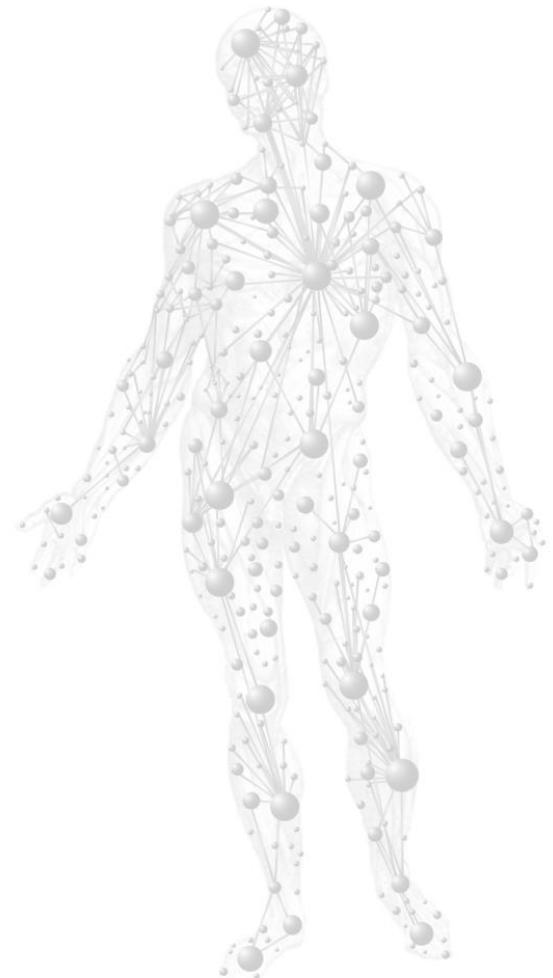


eHealth Summit Austria 2016

# Selected clinical applications I

or

*the way from a Bayesian Network  
to a Clinical Decision Support System  
for Tumor Boards*



Mario A. Cypko

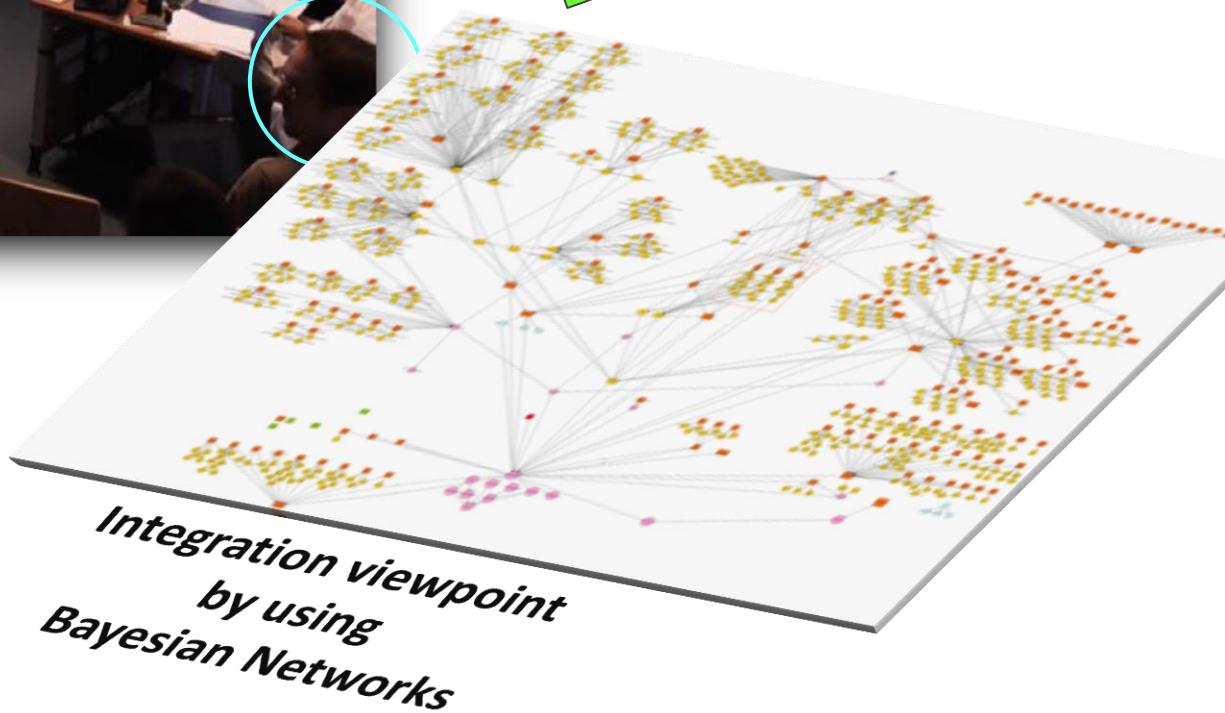
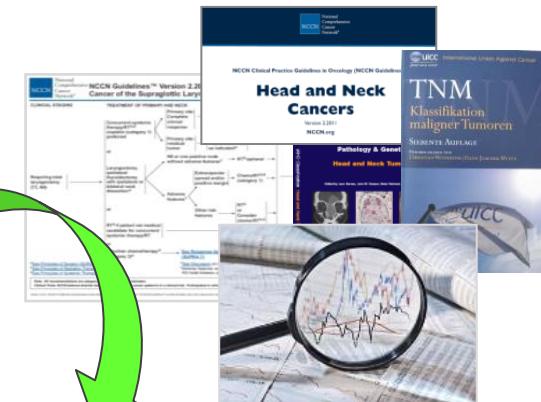
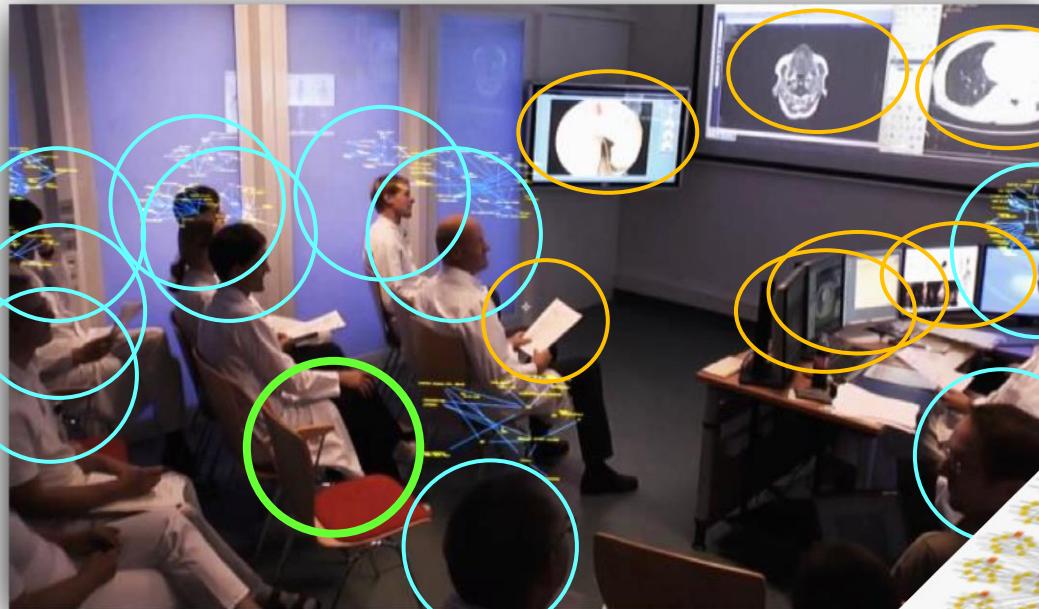
[mario.cypko@medizin.uni-leipzig.de](mailto:mario.cypko@medizin.uni-leipzig.de)

# Complexity of tumor board decisions



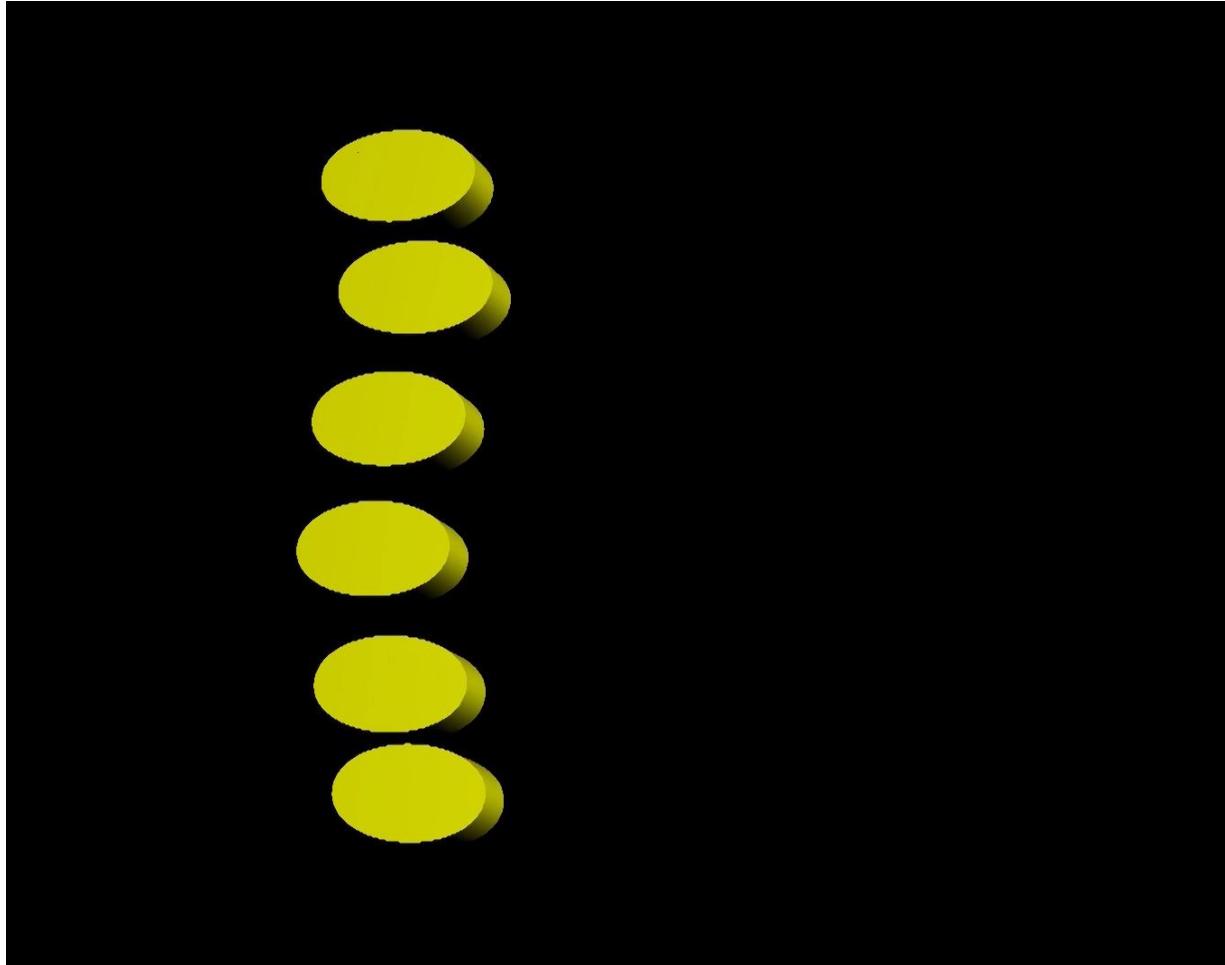
Head&Neck-Tumorboard at the University Hospital Leipzig, Germany

# Clinical Decision Support Systems using Bayesian Networks



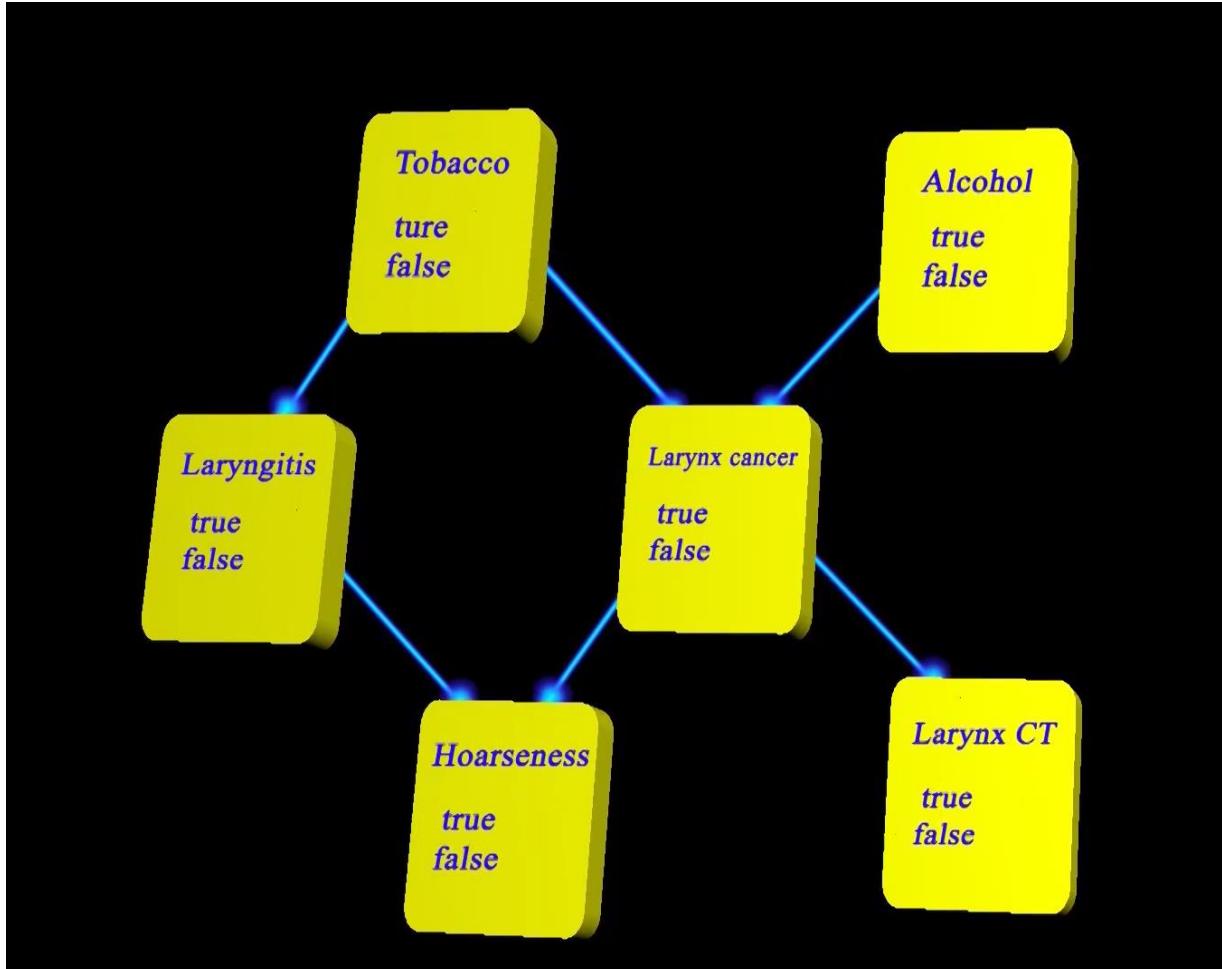
# Bayes'sches Netzwerk (J.Pearl)

## Graphical Modelling example of laryngeal cancer



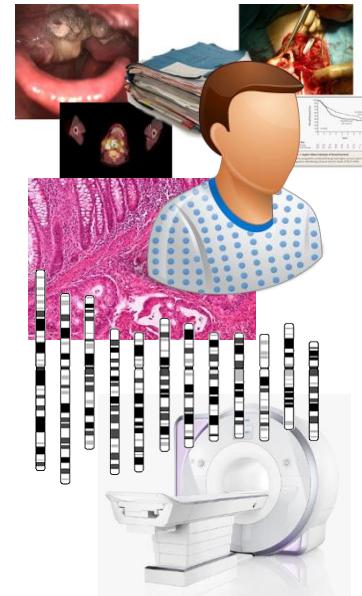
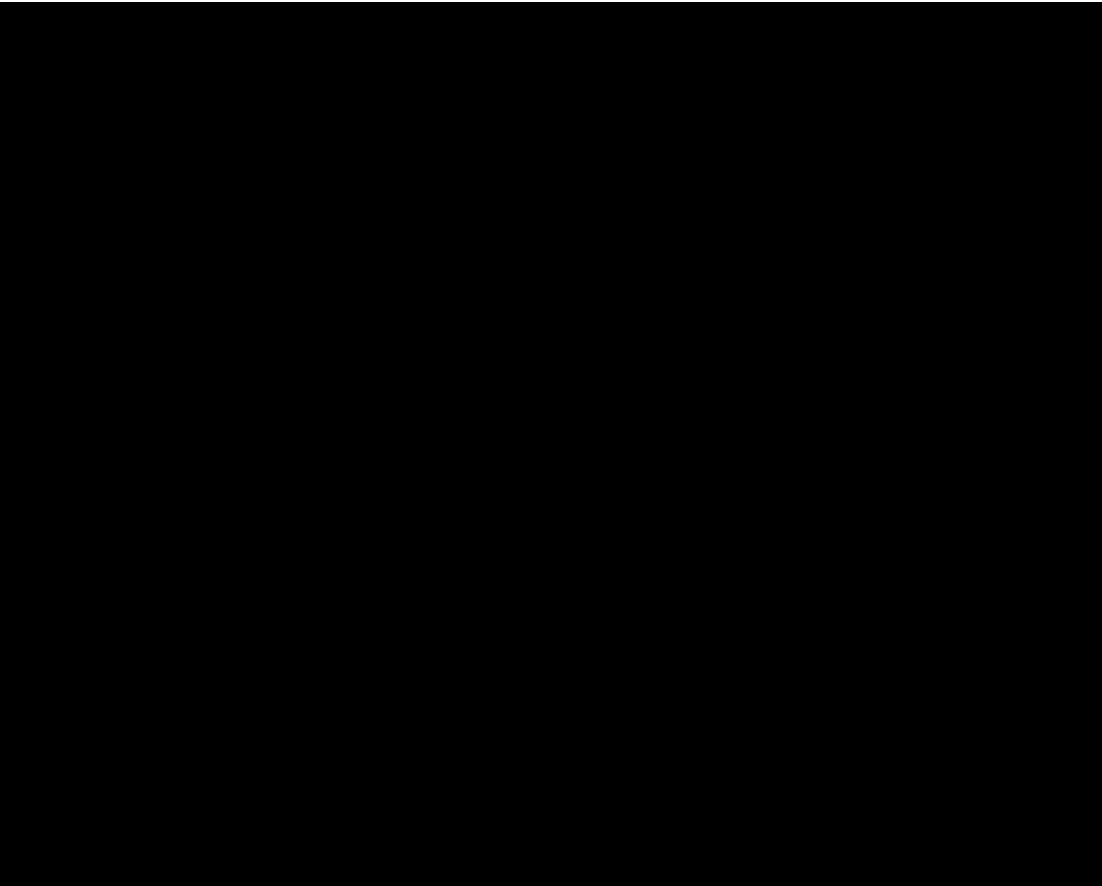
# Bayes'sches Netzwerk (J.Pearl)

## Probabilistic Modelling example of laryngeal cancer

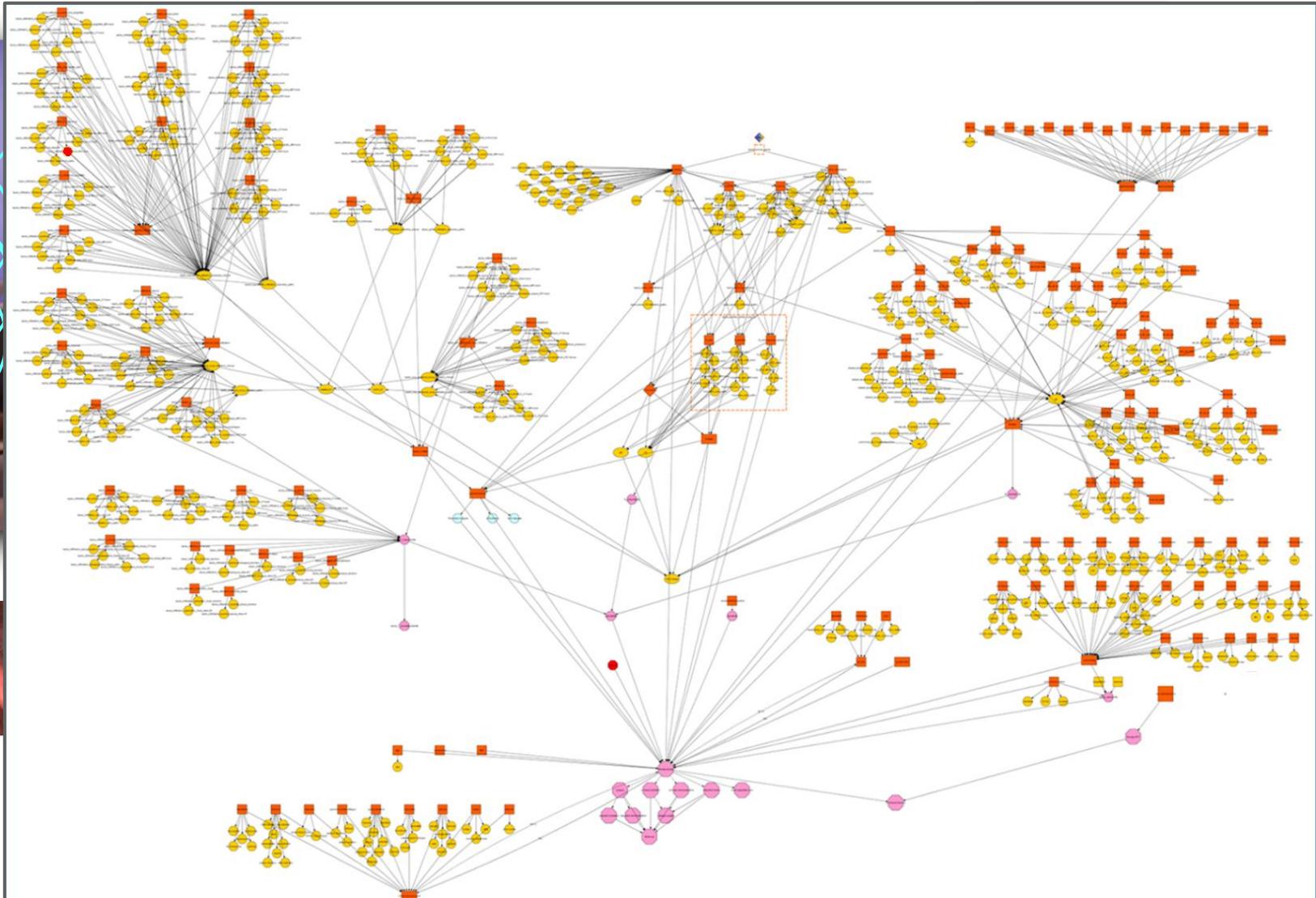


# Bayes'sches Netzwerk (J.Pearl)

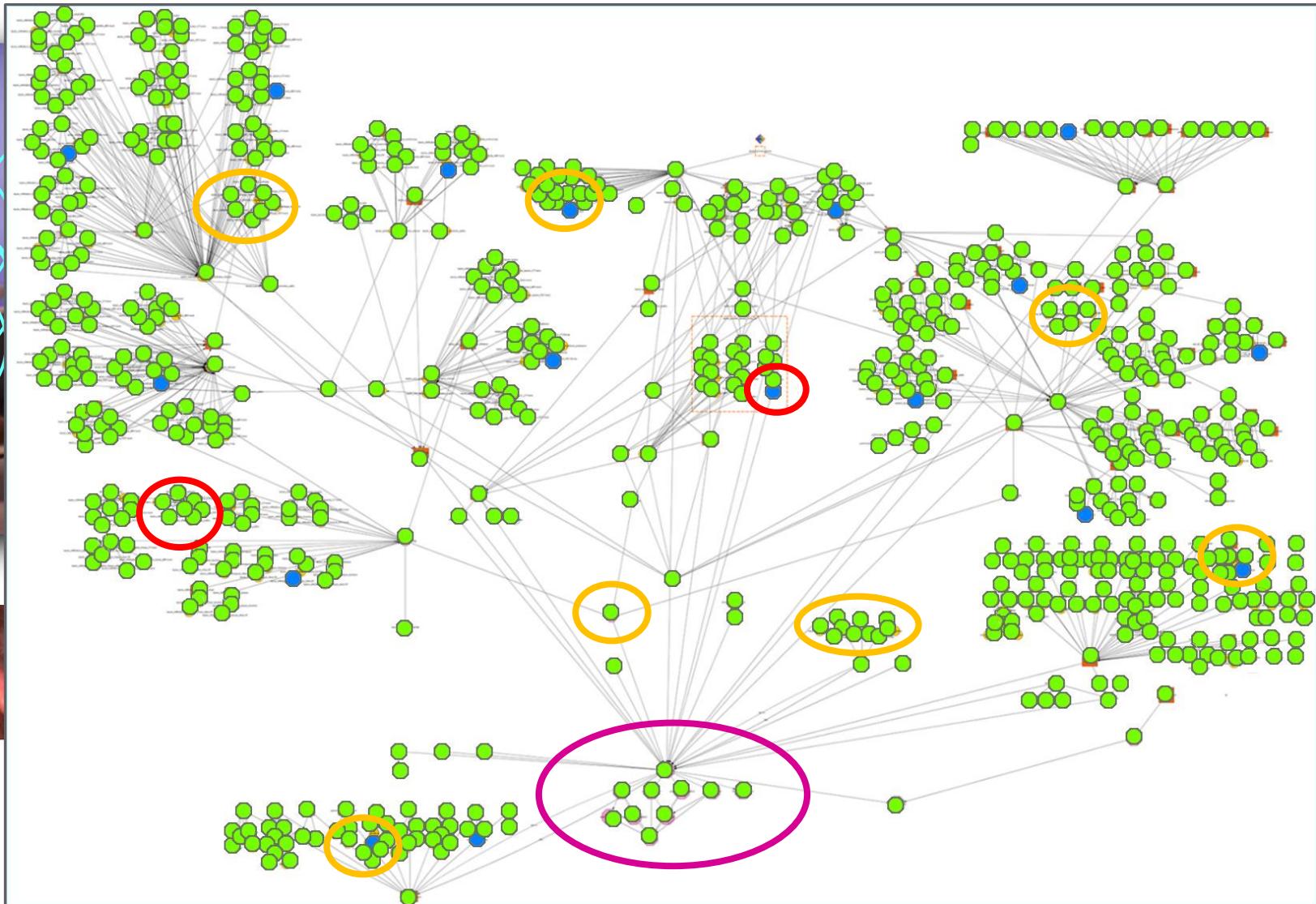
## Inference



# Clinical Decision Support Systems using Bayesian Networks

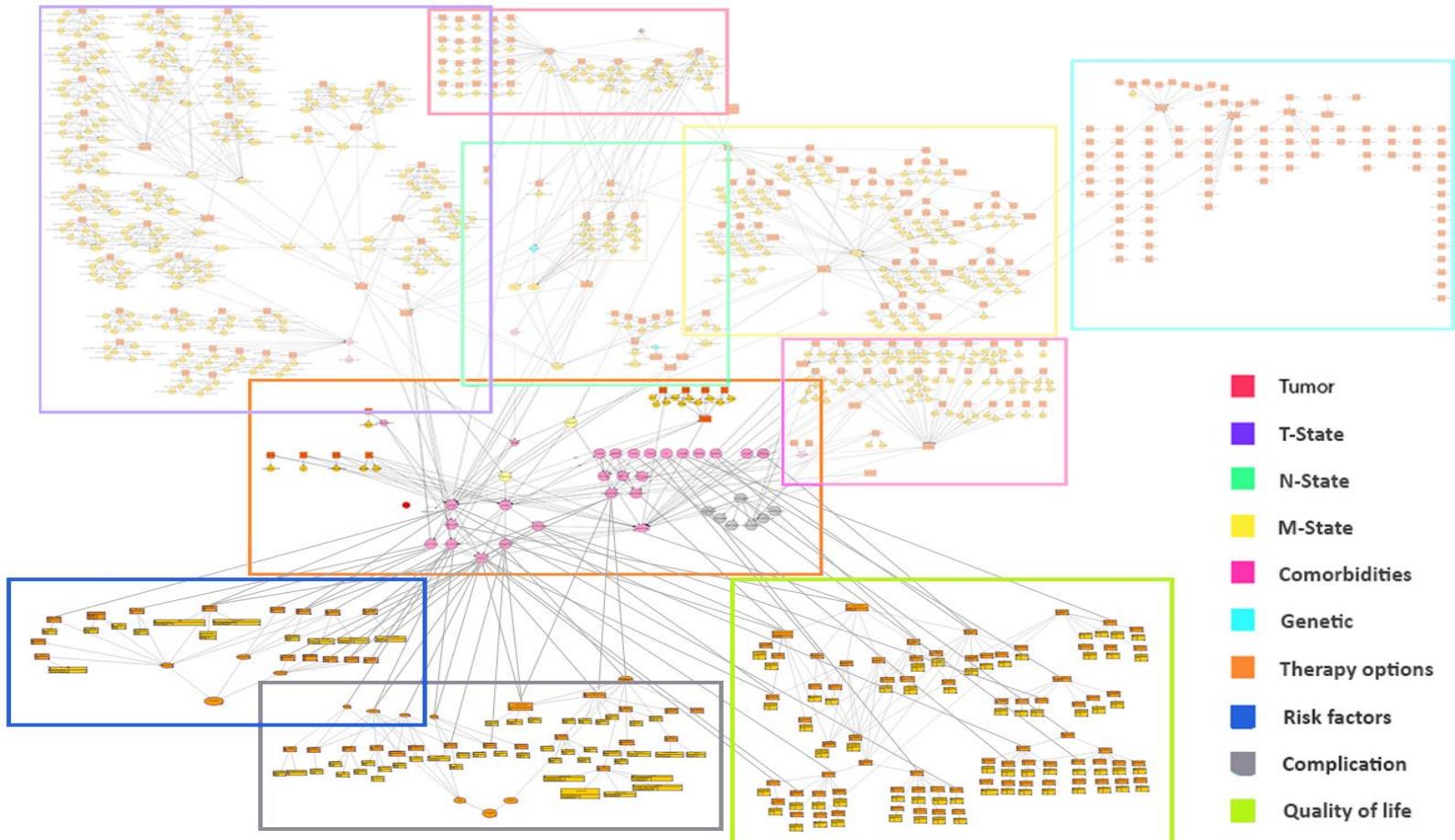


# Clinical Decision Support Systems using Bayesian Networks



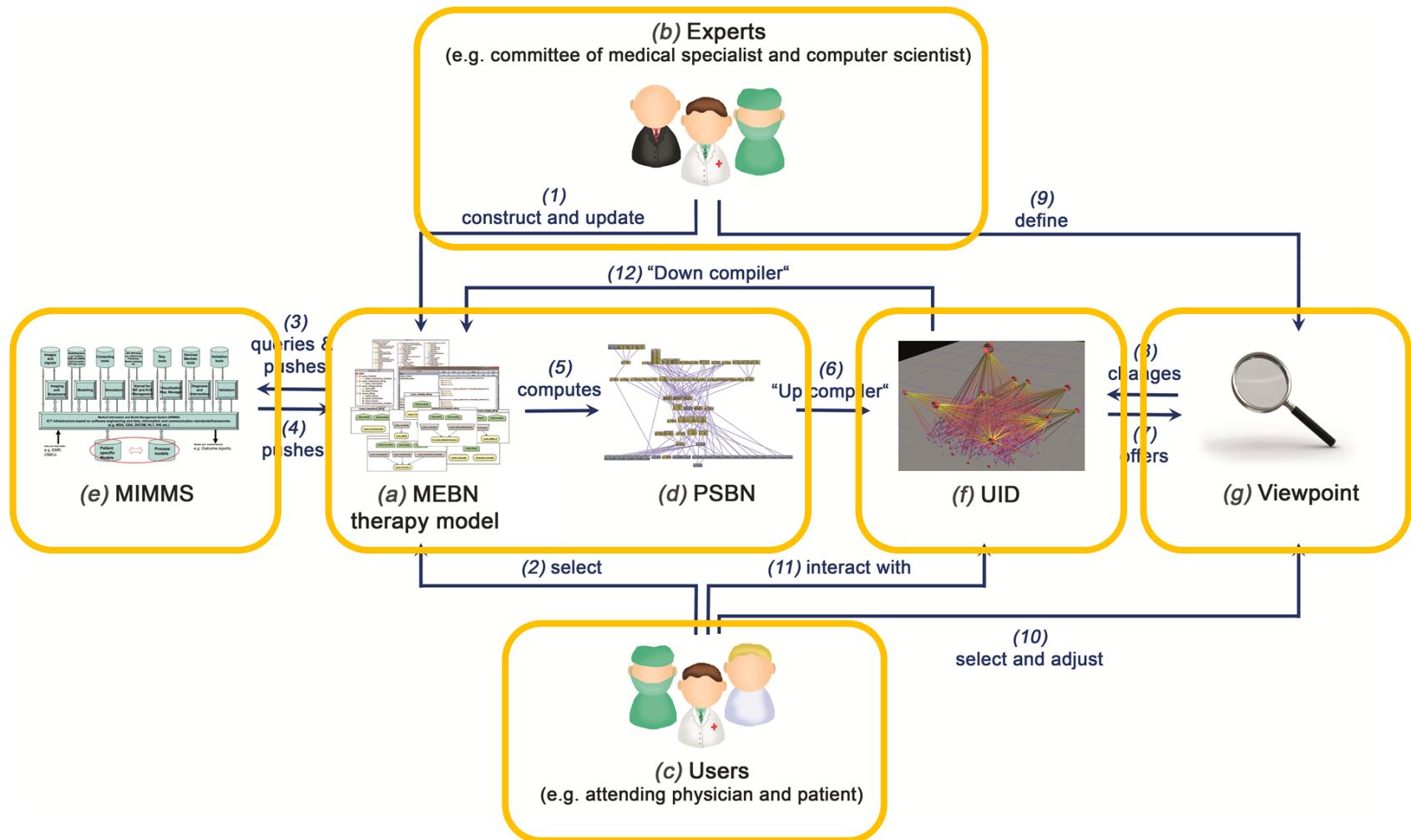
# CDSS using BN – Treatment Decision of Laryngeal Cancer

Aim: To model a tumor board decision for laryngeal cancer.



An example of the MEBN therapy decision of laryngeal cancer, >1100 IEs and >1500 dependencies

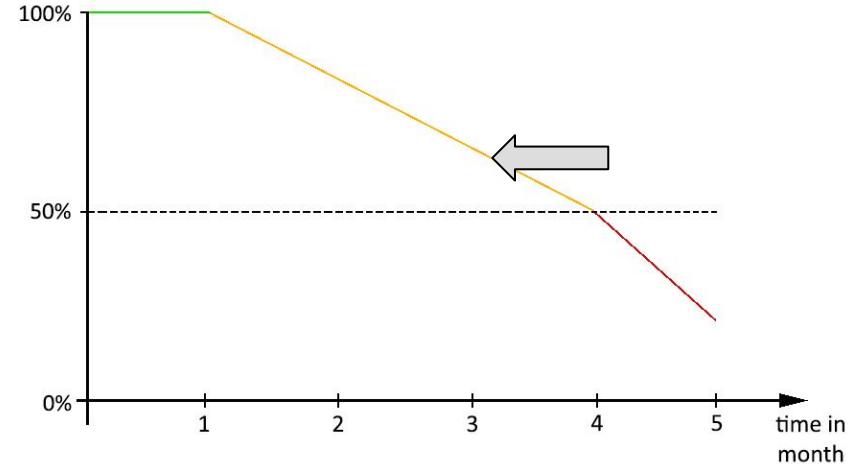
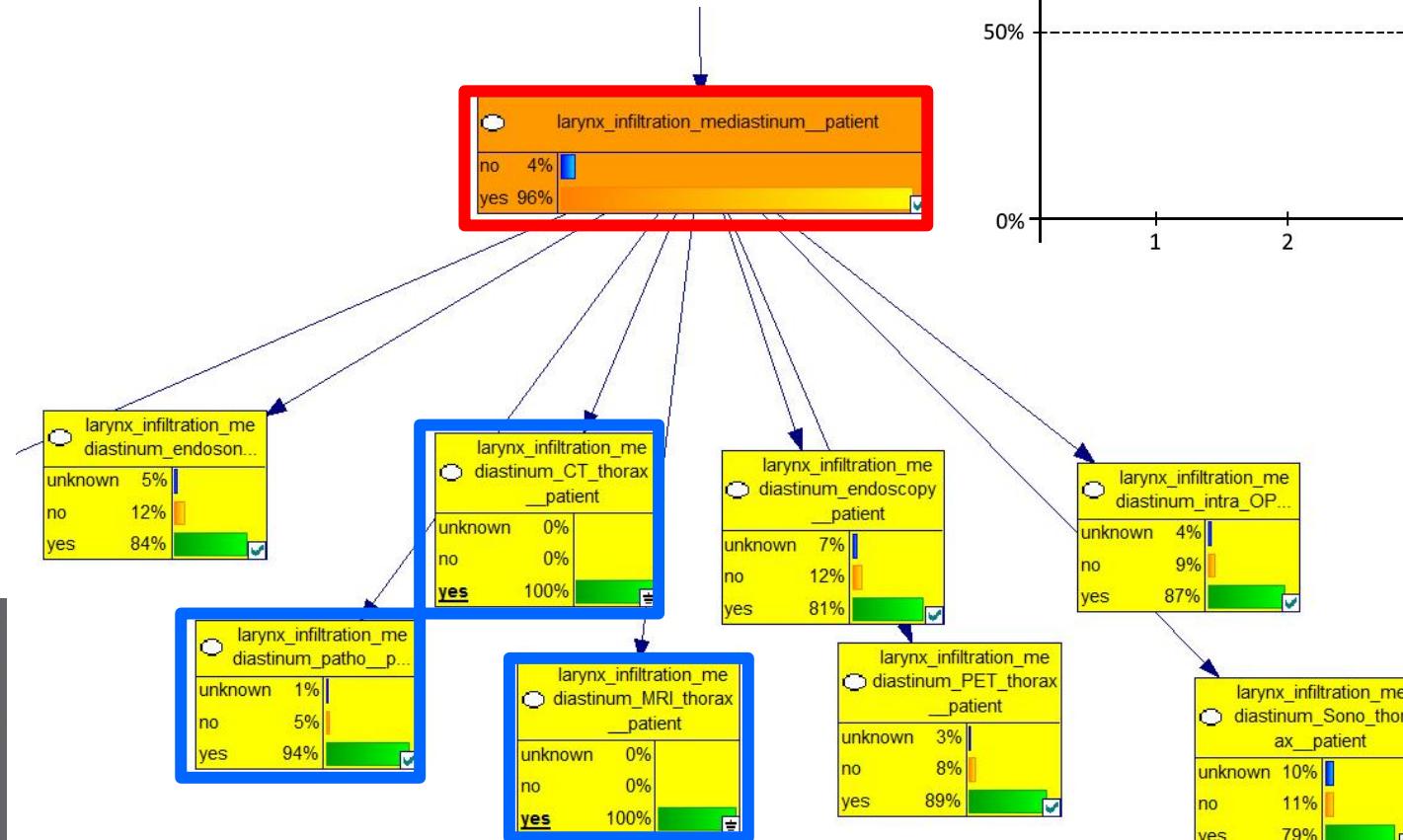
# Concept for a CDSS using BN



Cypko MA, Stöhr M, Denecke K, Dietz A, Lemke H U. "User interaction with MEBNs for large patient specific treatment decision models with an example for laryngeal cancer" *Int J CARS*, 9 (Suppl 1), 2014.

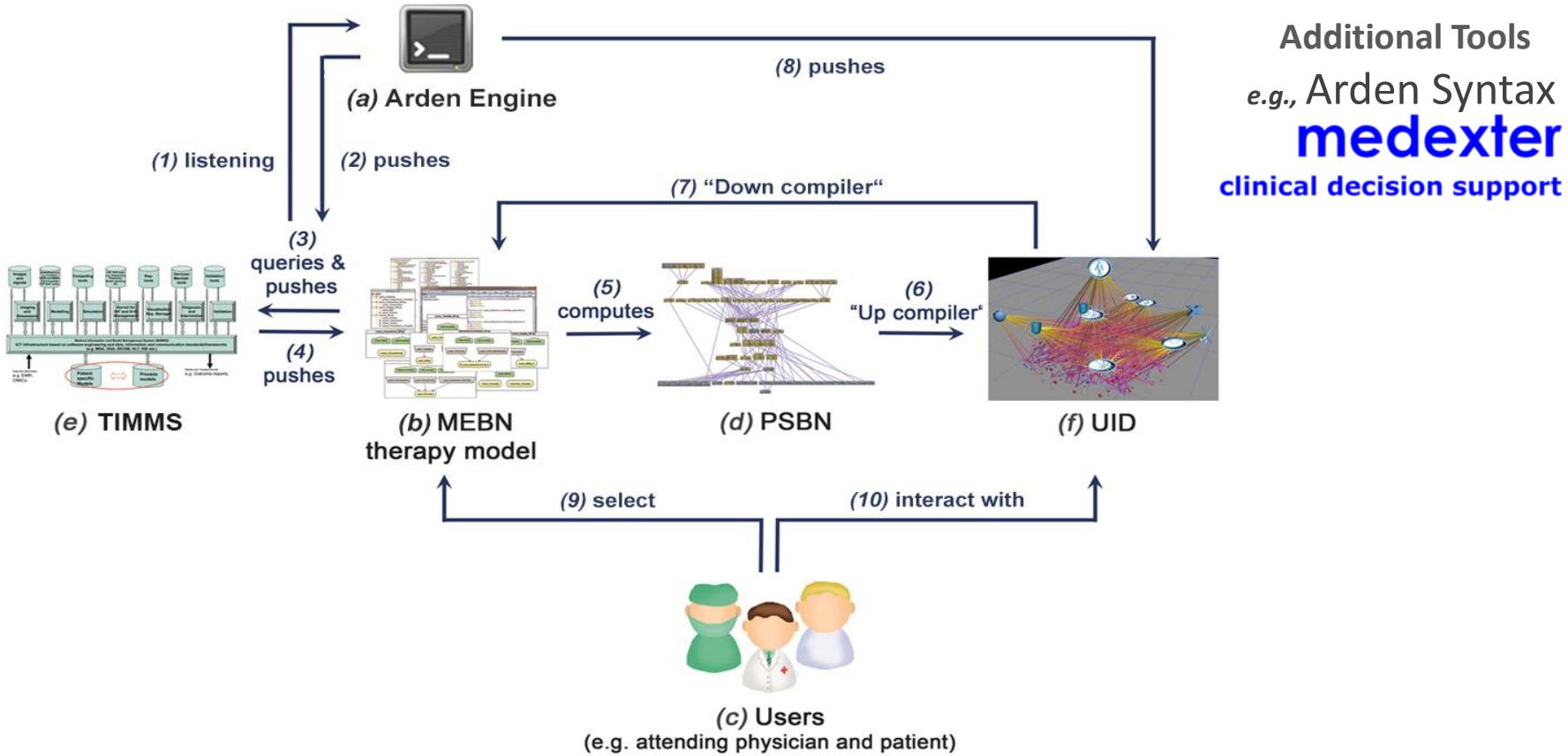
# Repositories, engines and transmission

BN limitation of :  
Fuzzy values to decrease data validity over time



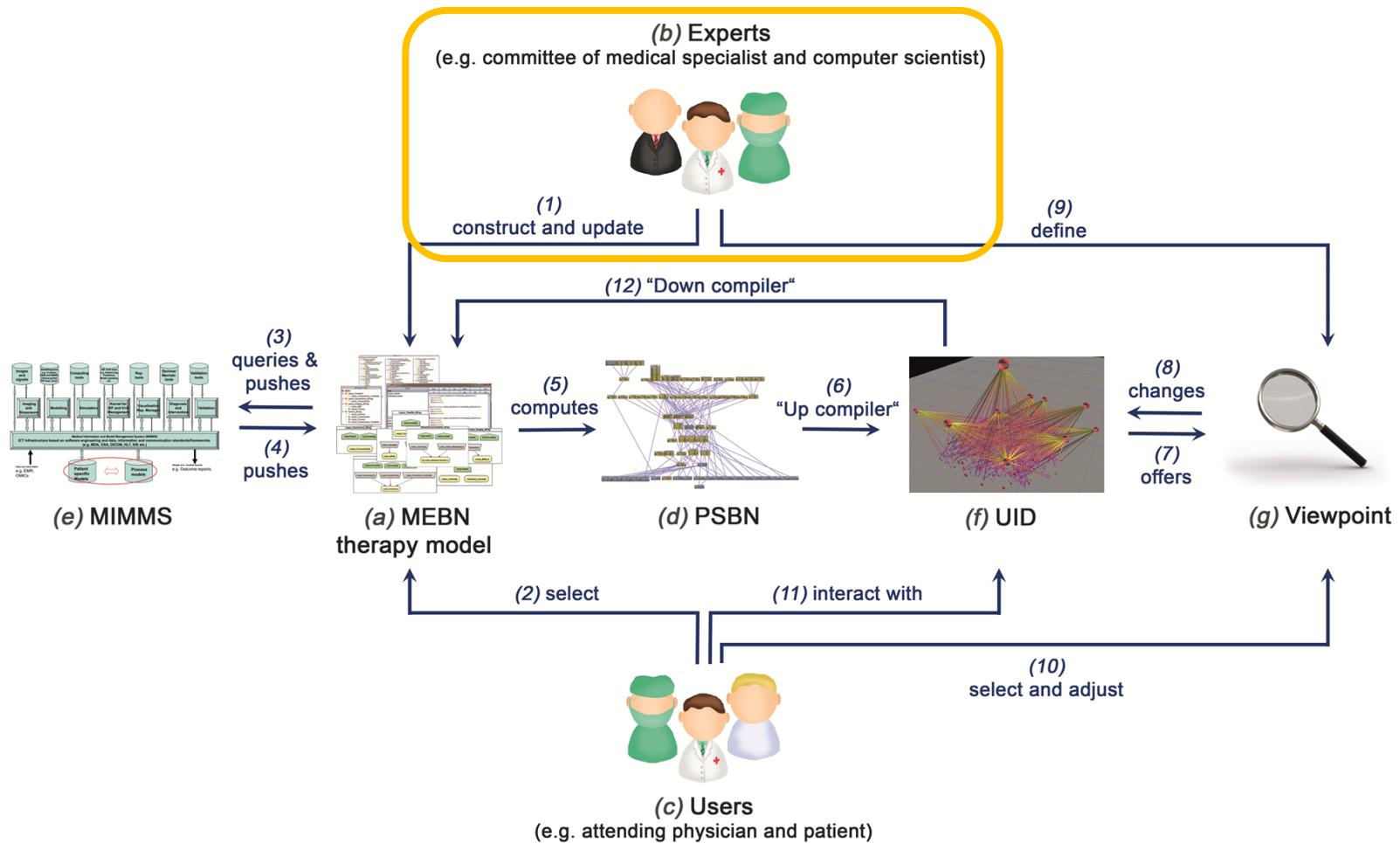
# Limits in BN modelling

- Information about time is needed.
- Recalculating fuzzy values based on past time of examinations



Gaebel J, Stoehr M, Cypko MA. "Integrating Intelligent Agents in form of Arden Syntax for Computing Instance Based Fuzziness into Patient-Specific Bayesian Networks" *Int J CARS*, 11 (1), 2016.

# Concept for a CDSS using BN



Cypko MA, Stöhr M, Denecke K, Dietz A, Lemke H U. "User interaction with MEBNs for large patient specific treatment decision models with an example for laryngeal cancer" *Int J CARS*, 9 (Suppl 1), 2014.

# Challenges with modelling

GeNIE - [OncoLarynx\_22042016: main model]

File Edit View Tools Network Node Learning Diagnosis Layout Window Help

Arial 8 B I

Tree View

vorläufiger Graph (OncoLarynx\_22042016)

- M\_state\_patient
- N\_state\_patient
- larynx\_T\_state\_patient
- N\_count\_CT\_neck\_patient
- N\_count\_MRI\_neck
- N\_count\_PET\_neck
- N\_count\_Sono\_pa
- N\_count\_palpation
- N\_count\_patho\_p
- N\_positive\_side\_CT
- N\_positive\_side\_MI
- N\_positive\_side\_PE
- N\_positive\_side\_pa
- N\_positive\_side\_pa
- N\_positive\_size\_so
- N\_positive\_size\_CT
- N\_positive\_size\_pa
- larynx\_infiltration\_e
- larynx\_infiltration\_e
- larynx\_infiltration\_e
- larynx\_infiltration\_t
- larynx\_infiltration\_v
- larynx\_infiltration\_v
- larynx\_infiltration\_v
- larynx\_infiltration\_v
- larynx\_infiltration\_v
- larynx\_infiltration\_v
- bowel\_movement
- use\_of\_painkillers

Node properties: larynx\_T\_state\_patient

General Definition Observation Cost Format Documentation User properties Value

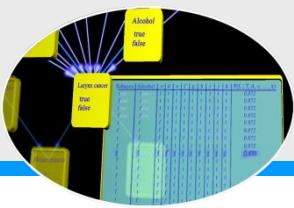
Add Insert Delete  $\Sigma$   $1\Sigma$   $0/1$   $0/0$

	no_malignancy				SIN_I			
	x_0	x_1	groesser1		x_0	x_1	groesser1	
T0	0.9237357	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...
Tis	0.0094196...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0093401...	0.0009072...	0.0009072...
T1	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0093401...	0.0009072...	0.0009072...
T1a	0.0094196...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0093401...	0.0009072...	0.0009072...
T1b	0.0094196...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0093401...	0.0009072...	0.0009072...
T2	0.0094196...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0093401...	0.0009072...	0.0009072...
T3	0.0094196...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0093401...	0.0009072...	0.0009072...
T4a	0.0094196...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0093401...	0.0009072...	0.0009072...
T4b	0.0094196...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0009072...	0.0093401...	0.0009072...	0.0009072...
absurd	0.0094196...	0.99183466	0.99183466	0.99183466	0.99183466	0.0093401...	0.99183466	0.99183466

Ready OK Abbrechen

The screenshot shows the GeNIE software interface. The main window displays a DAG with nodes representing medical states and observations. A specific node, 'larynx\_T\_state\_patient', is selected and its properties are shown in a detailed dialog box. The dialog includes tabs for General, Definition, Observation Cost, Format, Documentation, User properties, and Value. The Value tab is active, showing a table of conditional probabilities for 'no\_malignancy' and 'SIN\_I' states across various clinical features like 'T0', 'Tis', 'T1', etc.

# Expert-Based Probabilistic Modelling



Invasion |

Consider a ...  
...oid oesophageal ...  
...mour has a ...  
... cm. How likely ...  
...mour invades ...  
**(T3)** of the ...  
...oesophagus,

Wenn bekannt ist,  
dass die folgenden  
Ursachen zu 100% eintreten:

N\_state      N3  
M\_state      M0  
larynx\_T\_state      T2

UICC\_stage

Wie wahrscheinlich ist es, dass UICC\_stage: **IV B** ist?

1      15      25      50      75      85      99  
(eher) aus-  
geschlossen      unwahr-  
scheinlich      unsicher      fünfzig -  
fünfzig      vermutlich      wahrscheinlich      (eher) sicher

**27 %**

Wie wahrscheinlich ist es, dass UICC\_stage: **I** ist?

1      15      25      50      75      85      99  
(eher) aus-  
geschlossen      unwahr-  
scheinlich      unsicher      fünfzig -  
fünfzig      vermutlich      wahrscheinlich      (eher) sicher

**13 %**

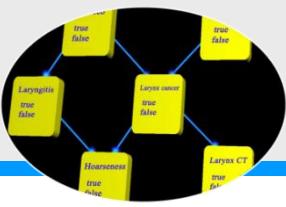
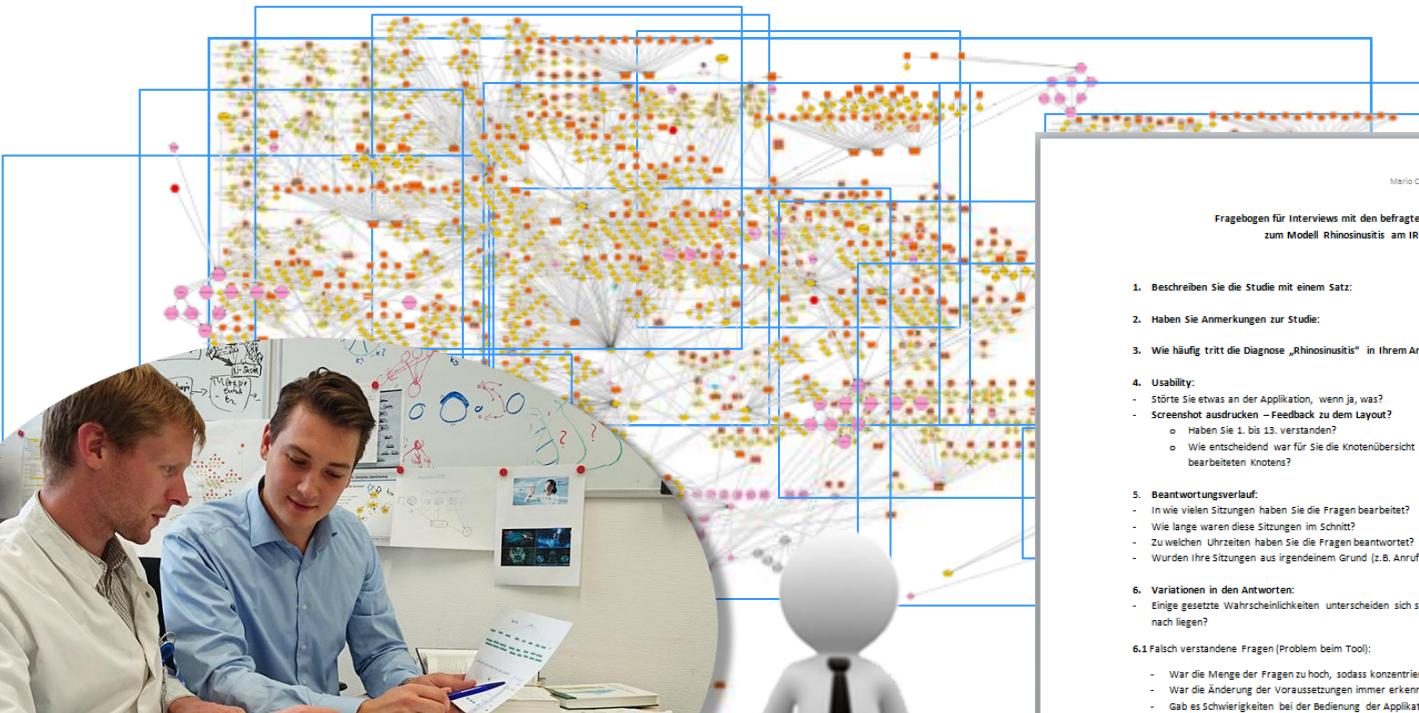
Wie wahrscheinlich ist es, dass UICC\_stage: **IV A** ist?

1      15      25      50      75      85      99  
(eher) aus-  
geschlossen      unwahr-  
scheinlich      unsicher      fünfzig -  
fünfzig      vermutlich      wahrscheinlich      (eher) sicher

**1 %**

L.C. van der Gaag et. al. 2005

# Challenges with modelling

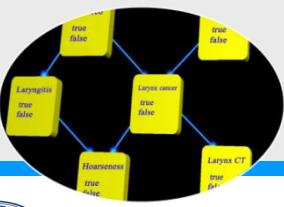


Mario Cypko, David Hirsch, Lucas Koch - 14.08.2014

**Fragebogen für Interviews mit den befragten Fachärzten zum Modell Rhinosinusitis am IRDC**

1. Beschreiben Sie die Studie mit einem Satz:
2. Haben Sie Anmerkungen zur Studie:
3. Wie häufig tritt die Diagnose „Rhinosinusitis“ in Ihrem Arbeitsalltag auf?
4. Usability:
  - Störte Sie etwas an der Applikation, wenn ja, was?
  - Screenshot ausdrucken – Feedback zu dem Layout?
    - o Haben Sie 1. bis 13. verstanden?
    - o Wie entscheidend war für Sie die Knotenübersicht im Bereich B) für die Wahl des zu bearbeiteten Knotens?
5. Beantwortungsverlauf:
  - In wie vielen Sitzungen haben Sie die Fragen bearbeitet?
  - Wie lange waren diese Sitzungen im Schnitt?
  - Zu welchen Uhrzeiten haben Sie die Fragen beantwortet?
  - Wurden Ihre Sitzungen aus irgendeinem Grund (z.B. Anruf) unterbrochen?
6. Variationen in den Antworten:
  - Einige gesetzte Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich stark, woran kann es Ihrer Meinung nach liegen?
- 6.1 Falsch verstandene Fragen (Problem beim Tool):
  - War die Menge der Fragen zu hoch, sodass konzentriertes Arbeiten schwer fiel?
  - War die Änderung der Voraussetzungen immer erkennbar?
  - Gab es Schwierigkeiten bei der Bedienung der Applikation?
  - Was soll Ihrer Meinung nach diese Frage aussagen?
  - Wie hätten Sie den Sachverhalt anders formuliert?
  - Sonstiges:
- 6.2 Andere Ansicht (medizinisches Verständnis):
  - Fehlten zusätzliche Voraussetzungen/ weitere Informationen?
    - o Wenn ja:
      - Hätten Sie sich gewünscht Fragen zu überspringen?
      - Wieso haben Sie nicht an dieser Stelle (eher) unsicher angegeben?
  - Woher kommt der Unterschied im medizinischen Verständnis?
7. Haben Sie sonstige Anmerkungen zur Studie?

# Web-Tools to support expert modelling



In cooperation with

Freie Universität Berlin



**TDMT**  
Therapy Decision Modelling Tool

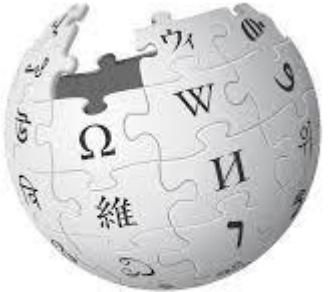
**iccas** UNIVERSITÄT LEIPZIG  
Medizinische Fakultät

**SNOMED CT**

Clinical finding/disorder  
Procedure  
Observable entity  
Body Structure  
Organism  
Substance  
Pharmaceutical/biologic product  
Specimen  
Physical object  
Physical force  
Event  
Environments and geographic locations  
Social context  
Staging and scales  
Linkage concept  
Qualifier value  
Special concept  
Record Artifact

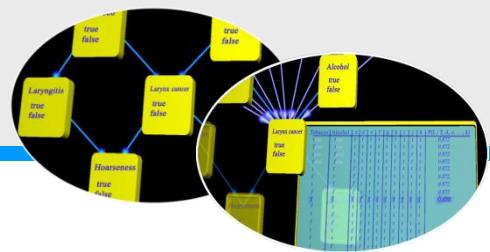
Please select the Symptoms of *Larynxcancer*:

# The modeller



**WIKIPEDIA**  
Die freie Enzyklopädie

**Collaborative  
expert modelling!**



Willkommen bei Wikipedia

Wikipedia ist ein Projekt zum Aufbau einer Enzyklopädie aus freien Tränen. Zu dem die mit daraus machen bezahlen!

Geographie | Geschichte | Gesellschaft | Kunst und Kultur | Politik

Artikel nach Themen · Alphabetischer Index · Artikel nach Kategorie · Kontakt · Preise · Statistik · Anderen Sprachen · Missachen · Hilfe

Wikipedia öffnen

Die aktuelle Spendekampagne ist angelöscht. Gespendet werden kann direkt an den Betreiber, die Wikimedia Foundation, oder an die als gemeinnützig anerkannte Vereine Wikimedia Deutschland e.V., Wikimedia CH und Wikimedia Österreich e.V.

Artikel des Tages

**Der Gürteltiere** (Gürteltiere) bilden die einzige überlebende Gürteltierfamilie der so genannten Gürteltier-Nebengelenktiere (Cingulata). Innerhalb dieses Ordnung sind sie weiter in Gürteltiere (Gürteltiere) und die südostasiatischen Teile Gürteltiere verbreitet. Der Großteil der Arten konzentriert sich auf zentrales Südostasien, kostet nicht aber nach zahlreiche weitere Verteiler bekannt. Ihre nächste Verwandten sind die Amibensaurier und Paukfüßer. Alle drei Gruppen weisen besondere Merkmalsbildung an der Wirbelsäule auf, die die gemeinsam die Überordnung der Nebengelenktiere (Xenarthra) bilden lassen, einer der vier größten Hauptgruppen der höheren Säugetiere. Als einzige bekannte Gürteltiergruppe der heutigen Zeit verfügen die Gürteltiere über eine indirekte äußere Fortpflanzung. Sie sind zudem weltweit an eine enzyklopädische Lebensweise angepasst und leben in unterschiedlichsten Ökosystemen in Erdkrallen, wobei sie zur diese Lebensweise durch intensive Skelettreduktionen angepasst sind. —Quelle

Autor: Wiliam eschelle und Incaesius Artikel RSS-Feed

Was geschah am 1. Dezember?

- 1934 – Papst Pius XI. verkündet das Dogma der Unbefleckten Empfängnis Mariens
- 1950 – Die Bischöfliche Comitee Caedel kommt zur Welt
- 1964 – Der Orton Suspension Bridge, eine Kettenbrücke über die Avon-Schlucht bei Bristol, wird ihrer Bestimmung übergeben
- 1974 – Im ersten Weltkrieg wird das deutsche Ostseeschiffswater im deutsch-brüderlichen Segeberger bei den Falklandinseln fast vollständig versenkt
- 1994 – Mit der Besetzung der Haininger Au protestieren österreichische Umweltaktivisten gegen die drohende Zeitstörung

In der Nachschau

Ehrelicher-Zack

- Reiko Ronneis
- Thüringen 96
- Schweinfurts
- Coporation 74
- Der Prinzen p
- des Prinzess

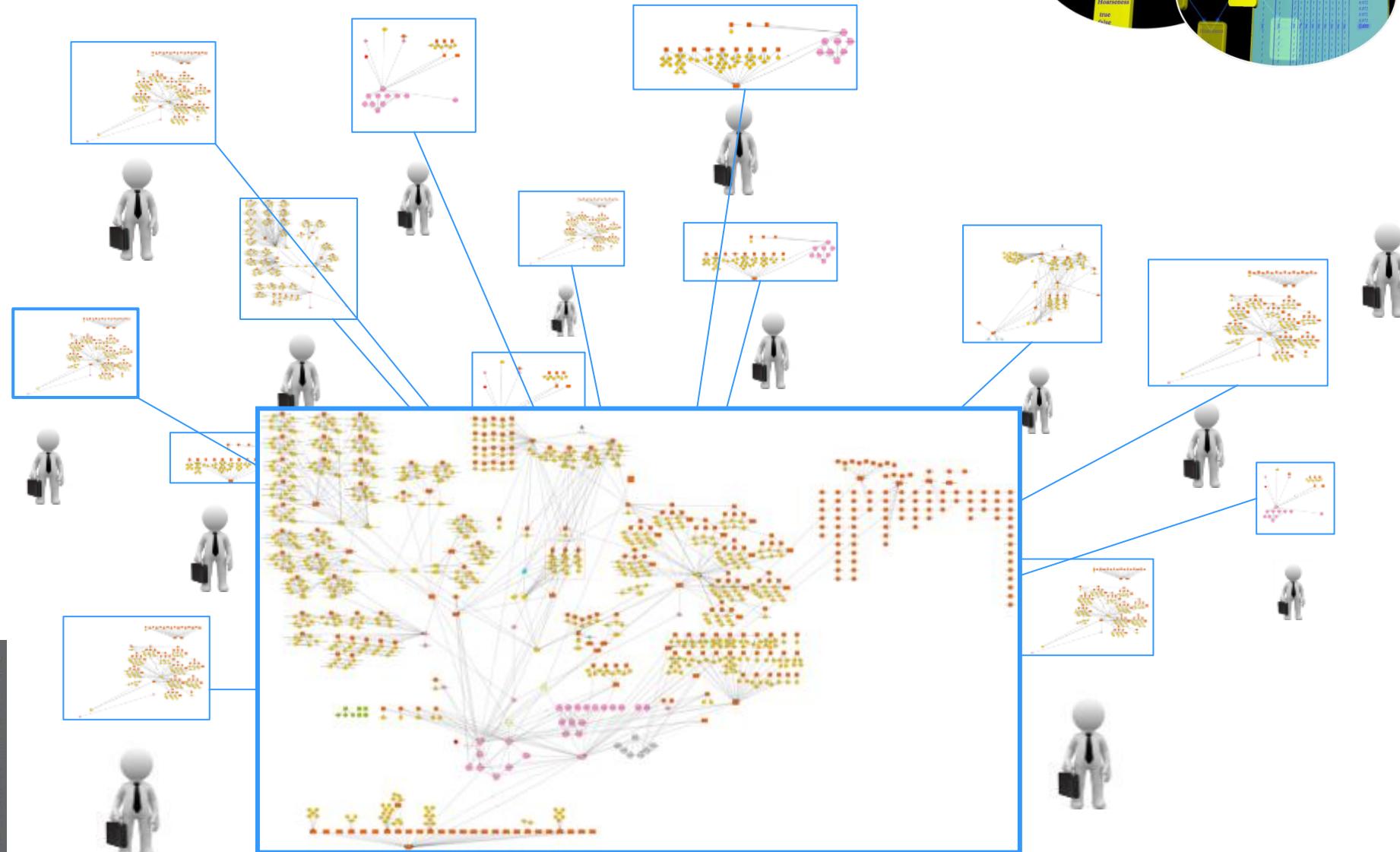
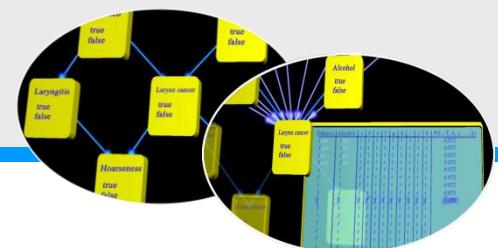
Kundlich: Wissens

- Manu Marica
- Ursula Voss
- Lars Herremans
- Mario Roura
- Jürgen Helm

Sachen gewusst

- Der Wissenschaftler in der Ostalst
- In ihren Tagen von Thessaloniki
- Als wenn es
- diese Karl Val
- Tony Niedhart

# Collaborative Expert Modelling

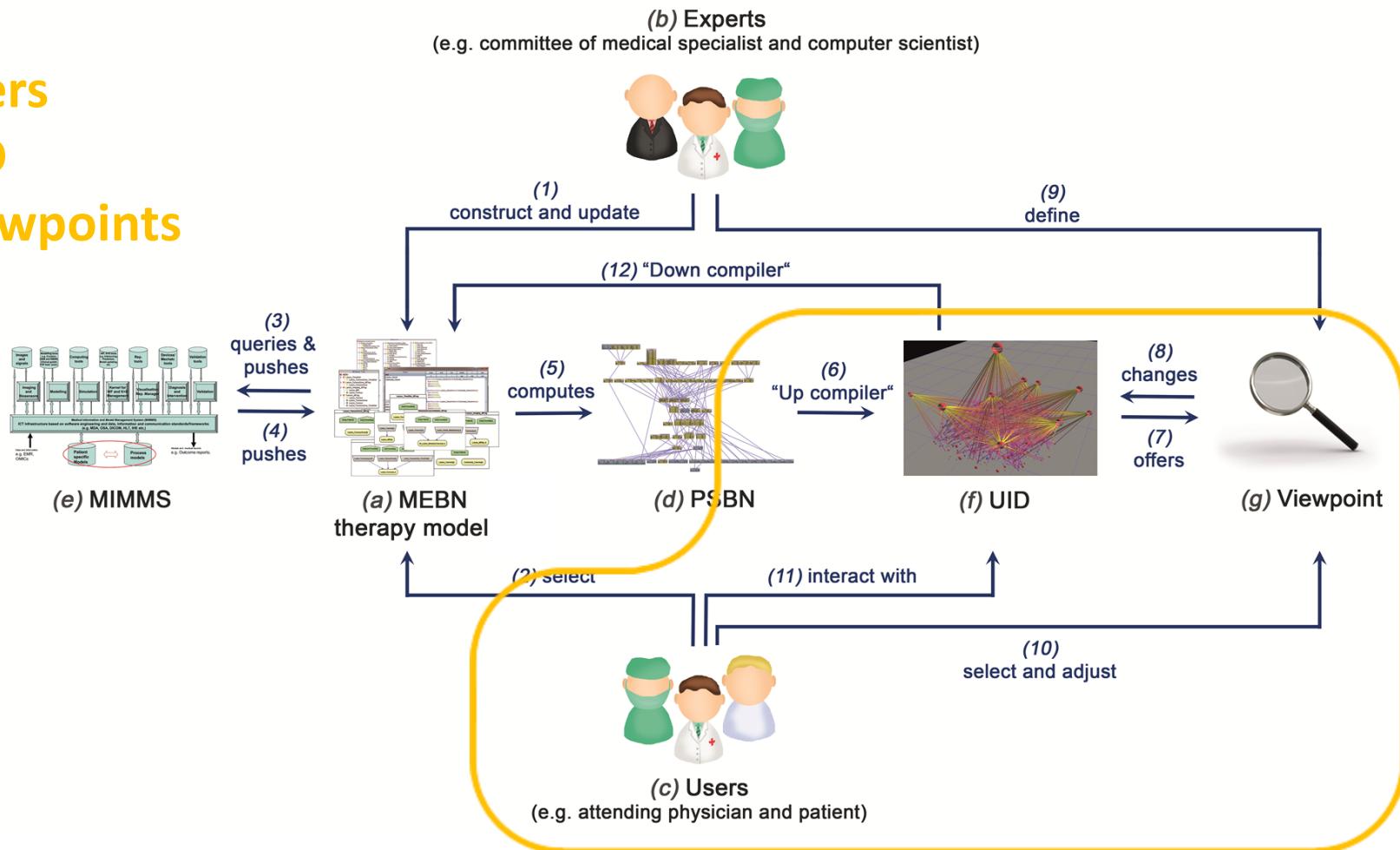


# Concept for a CDSS using BN

Users

UID

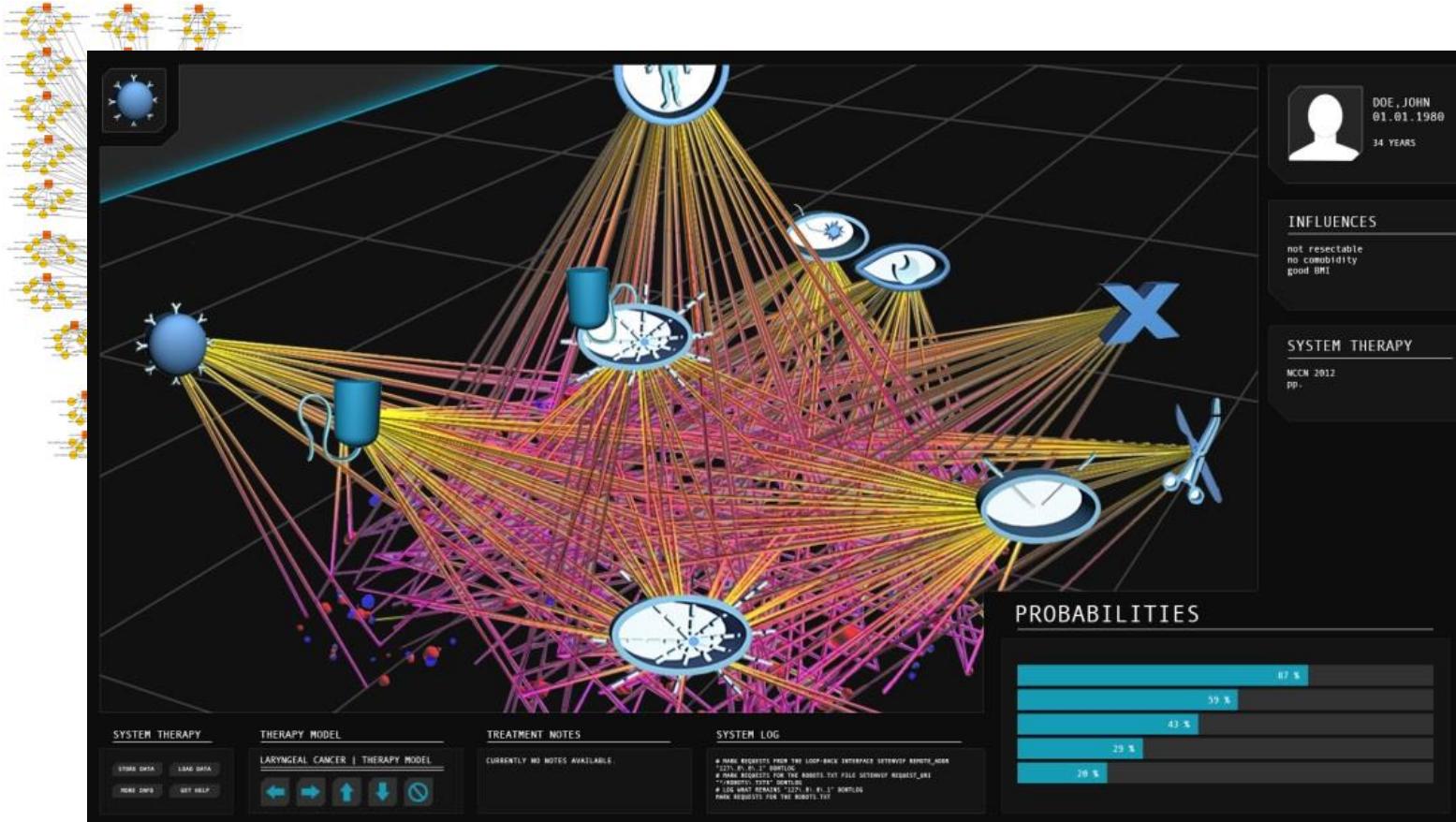
Viewpoints



Cypko MA, Stöhr M, Denecke K, Dietz A, Lemke H U. "User interaction with MEBNs for large patient specific treatment decision models with an example for laryngeal cancer" *Int J CARS*, 9 (Suppl 1), 2014.

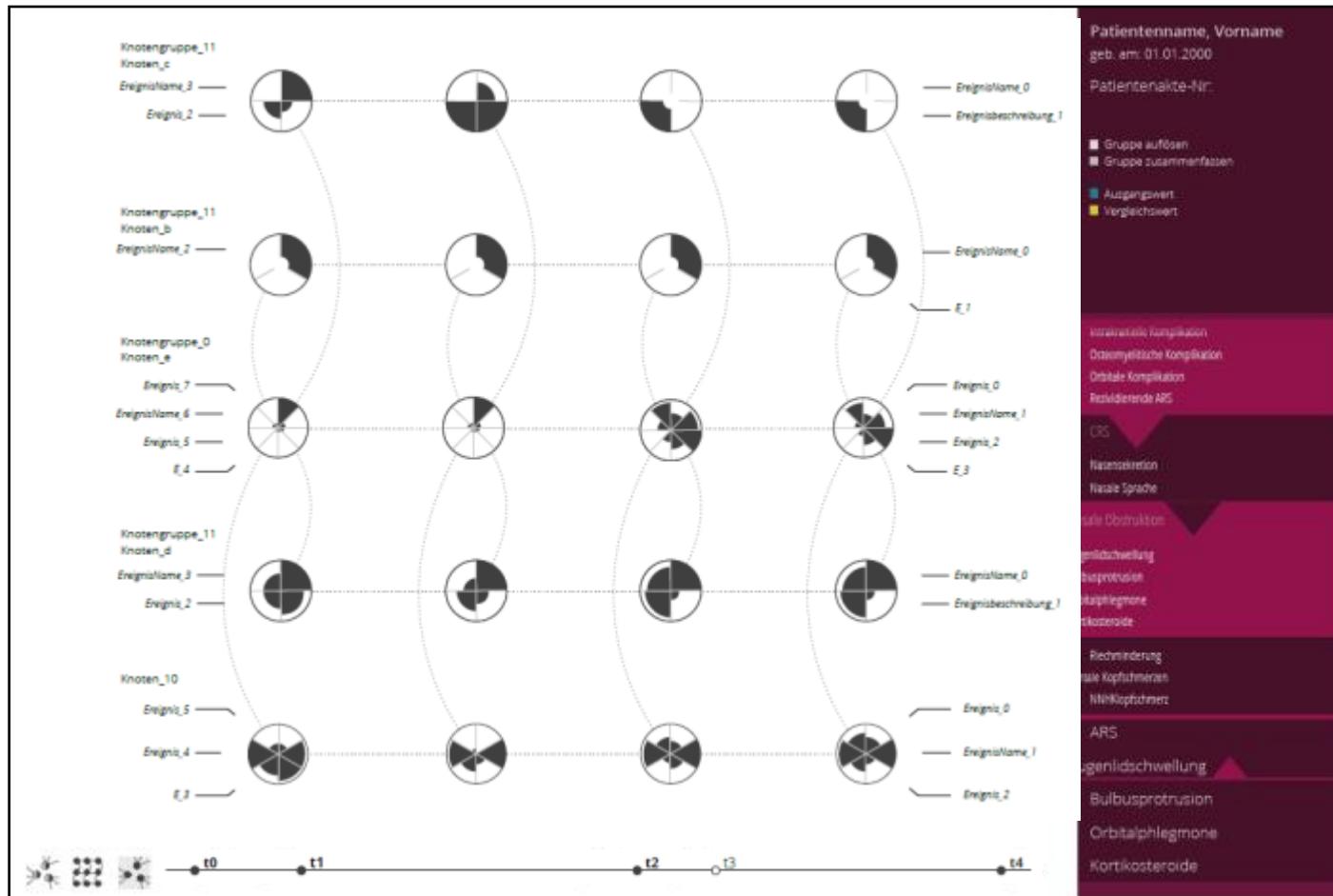
# GUI - Examples

Therapy decision model with an example of Laryngeal cancer



Lemke HU, Cypko MA, Warner D, Berliner L..3D++ Visualisation of MEBN Graphs and Screen Representations of Patient Models (PIXIE II). Stud Health Technol Inform. 2014;196:248-51.

# GUI for analyzing PSBNs

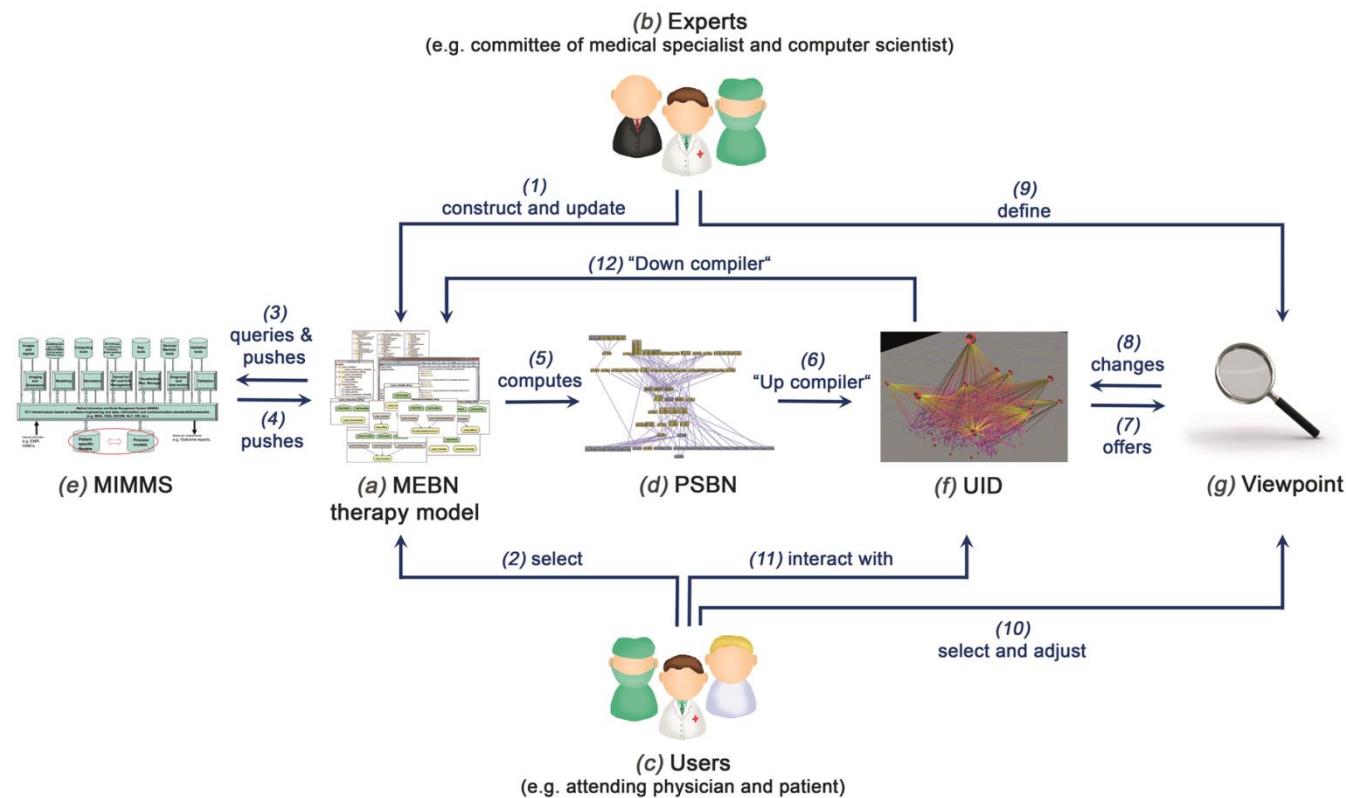


In cooperation with

Gesellschaft für  
Technische Visualistik

# Thank you!

# Questions?



# Meet our digital OR!



ZENTREN FÜR  
INNOVATIONSKOMPETENZ  
UNTERNEHMEN REGION  
Die Stoff-Innovationsallianz  
Neue Länder

UNIVERSITÄT LEIPZIG

Medizinische Fakultät

# DORS 2016

DIGITAL OPERATING ROOM  
SUMMER SCHOOL

12. - 17.09.2016 | LEIPZIG



FUNDED BY:



VolkswagenStiftung

CONTACT INFORMATION

web [www.iccas.de/dors](http://www.iccas.de/dors)

mail [info@iccas.de](mailto:info@iccas.de)

SUPPORTED BY:



DGBMT GERMAN SOCIETY FOR BIOMEDICAL  
ENGINEERING WITHIN VDE

