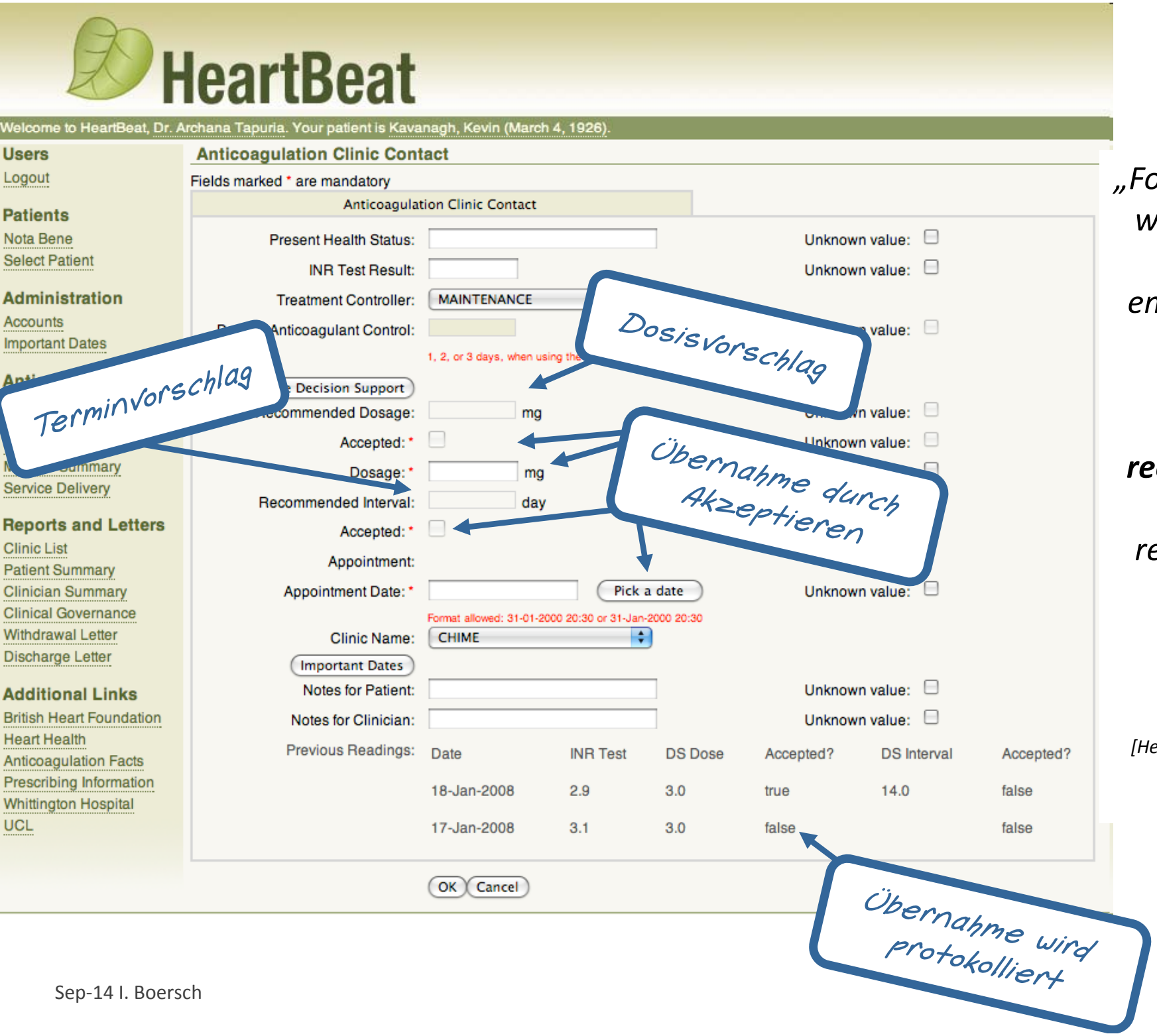
2 – Schlaganfallexperte
3,4,5 – Auswahl Diagnose
6 – Therapievorschlag
7 – ICD gefunden
8 – Diagnose annehmen

Beispiel Entscheidungsunterstützung und Entscheidungsmonitoring in HeartBeat

Clinical Benefits of an Embedded Decision Support System in Anticoagulant Control

Anticoagulant (engl.) = Blutverdünnungsmittel

Tony Austin, Shanghua Sun, Nathan Lea, Steve Iliffe, Dipak Kalra, David Ingram, David Patterson, World Academy of Science, Engineering and Technology 53, 2009
http://www.waset.org/journals/waset/v53/v53-174.pdf



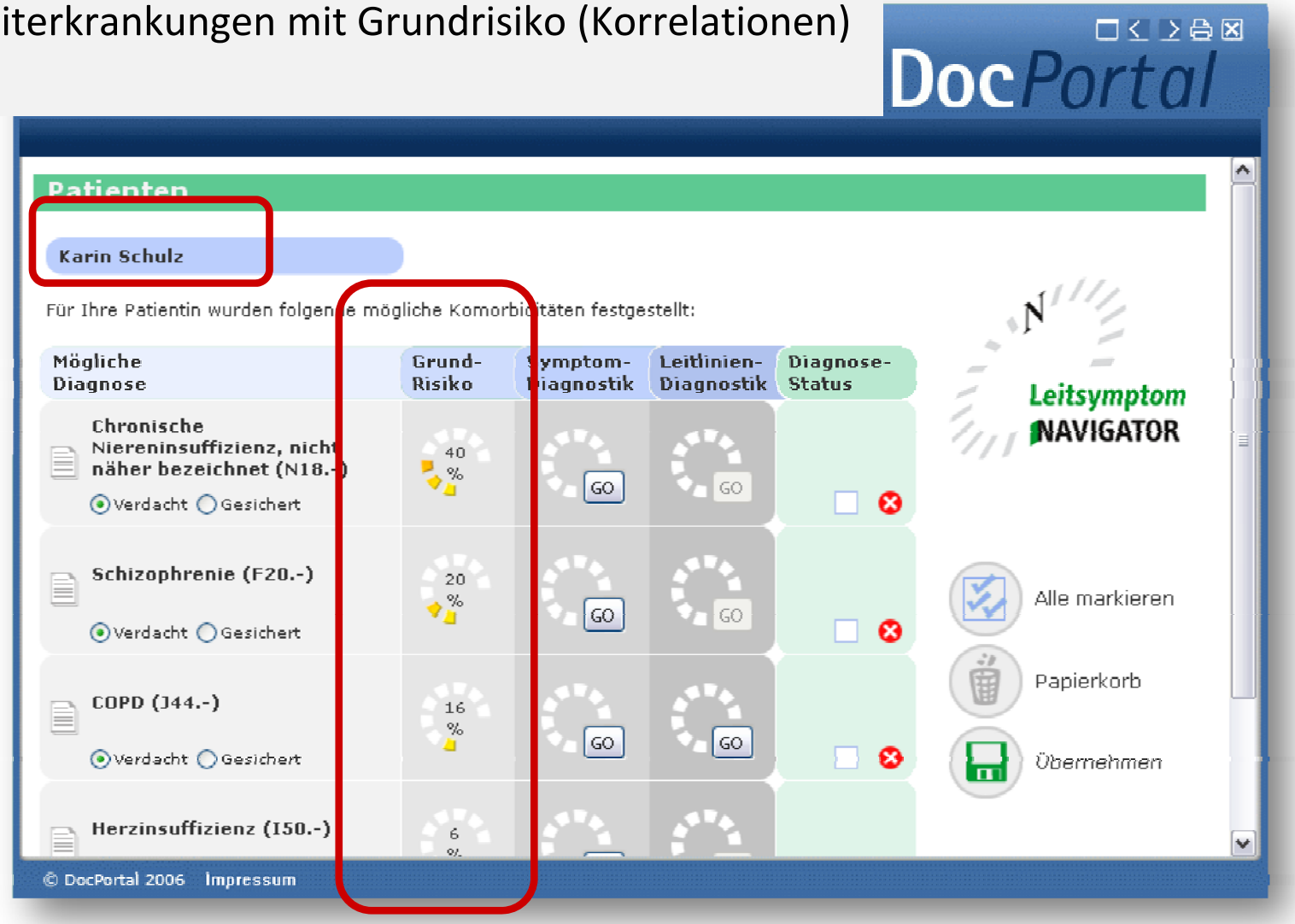
„For many users this page will be the main screen used during clinical encounters: to enter the INR value for today, and trigger decision support to obtain a ***recommended warfarin dose*** *and the recommended data for the next INR test and clinic visit. „*

[HeartBeat Anticoagulation System User Manual]

Komorbiditäten

(DocPortal, CompuGroup Medical AG)

- Niedergelassene Ärzte
- Mögliche Begleiterkrankungen mit Grundrisiko (Korrelationen)

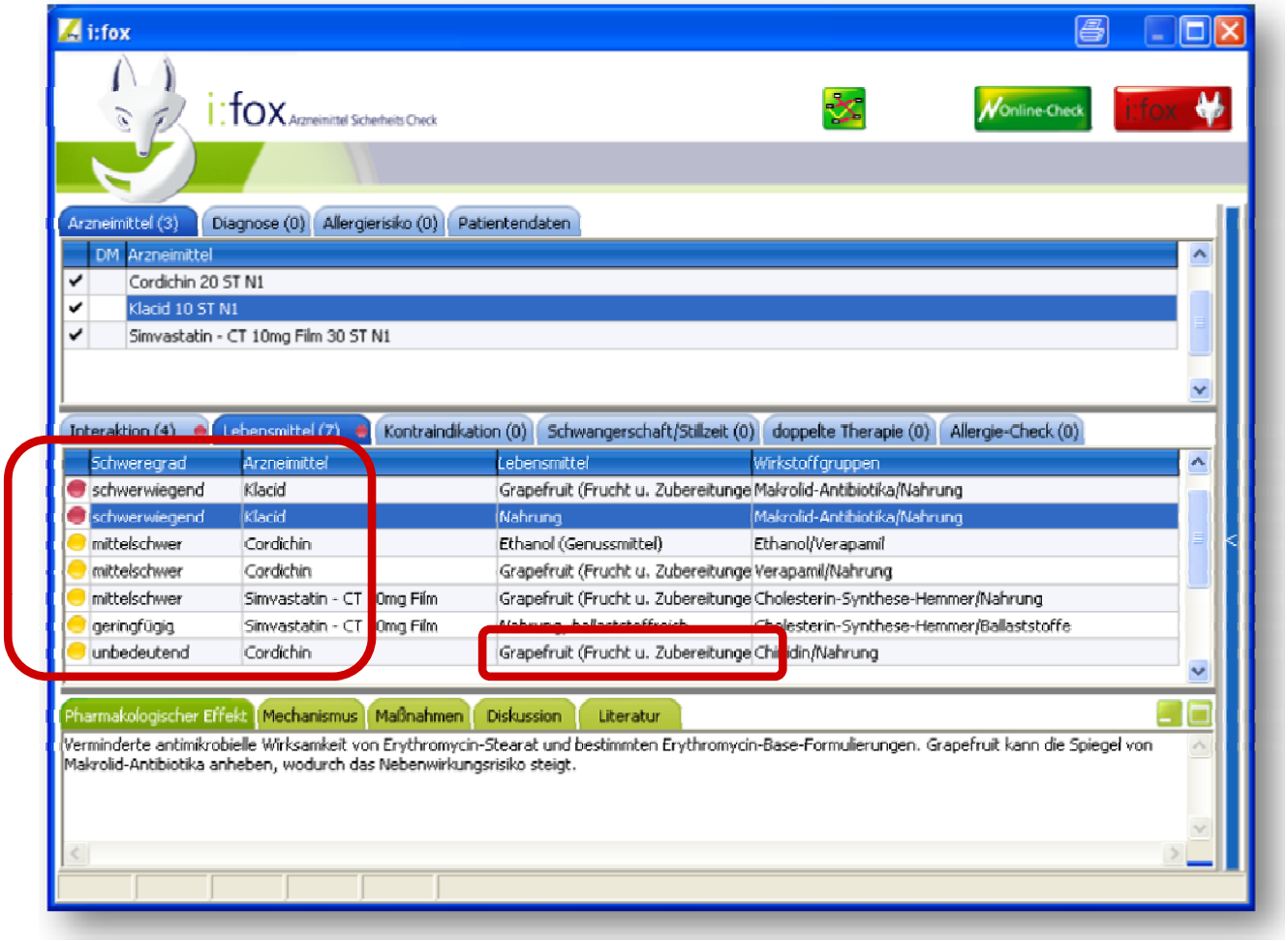


[Mit freundlicher Genehmigung, CompuGroup, MedPro2012]

Arzneimittel-Datenbank

(i:fox, CompuGroup Medical AG)

- Wechselwirkungen, Kontraindikationen, Ernährungsempfehlung, Allergien auf Wirkstoffbasis, Doppelverordnung gleicher Wirkstoffe -> Ampel
- auch als App für Patienten



[Mit freundlicher Genehmigung, CompuGroup, MedPro2012]

Webseite OpenClinical

- Übersicht über aktuell in der Klinik verwendete EUS

- *OpenClinical. Knowledge management for medical care.*
  http://www.openclinical.org/home.

Rückblick

- MEUS heißt …
- Zwei Arten wissensverarbeitender Funktionen in MEUS
- Beispiele für … und …
- „CDSS“ ?

Wie kommt das Wissen in die Wissensbasis?

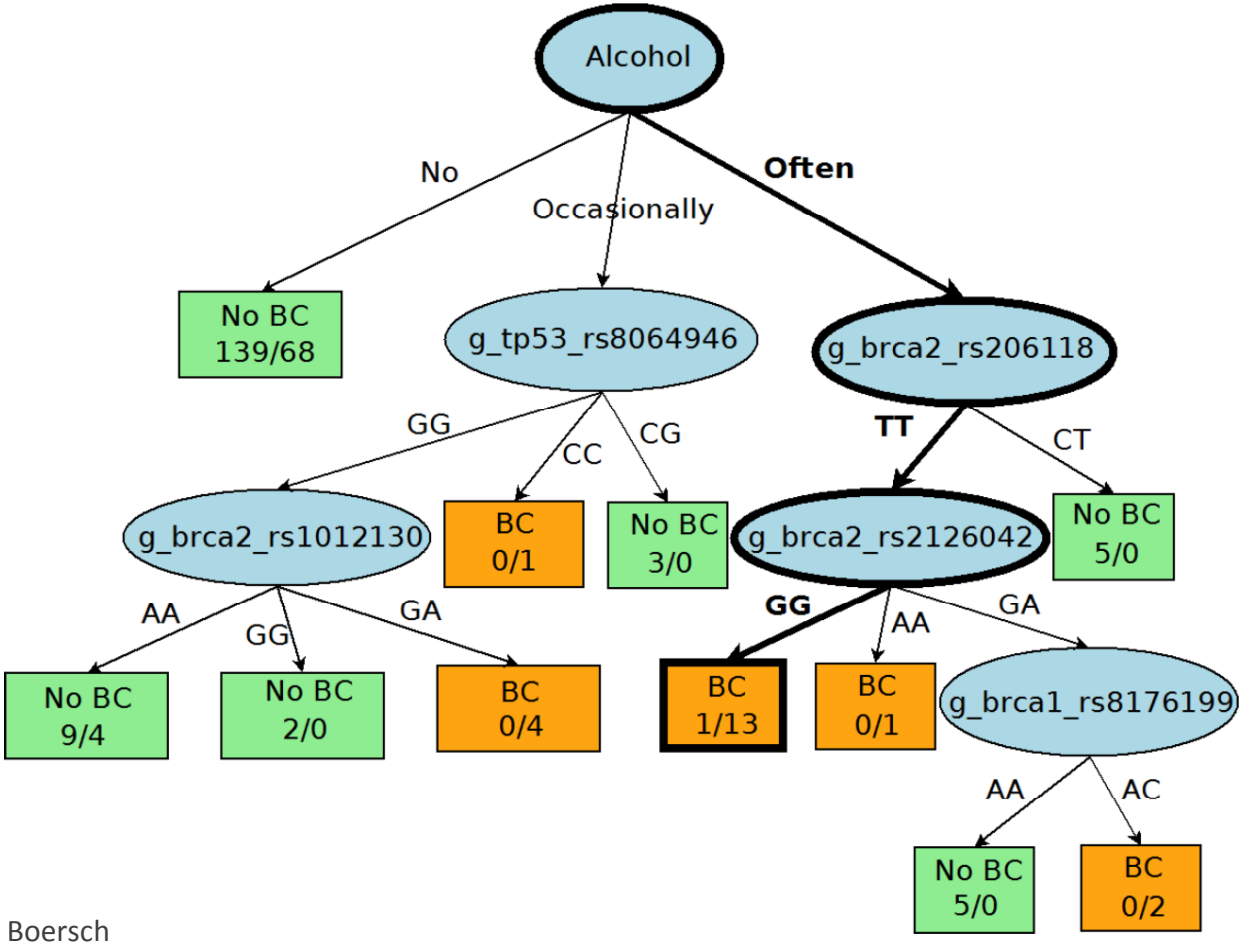
Wissensakquise:

- Eingabe durch **Experten**
- Befragen eines **Experten**, Auswertung von Studien
- Beobachten eines **Experten**
- **Modellieren** des Diskursbereiches
- **Lernen** aus Daten der Vergangenheit (Supervised Learning)
- **Lernen** durch Ausprobieren (Versuch und Irrtum, Reinforcement)

Beispiel : Erzeugen einer Wissensbasis durch maschinelles Lernen

Ein Lernalgorithmus (DT-Lerner) erstellt aus einer Datenmenge (258 Patientienen) ein Modell (Entscheidungsbaum)

- Welche Assoziation besteht zwischen 32 Gen-Markern (Single Nucelotide Polymorphism (SNP) von BRCA1, BRCA2 und TP53 Genen), Alkohol-, Tabakkonsum und dem Brustkrebsrisiko?



Quelle:
Anunciaçao, O., Gomes, B. C., Vinga, S., Gaspar, J., Oliveira, A. L., & Rueff, J. (2010). **A Data Mining Approach for the Detection of High-Risk Breast Cancer Groups**. In Advances in Bioinformatics (pp. 43-51). Springer Berlin Heidelberg.

Klassifikation

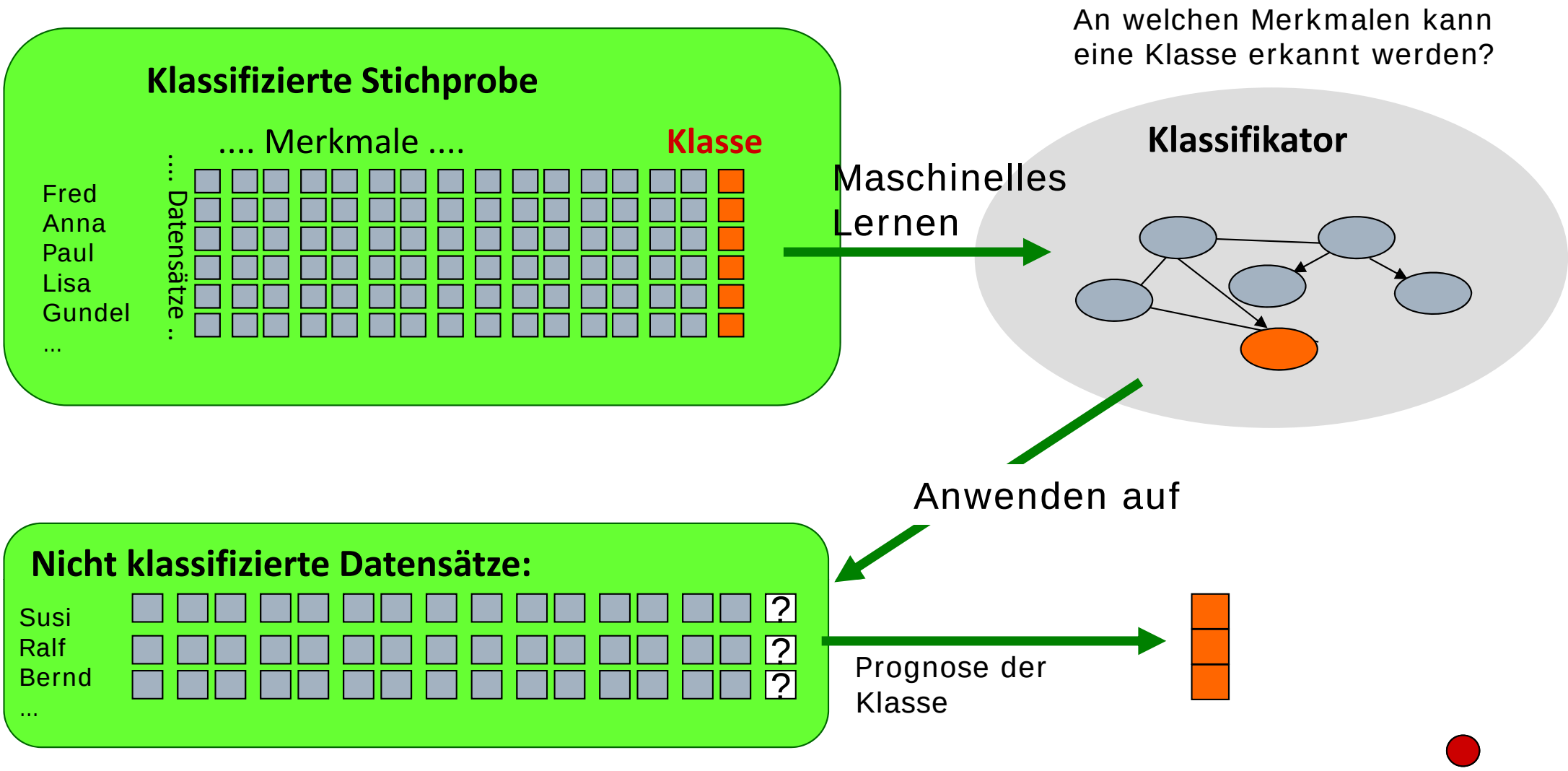
- Lernverfahren nimmt eine Menge klassifizierter Beispiele entgegen, aus denen es lernen soll, unbekannte Beispiele zu klassifizieren.

- Gegeben: Klassifizierte Stichprobe
- Gesucht: Modell zum Beschreiben und Vorhersagen von Klassen

- Gut lesbare Modelle:
  - Entscheidungsbäume, Regelmengen, Bayessche Netze, Fuzzy-Systeme …

- Andere:
  - Neuronale Netze, logische Ausdrücke, SVM …

Ablauf: Erlernen eines Klassifikators



Herzinfarkterkennung in der Notaufnahme in UK

- Patienten mit Brustschmerz in Notaufnahme in *Edinburgh (*1252) *und Sheffield (500)*
- Daten werden erfasst und ausgewertet
- 45 Merkmale:
  age, smoker, ex-smoker, family history of MI, diabetes, high blood pressure, lipids, retrosternal pain, chest pain major symptom, left chest pain, right chest pain, back pain, left arm pain, right arm pain, pain affected by breathing, postural pain, chest wall tenderness, sharp pain, tight pain, sweating, shortness of breath, nausea, vomiting, syncope, episodic pain, worsening of pain, duration of pain, previous angina, previous MI, pain worse than prev. Angina, crackles, added heart sounds, hypoperfusion, heart rhythm, left vent. hypertrophy, left bundle branch block, ST elevation, new Q waves, right bundle branch block, ST depression, T wave changes, ST or T waves abnormal, old ischemia, old MI, sex
- Woran erkennt man den Herzinfarkt (MI)?
- -> Entscheidungsbaum

[TFLK98]

Ergebnisbaum Herzinfarkterkennung
Liegt ein Herzinfarkt vor?

- ST elevation = JA: JA!
- ST elevation = NEIN:
- | New Q waves = JA: JA!
- | New Q waves = NEIN:
- | | ST depression = NEIN: NEIN
- | | ST depression = JA:
- | | | Old ischemia = JA: NEIN
- | | | Old ischemia = NEIN:
- | | | | Family history of MI = JA: JA!
- | | | | Family history of MI = NEIN:
- | | | | | age <= 61 : JA!
- | | | | | age > 61 :
- | | | | | | Duration of pain (hours) <= 2 : NEIN
- | | | | | | Duration of pain (hours) > 2 :
- | | | | | | | T wave changes = JA: JA!
- | | | | | | | T wave changes = NEIN:
- | | | | | | | | Right arm pain = JA: NEIN
- | | | | | | | | Right arm pain = NEIN:
- | | | | | | | | | Crackles = NEIN: NEIN
- | | | | | | | | | Crackles = JA: JA!

Gute Nachricht:
Nur noch maximal
10 Merkmale
abzufragen

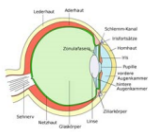
Sensitivity = 81.4%
Specificity = 92.1%
PPV = 72.9%
Accuracy = 89.9%

Abschlussarbeit
Sebastian Bischoff

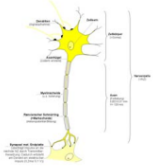
Konzeption und Umsetzung einer RIA zur untersuchungsbegleitenden Erfassung von RNFLT-Scans und Untersuchung von Klassifikatoren für die diagnostische Unterstützung bei neurodegenerativen Erkrankungen am Beispiel der Multiplen Sklerose

**RNFLT = Retinal nerve fibre layer thickness*

FACHHOCHSCHULE BRANDENBURG
FACHBEREICH INFORMATIK UND MEDIEN



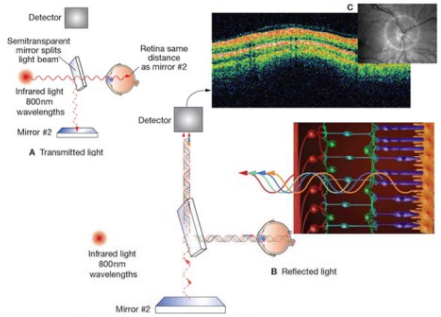
Konzeption und Umsetzung einer RIA zur untersuchungsbegleitenden Erfassung von RNFLT-Scans und Untersuchung von Klassifikatoren für die diagnostische Unterstützung bei neurodegenerativen Erkrankungen am Beispiel der Multiplen Sklerose.



Verfasser: Sebastian Bischoff

Aufgabenstellung

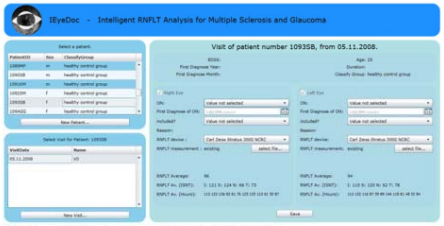
Die retinale Nervenfaserschichtdicke (engl.: retinal nerve fiber layer thickness, RNFLT) ist ein moderner Parameter in der Augendiagnostik. Mittels optischer Kohärenztomographie (engl.: optical coherence tomography, kurz OCT) wird hierbei in einem Augen-Laserscan die Faserdicke der Augennerven in 256 radialen Einzelmesswerten bestimmt. Die RNFLT zeigt dabei spezifische Veränderungen in verschiedenen Krankheitsbildern und hält zunehmend Einzug in die Routinediagnostik.
Im Rahmen einer Studie sollen Modelle zum Vergleich der RNFLT-Veränderungen bei Patienten mit unterschiedlichen Erkrankungen gegenüber Kontrollmessungen bei gesunden Probanden bestimmt werden. Bisherige Vergleichsmethoden umfassen lediglich die mittlere Abnahme der Messwerte und berücksichtigen nicht typische Kurvenveränderungen. Im Rahmen dieser Abschlussarbeit sollen diese Messungen zuerst elektronisch erfasst, verarbeitet und die Auswertungen online verfügbar gemacht werden. Mit Hilfe von Kurvenanalyse und dem Einsatz von Methoden des maschinellen Lernens sollen genauere Lösungen für dieses Klassifikationsproblem entwickelt werden.



Funktionsweise eines OCT-Gerätes mit einer Aufnahme des Augenhintergrundes und einer grafischen Darstellung einer RNFLT-MeMessung.

Dateneingabe

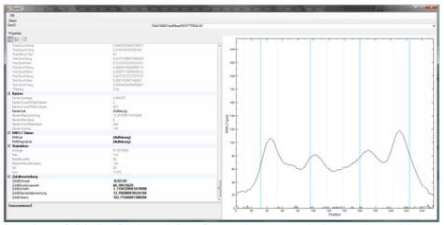
Zur Datenerfassung der Studie, entstand eine Silverlight-Anwenung, die für die Eingabe, Verwaltung und Anzeige von Messungen und Auswertungen zuständig ist. Sie kommuniziert asynchron mit der Datenbank über einen WCF-Service.
Die flache Oberfläche bietet einen schnellen Einblick auf alle Daten und ist somit untersuchungsbegleitend nutzbar. Zur Vermeidung von Fehleingaben besteht die Oberfläche nahezu ausschließlich aus Auswahlfeldern. Dies war ein großer Vorteil bei der Datenbereinigung.



Screenshot von IEyeDoc, der Eingabe- und Auswertungs-Weboberfläche

Datenerweiterung

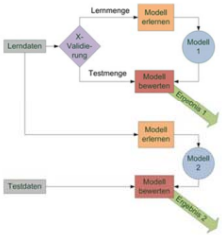
Zur Generierung neuer Attribute, entstand ein weiteres Programm. Dieses Verwendet Ansätze der Kurvendiskussion, Stochastik und Bildverarbeitung um neue Attribute aus den vorhandenen Daten abzuleiten. Es generiert zu allen Messungen die neuen Attribute und verfügt über die Möglichkeit generierte Kurven auch grafisch anzuzeigen.



Screenshot von RnfltAttributeCalculator, mit diesem Programm kann man neue Attribute generieren und sie miteinander vergleichen.

Datenauswertung

Das Erlernen der Klassifizierer, erfolgte mit dem frei verfügbaren Data-Mining-Program RapidMiner. Hierbei wurden die 523 bereits durch die Eingabesoftware erfassten Datensätze mit ihren je 199 generierten Attributen ausgewertet. Das Auswerten erfolgte nach einer festen Strategie, die in der nebenstehenden Abbildung zu betrachten ist.
Es wurde der Naive Bayes Algorithmus, sowie lineare und polynominale Support Vector Machines zum erlernen der Modelle untersucht, sowie verschiedene Möglichkeiten der Attributauswahl getestet, dies reicht von einer zufälligen Auswahl bis hin zu einer Auswahl anhand von Signifikanztests.



Ergebnisse

Als Ergebnis der Datenanalyse entstanden mehrere Klassifizierer. Der Ansatz, der auf einer Support Vector Machine mit linearem Kernel basiert, erreichte eine Sensitivität von 43 % bei einer Spezifität von 98%. Diese Ergebnisse wurden mit einer Attributauswahl nach dem Chi-Quadrat-Test erreicht, dieses ist 34,4 % besser als mit einer herkömmlichen Attributauswahl, die nur die mittlere Abnahme der Messwerte berücksichtigt.

			Ergebnis 1			Ergebnis 2		
Name des Versuchs	Attribute	Verfahren	AUC	95%	98%	AUC	95%	98%
0001	1	SVM linear	0,737	37,00	33,00	0,817	36,00	36,00
1001	2	SVM linear	0,748	39,00	32,50	0,818	39,00	32,00
2001	3	SVM linear	0,751	40,00	34,00	0,790	43,00	43,00
3001	4	SVM linear	0,756	38,00	32,00	0,773	39,00	34,50
0002	1	Bayes	0,733	39,00	27,50	0,796	39,00	39,00
1002	2	Bayes	0,745	40,00	34,00	0,808	36,00	34,50
2002	3	Bayes	0,745	39,00	37,50	0,770	41,00	39,00
3002	4	Bayes	0,759	41,00	34,00	0,809	45,00	39,00
0003	1	SVM poly	0,702	25,00	08,00	0,703	15,50	02,50
1003	2	SVM poly	0,752	39,00	35,00	0,817	40,50	32,00
2003	3	SVM poly	0,754	39,00	33,00	0,794	45,00	39,00
3003	4	SVM poly	0,753	41,00	34,00	0,775	40,50	36,00

Tabelle mit den Ergebnissen der Datenauswertung, der Vergleich bezieht sich auf die rot markierten.

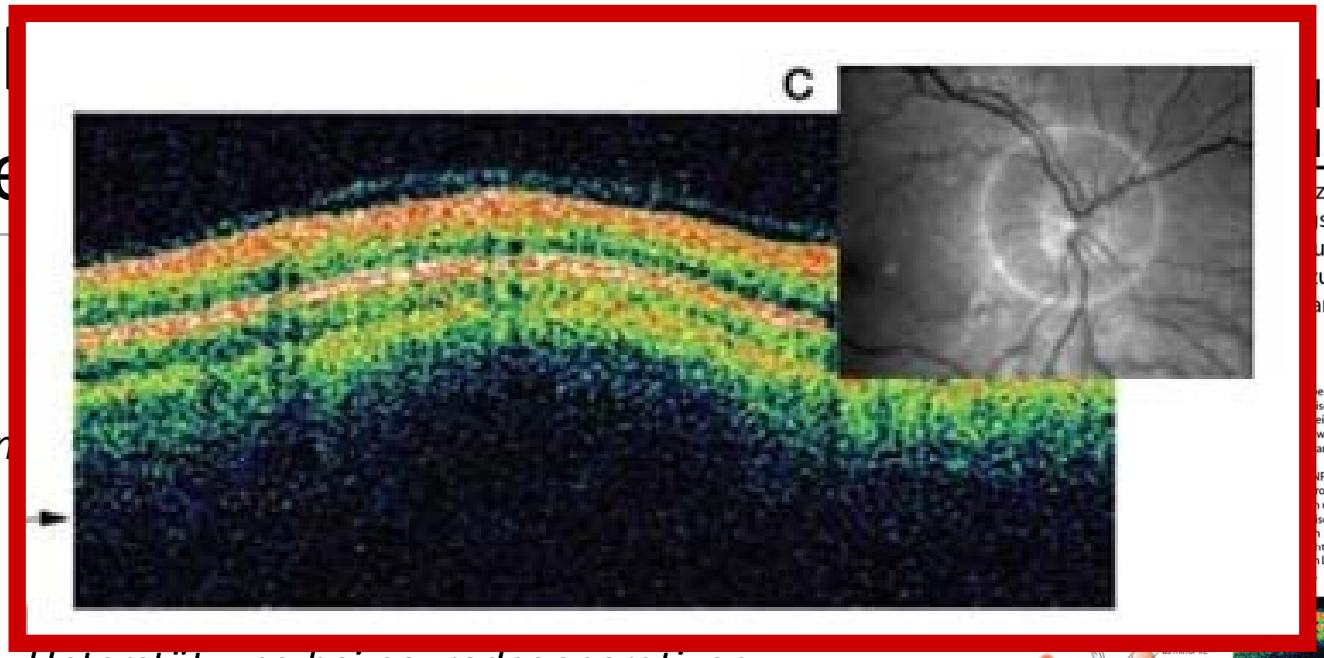
Ausblick

Die Technik der OCT ist im Vergleich zu anderen Techniken in der Medizin noch recht jung, weshalb sie ständig weiterentwickelt wird. Zur Zeit sind schon Nachfolger der Geräte im Einsatz. Diese können eine detailliertere und wesentlich störungsfreiere Aufnahme realisieren. Eine weitere Verbesserung der Ergebnisse durch die neuen Messgeräte ist deshalb zu erwarten.
Für den klinischen Einsatz in der Medizin reichen die Ergebnisse noch nicht aus. Dennoch verbessert die Auswertung mittels Verfahren der Mathematik und Informatik die Ergebnisse momentan schon um rund ein Drittel. Mit fortschreitender Verbesserung der Messgeräte und der Auswertung der Messungen, kann dieses Verfahren in der Zukunft das MRT in der Diagnose der MS ergänzen. Somit kann dies die Grundlage für eine preiswerte und massentaugliche Verlaufsdiagnose der MS werden.

Betreuer: Dipl. Inform. Ingo Boersch
Master of Science Sebastian Mansow-Model

Abgabe: 02.11.2009

Al
Se



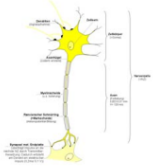
Kon

Unterstützung bei neurodegenerativen Erkrankungen am Beispiel der Multiplen Sklerose

**RNFLT = Retinal nerve fibre layer thickness*

HOCHSCHULE BRANDENBURG
BEREICH INFORMATIK UND MEDIEN

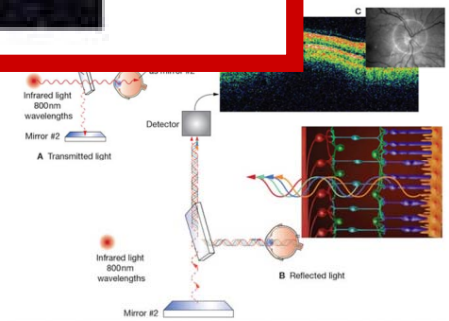
zeption und Umsetzung einer RIA zur
sbegleitenden Erfassung von RNFLT-Scans und
ung von Klassifikatoren für die diagnostische
tung bei neurodegenerativen Erkrankungen
am Beispiel der Multiplen Sklerose.



Verfasser: Sebastian Bischoff

er layer thickness, RNFLT) ist
ischer Kohärenztomographie
ei in einem Augen-Laserscan
werten bestimmt. Die RNFLT
ankheitsbildern und hält zu-

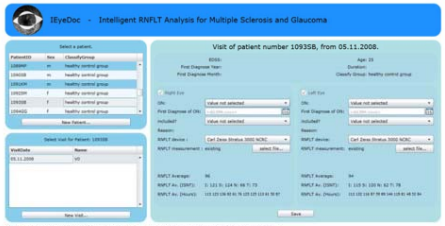
NFLT-Veränderungen bei Pati-
rollmessungen bei gesunden
umfassen lediglich die mitt-
sche Kurvenveränderungen.
zuerst elektronisch erfasst,
t werden. Mit Hilfe von Kur-
Lernens sollen genauere Lö-



Funktionsweise eines OCT-Gerätes mit einer Aufnahme des Augenhintergrundes und einer grafischen Darstellung einer RNFLT-MeMessung.

Dateneingabe

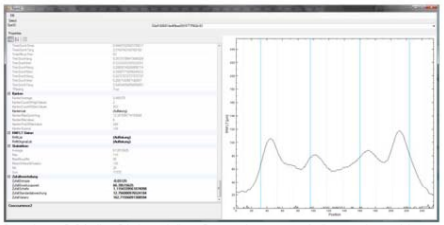
Zur Datenerfassung der Studie, entstand eine Silverlight-Anwenung, die für die Eingabe, Verwaltung und Anzeige von Messungen und Auswertungen zuständig ist. Sie kommuniziert asynchron mit der Datenbank über einen WCF-Service.
Die flache Oberfläche bietet einen schnellen Einblick auf alle Daten und ist somit untersuchungsbegleitend nutzbar. Zur Vermeidung von Fehleingaben besteht die Oberfläche nahezu ausschließlich aus Auswahlfeldern. Dies war ein großer Vorteil bei der Datenbereinigung.



Screenshot von IEyeDoc, der Eingabe- und Auswertungs-Weboberfläche

Datenerweiterung

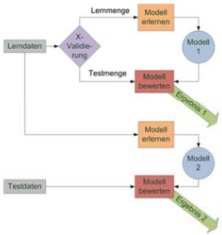
Zur Generierung neuer Attribute, entstand ein weiteres Programm. Dieses Verwendet Ansätze der Kurvendiskussion, Stochastik und Bildverarbeitung um neue Attribute aus den vorhandenen Daten abzuleiten. Es generiert zu allen Messungen die neuen Attribute und verfügt über die Möglichkeit generierte Kurven auch grafisch anzuzeigen.



Screenshot von RnfltAttributeCalculator, mit diesem Programm kann man neue Attribute generieren und sie miteinander vergleichen.

Datenauswertung

Das Erlernen der Klassifizierer, erfolgte mit dem frei verfügbaren Data-Mining-Program RapidMiner. Hierbei wurden die 523 bereits durch die Eingabesoftware erfassten Datensätze mit ihren je 199 generierten Attributen ausgewertet. Das Auswerten erfolgte nach einer festen Strategie, die in der nebenstehenden Abbildung zu betrachten ist.
Es wurde der Naive Bayes Algorithmus, sowie lineare und polynominale Support Vector Machines zum erlernen der Modelle untersucht, sowie verschiedene Möglichkeiten der Attributauswahl getestet, dies reicht von einer zufälligen Auswahl bis hin zu einer Auswahl anhand von Signifikanztests.



Ergebnisse

Als Ergebnis der Datenanalyse entstanden mehrere Klassifizierer. Der Ansatz, der auf einer Support Vector Machine mit linearem Kernel basiert, erreichte eine Sensitivität von 43 % bei einer Spezifität von 98%. Diese Ergebnisse wurden mit einer Attributauswahl nach dem Chi-Quadrat-Test erreicht, dieses ist 34,4 % besser als mit einer herkömmlichen Attributauswahl, die nur die mittlere Abnahme der Messwerte berücksichtigt.

			Ergebnis 1			Ergebnis 2		
Name des Versuchs	Attribute	Verfahren	AUC	95%	98%	AUC	95%	98%
0001	1	SVM linear	0,737	37,00	33,00	0,817	36,00	36,00
1001	2	SVM linear	0,748	39,00	32,50	0,818	39,00	32,00
2001	3	SVM linear	0,751	40,00	34,00	0,790	43,00	43,00
3001	4	SVM linear	0,756	38,00	32,00	0,773	39,00	34,50
0002	1	Bayes	0,733	39,00	27,50	0,796	39,00	39,00
1002	2	Bayes	0,745	40,00	34,00	0,808	36,00	34,50
2002	3	Bayes	0,745	39,00	37,50	0,770	41,00	39,00
3002	4	Bayes	0,759	41,00	34,00	0,809	45,00	39,00
0003	1	SVM poly	0,702	25,00	08,00	0,703	15,50	02,50
1003	2	SVM poly	0,752	39,00	35,00	0,817	40,50	32,00
2003	3	SVM poly	0,754	39,00	33,00	0,794	45,00	39,00
3003	4	SVM poly	0,753	41,00	34,00	0,775	40,50	36,00

Tabelle mit den Ergebnissen der Datenauswertung, der Vergleich bezieht sich auf die rot markierten.

Ausblick

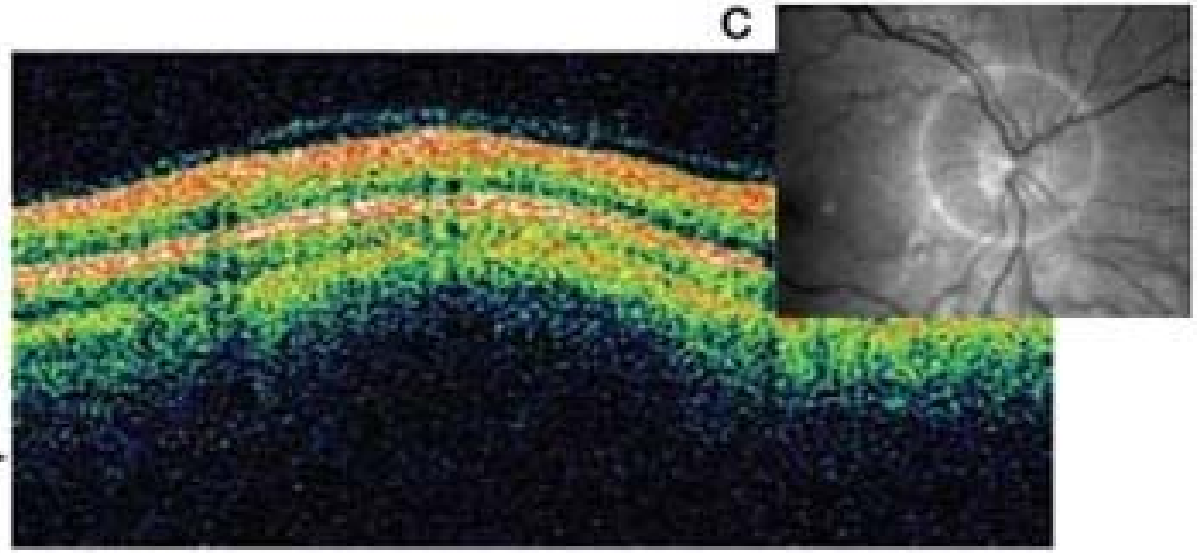
Die Technik der OCT ist im Vergleich zu anderen Techniken in der Medizin noch recht jung, weshalb sie ständig weiterentwickelt wird. Zur Zeit sind schon Nachfolger der Geräte im Einsatz. Diese können eine detailliertere und wesentlich störungsfreiere Aufnahme realisieren. Eine weitere Verbesserung der Ergebnisse durch die neuen Messgeräte ist deshalb zu erwarten.
Für den klinischen Einsatz in der Medizin reichen die Ergebnisse noch nicht aus. Dennoch verbessert die Auswertung mittels Verfahren der Mathematik und Informatik die Ergebnisse momentan schon um rund ein Drittel. Mit fortschreitender Verbesserung der Messgeräte und der Auswertung der Messungen, kann dieses Verfahren in der Zukunft das MRT in der Diagnose der MS ergänzen. Somit kann dies die Grundlage für eine preiswerte und massentaugliche Verlaufsdiagnose der MS werden.

Betreuer: Dipl. Inform. Ingo Boersch
Master of Science Sebastian Mansow-Model

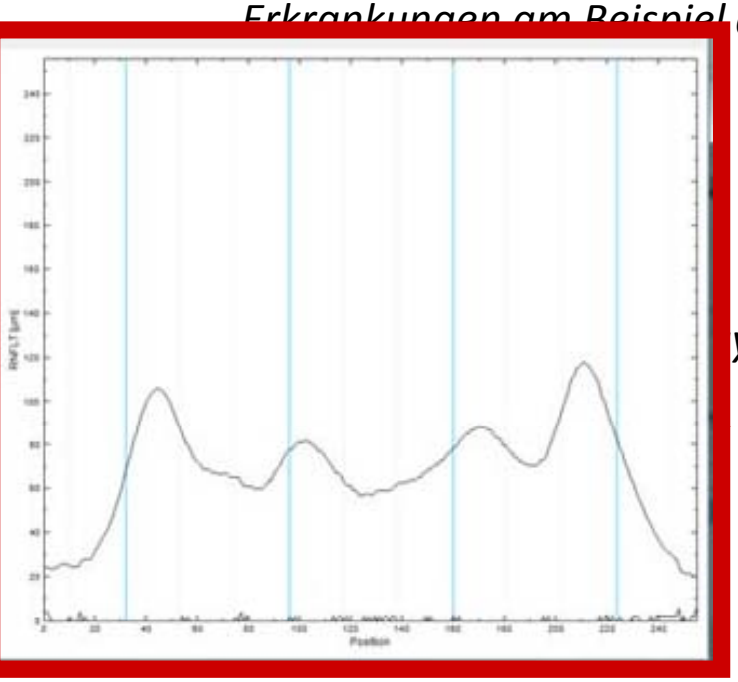
Abgabe: 02.11.2009

Ab
Se

Konz



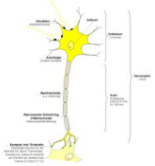
Unterstützung bei neurodegenerativen
Erkrankungen am Beispiel der Multiplen



yer thickness

HHOCHSCHULE BRANDENBURG
HBEREICH INFORMATIK UND MEDIEN

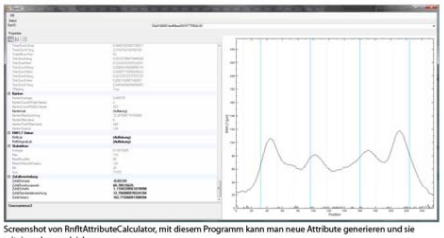
nzeption und Umsetzung einer RIA zur
ngsbegleitenden Erfassung von RNFLT-Scans und
hung von Klassifikatoren für die diagnostische
tzung bei neurodegenerativen Erkrankungen
am Beispiel der Multiplen Sklerose.



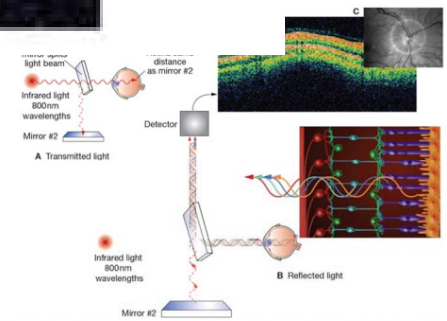
Verfasser: Sebastian Bischoff

fiber layer thickness, RNFLT) ist
optischer Kohärenztomographie
erbei in einem Augen-Laserscan
esswerten bestimmt. Die RNFLT
Krankheitsbildern und hält zu-

RNFLT-Veränderungen bei Pati-
ontrollmessungen bei gesunden
den umfassen lediglich die mitt-
typische Kurvenveränderungen.
gen zuerst elektronisch erfasst,
acht werden. Mit Hilfe von Kur-
llen Lernens sollen genauere Lö-
len.



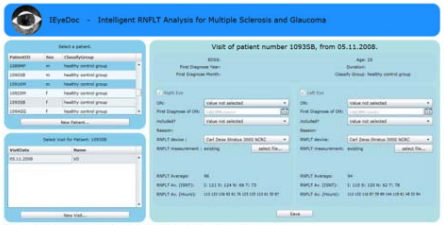
Screenshot von RnfltAttributeCalculator, mit diesem Programm kann man neue Attribute generieren und sie miteinander vergleichen.



Funktionsweise eines OCT-Gerätes mit einer Aufnahme des Augenhintergrundes und einer grafischen Darstellung einer RNFLT-MeMessung.

Dateneingabe

Zur Datenerfassung der Studie, entstand eine Silverlight-Anwenung, die für die Eingabe, Verwaltung und Anzeige von Messungen und Auswertungen zuständig ist. Sie kommuniziert asynchron mit der Datenbank über einen WCF-Service.
Die flache Oberfläche bietet einen schnellen Einblick auf alle Daten und ist somit untersuchungsbegleitend nutzbar. Zur Vermeidung von Fehleingaben besteht die Oberfläche nahezu ausschließlich aus Auswahlfeldern. Dies war ein großer Vorteil bei der Datenbereinigung.



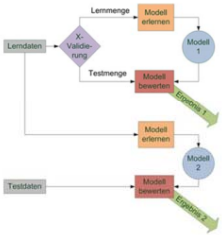
Screenshot von IEyeDoc, der Eingabe- und Auswertungs-Weboberfläche

Datenerweiterung

Zur Generierung neuer Attribute, entstand ein weiteres Programm. Dieses Verwendet Ansätze der Kurvendiskussion, Stochastik und Bildverarbeitung um neue Attribute aus den vorhandenen Daten abzuleiten. Es generiert zu allen Messungen die neuen Attribute und verfügt über die Möglichkeit generierte Kurven auch grafisch anzuzeigen.

Datenauswertung

Das Erlernen der Klassifizierer, erfolgte mit dem frei verfügbaren Data-Mining-Program RapidMiner. Hierbei wurden die 523 bereits durch die Eingabesoftware erfassten Datensätze mit ihren je 199 generierten Attributen ausgewertet. Das Auswerten erfolgte nach einer festen Strategie, die in der nebenstehenden Abbildung zu betrachten ist.
Es wurde der Naive Bayes Algorithmus, sowie lineare und polynominale Support Vector Machines zum erlernen der Modelle untersucht, sowie verschiedene Möglichkeiten der Attributauswahl getestet, dies reicht von einer zufälligen Auswahl bis hin zu einer Auswahl anhand von Signifikanztests.



Ergebnisse

Als Ergebnis der Datenanalyse entstanden mehrere Klassifizierer. Der Ansatz, der auf einer Support Vector Machine mit linearem Kernel basiert, erreichte eine Sensitivität von 43 % bei einer Spezifität von 98%. Diese Ergebnisse wurden mit einer Attributauswahl nach dem Chi-Quadrat-Test erreicht, dieses ist 34,4 % besser als mit einer herkömmlichen Attributauswahl, die nur die mittlere Abnahme der Messwerte berücksichtigt.

			Ergebnis 1			Ergebnis 2		
Name des Versuchs	Attribute	Verfahren	AUC	95%	98%	AUC	95%	98%
0001	1	SVM linear	0,737	37,00	33,00	0,817	36,00	36,00
1001	2	SVM linear	0,748	39,00	32,50	0,818	39,00	32,00
2001	3	SVM linear	0,751	40,00	34,00	0,790	43,00	43,00
3001	4	SVM linear	0,756	38,00	32,00	0,773	39,00	34,50
0002	1	Bayes	0,733	39,00	27,50	0,796	39,00	39,00
1002	2	Bayes	0,745	40,00	34,00	0,808	36,00	34,50
2002	3	Bayes	0,745	39,00	37,50	0,770	41,00	39,00
3002	4	Bayes	0,759	41,00	34,00	0,809	45,00	39,00
0003	1	SVM poly	0,702	25,00	08,00	0,703	15,50	02,50
1003	2	SVM poly	0,752	39,00	35,00	0,817	40,50	32,00
2003	3	SVM poly	0,754	39,00	33,00	0,794	45,00	39,00
3003	4	SVM poly	0,753	41,00	34,00	0,775	40,50	36,00

Tabelle mit den Ergebnissen der Datenauswertung, der Vergleich bezieht sich auf die rot markierten.

Ausblick

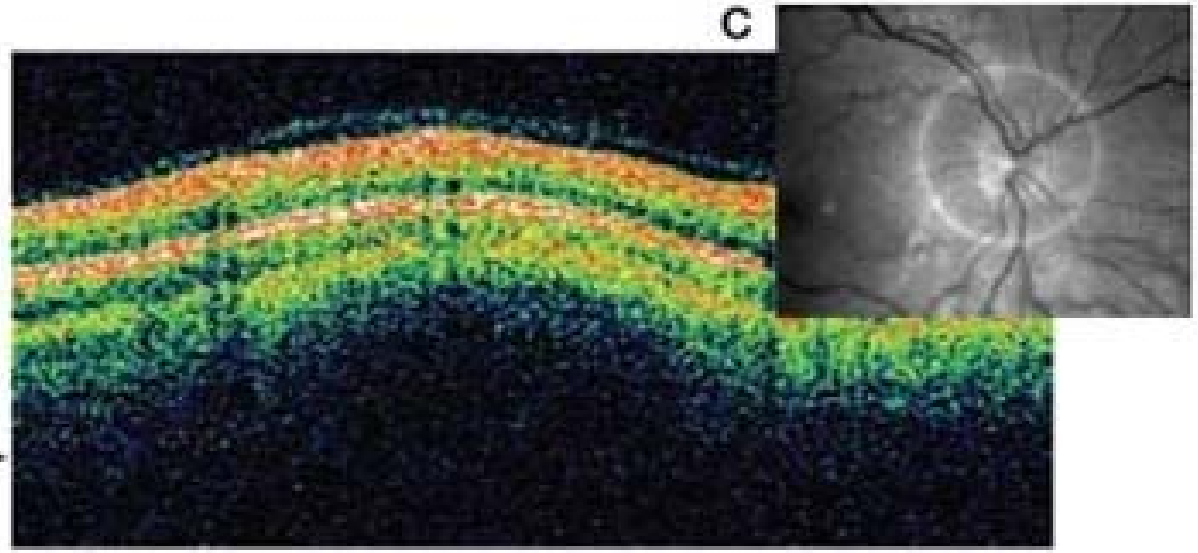
Die Technik der OCT ist im Vergleich zu anderen Techniken in der Medizin noch recht jung, weshalb sie ständig weiterentwickelt wird. Zur Zeit sind schon Nachfolger der Geräte im Einsatz. Diese können eine detailliertere und wesentlich störungsfreiere Aufnahme realisieren. Eine weitere Verbesserung der Ergebnisse durch die neuen Messgeräte ist deshalb zu erwarten.
Für den klinischen Einsatz in der Medizin reichen die Ergebnisse noch nicht aus. Dennoch verbessert die Auswertung mittels Verfahren der Mathematik und Informatik die Ergebnisse momentan schon um rund ein Drittel. Mit fortschreitender Verbesserung der Messgeräte und der Auswertung der Messungen, kann dieses Verfahren in der Zukunft das MRT in der Diagnose der MS ergänzen. Somit kann dies die Grundlage für eine preiswerte und massentaugliche Verlaufsdiagnose der MS werden.

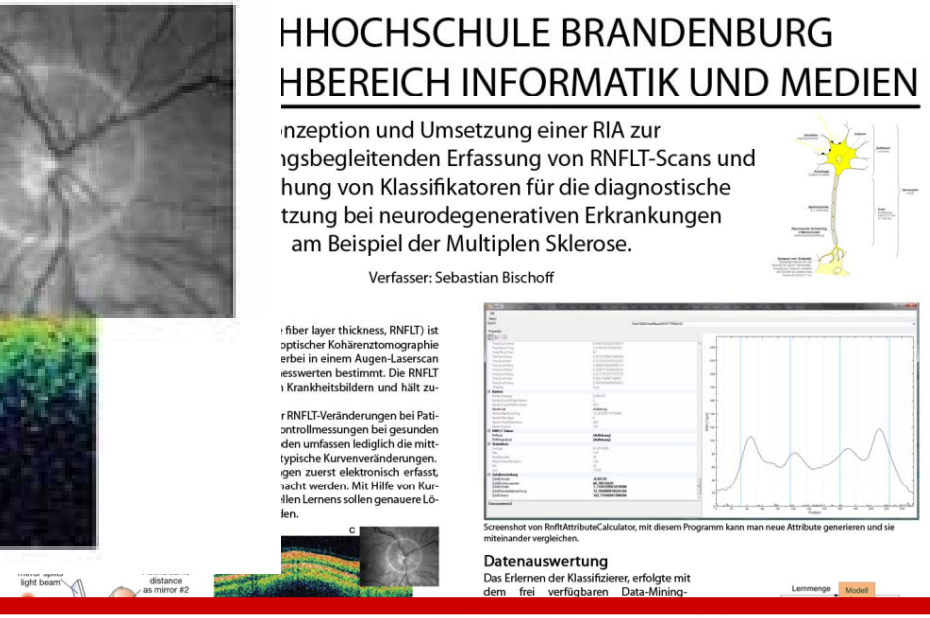
Betreuer: Dipl. Inform. Ingo Boersch
Master of Science Sebastian Mansow-Model

Abgabe: 02.11.2009

Ab
Se

Konz





HHOCHSCHULE BRANDENBURG
HBEREICH INFORMATIK UND MEDIEN

nzeption und Umsetzung einer RIA zur
ngsbegleitenden Erfassung von RNFLT-Scans und
hung von Klassifikatoren für die diagnostische
tzung bei neurodegenerativen Erkrankungen
am Beispiel der Multiplen Sklerose.

Verfasser: Sebastian Bischoff

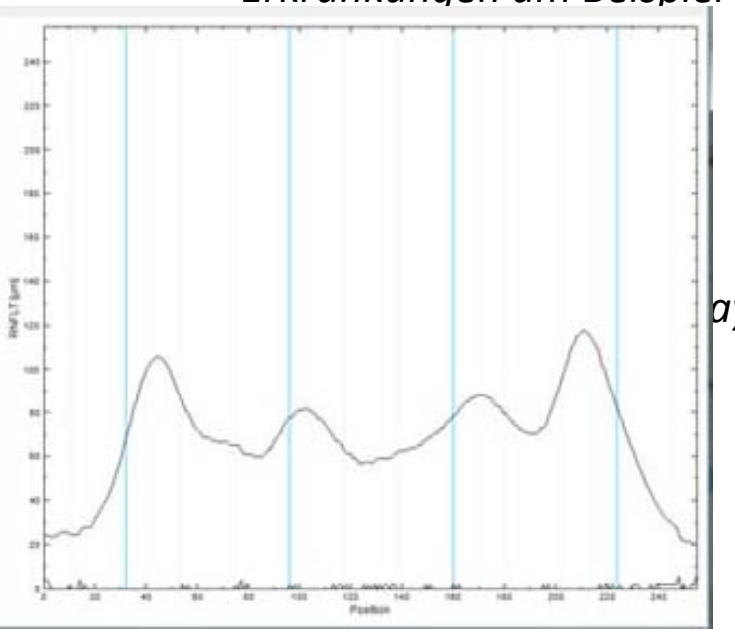
Screenshot von RnfltAttributeCalculator, mit diesem Programm kann man neue Attribute generieren und sie miteinander vergleichen.

Datenauswertung

Unterstützung bei neurodeg

Erkrankungen am Beispiel d

ayes



			Ergebnis 1			Ergebnis 2		
Name des Versuchs	Attribute	Verfahren	AUC	95%	98%	AUC	95%	98%
0001	1	SVM linear	0,737	37,00	33,00	0,817	36,00	36,00
1001	2	SVM linear	0,748	39,00	32,50	0,818	39,00	32,00
2001	3	SVM linear	0,751	40,00	34,00	0,790	43,00	43,00
3001	4	SVM linear	0,756	38,00	32,00	0,773	39,00	34,50
0002	1	Bayes	0,733	39,00	27,50	0,796	39,00	39,00
1002	2	Bayes	0,745	40,00	34,00	0,808	36,00	34,50
2002	3	Bayes	0,745	39,00	37,50	0,770	41,00	39,00
3002	4	Bayes	0,759	41,00	34,00	0,809	45,00	39,00
0003	1	SVM poly	0,702	25,00	08,00	0,703	15,50	02,50
1003	2	SVM poly	0,752	39,00	35,00	0,817	40,50	32,00
2003	3	SVM poly	0,754	39,00	33,00	0,794	45,00	39,00
3003	4	SVM poly	0,753	41,00	34,00	0,775	40,50	36,00

Tabelle mit den Ergebnissen der Datenauswertung, der Vergleich bezieht sich auf die rot markierten.

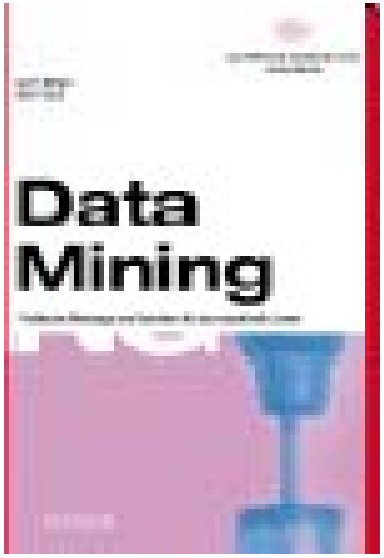
Master of Science Sebastian Mansow-Model

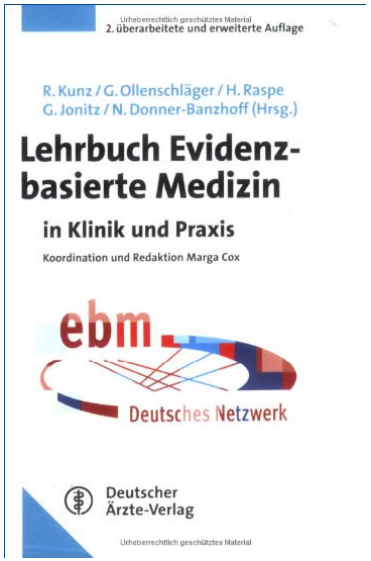
Fazit

- Was sind wissensbasierte Systeme?
  - Trennung WB + WV
  - XPS: ein WBS
  - Hindernisse, Trends
- Wo finden Sie in der Medizin Einsatz?
  - Wissen in der Medizin
  - MEUS (Diagnose, Kritik), Patientenmonitore
- Welche Methoden werden verwendet?
  - Wichtig: Logik, Regelsysteme, Bayes, Neuronale Netze, Fuzzy …
- Beispiele für wissensbasierte Anwendungen
  - SonoConsult, …

Literaturempfehlung

- Artikel von Johann Gamper and Friedrich Steinmann.
  Medizinische Expertensysteme - eine kritische Betrachtung, 1996.





Quellen

[BHS07] I. Boersch, J. Heinsohn, and R. Socher, Wissensverarbeitung : Eine Einführung in die Künstliche Intelligenz für Informatiker und Ingenieure, 2. ed., Spektrum Akademischer Verlag, 2007.

[GS96] J. Gamper and F. Steinmann, Medizinische Expertensysteme - eine kritische Betrachtung, APIS Zeitschrift für Politik, Ethik, Wissenschaftm und Kultur im Gesundheitswesen (1996).

[KOR+07] R. Kunz, G. Ollenschläger, H. H. Raspe, G. Jonitz, F. W. Kolkmann, and M. Cox (eds.), Lehrbuch Evidenzbasierte Medizin in Klinik und Praxis, 2. ed., Deutscher Ärzte-Verlag, 2007.

[LL59] R. S. LEDLEY and L. B. LUSTED, Reasoning Foundations of Medical Diagnosis: Symbolic logic, probability, and value theory aid our understanding of how physicians reason, Science : Vol. 130. no. 3366, pp. 9 - 21 (1959).

[Ma03] G. Marckmann: Diagnose per Computer? Eine ethische Bewertung medizinischer Expertensysteme, Medizin Ethik 16, Hrsg. U. Wiesing, Tübingen, 2003

[SDA+75] E. H. Shortlie, R. Davis, S. G. Axline, B. G. Buchanan, C. C. Green, and S. N. Cohen, Computer-based consultations in clinical therapeutics: Explanation and rule-acquisition capabilities of the MYCIN system, Computers and Biomedical Research 8 (1975).

[Sho87] E. H. Shortlie, Computer Programs To Support Clinical Decision Making, Journal of the American Medical Association 258 (1987).

[SS08] C. Spreckelsen and K. Spitzer, Wissensbasen und Expertensysteme in der Medizin: KI-Ansätze zwischen klinischer Entscheidungsunterstützung und medizinischem Wissensmanagement, Vieweg+Teubner, 2008.

[TFLK98] C. Tsien, H. Fraser, W . Long, and R.: Kennedy, Using classication tree and logistic regression methods to diagnose myocardial infarction, Medinfo v9 (1998), 493497, online unter: http://groups.csail.mit.edu/medg/people/hamish/medinfo-chris.pdf.

[WF01] Ian H. Witten and Eibe Frank, Data mining: praktische Werkzeuge und Techniken für das maschinelle Lernen, Hanser, München [u.a.], 2001.

[Spr10] Cord Spreckelsen. Vortrag: Wissensbasierte Systeme im deutschsprachigen Raum - Ansätze zur Bestandserhebung und Vernetzung. In conhIT 2010, Berlin, 2010.

[Taf99] Klinisch einsetzbare wissensverarbeitende Funktionen in einem onkologischen Informationssystem, Ali Gerhard Tafazzoli, Dissertation Universität Giessen, 1999

Übungsaufgaben

45 Minuten, Protokoll ins Moodle

Finden Sie Beispiele für Entscheidungsunterstützung in fd-klinika und dokumentieren Sie diese als Screenshots mit kurzer Beschreibung.