

Künstliche Intelligenz

Sebastian Iwanowski
FH Wedel

Kap. 4:

KI-Architektur: Wissensbasierte Systeme

4.2: Die verschiedenen Verarbeitungstechniken im Vergleich

Anwendungsbeispiel Technische Diagnose

Laufzeitsystem:

(heißt in wissensbasierten Systemen **Problemlösungsmaschine / Inferenzmaschine**)

Eingabe:

- Einstellung bestimmter Werte im System
- Beobachtung davon abhängiger Werte im System

Ausgabe:

- Eine eindeutige Anweisung, welche Komponenten wie repariert werden sollen

Darin unterscheiden sich verschiedene Diagnosesysteme

nicht voneinander !

Anwendungsbeispiel Technische Diagnose

Wissensverarbeitung:

1) Wissenserwerb: Eingabe in die Wissensbasis

- fallbasiert
 - regelbasiert (symptombasiert)
 - modellbasiert
- } als Alternativen

2) Struktur der Wissensbasis

- abhängig von Wissenserwerb

3) Verarbeitung des Wissens in der Problemlösungsmaschine

- abhängig von Struktur der Wissensbasis

Darin unterscheiden sich verschiedene Diagnosesysteme voneinander !

1. Symptombasierte Diagnose

Eingabe in die Wissensbasis:

- Verursachende bzw. sich manifestierende Fehler im Gesamtsystem
- Mögliche Symptome (Messwerte)
- Zusammenhang zwischen Fehlern und Symptomen (Regeln)
 - Symptome können das Vorliegen eines Fehlers erhärten bzw. sogar erklären
 - Symptome können das Vorliegen eines Fehlers ausschließen.

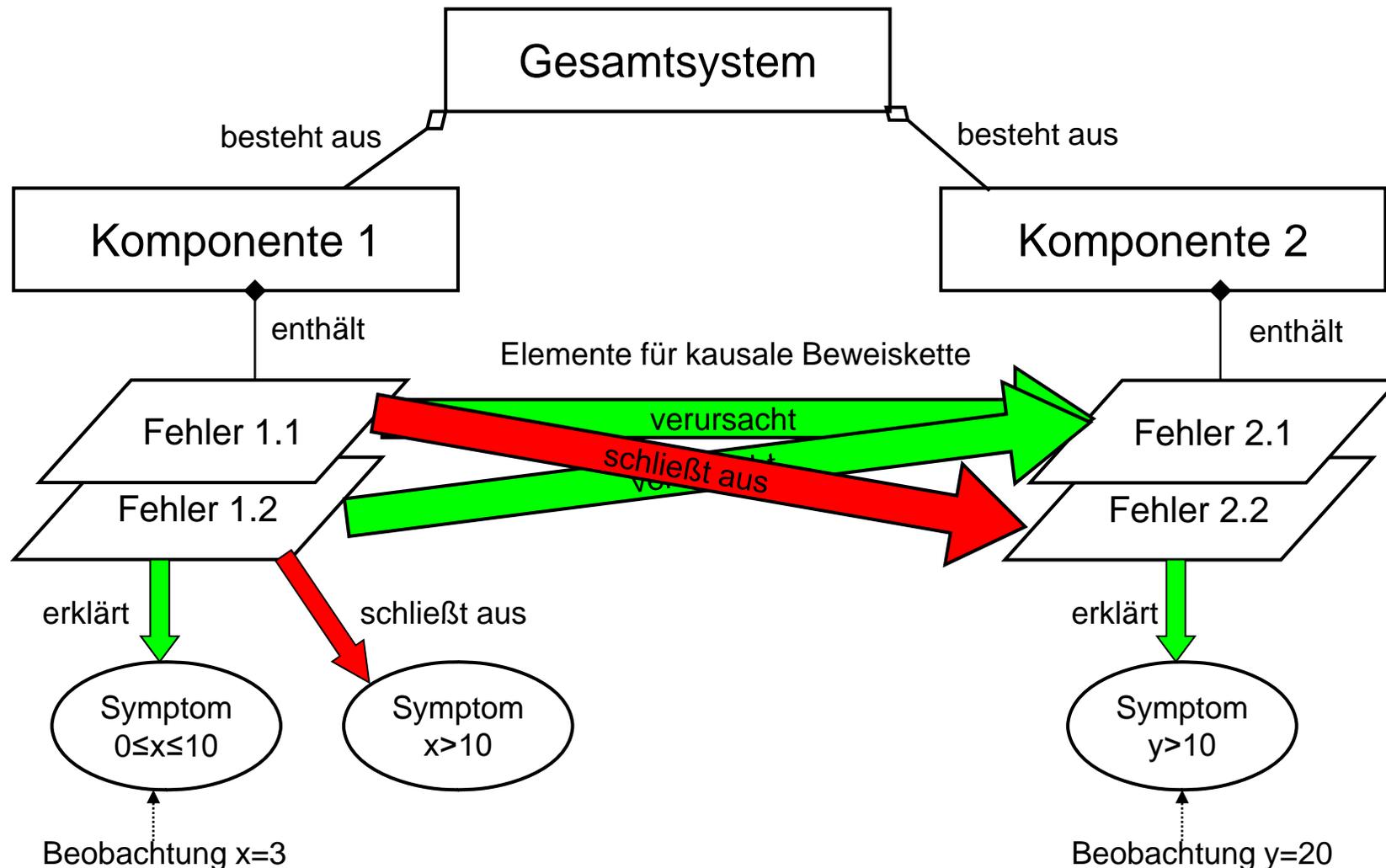
Struktur der Wissensbasis:

- Semantisches Netz
- Mögliche Strukturen:
 - Fehlernetzwerke
 - Entscheidungsbäume

Das ist die „klassische Expertensystemtechnik“

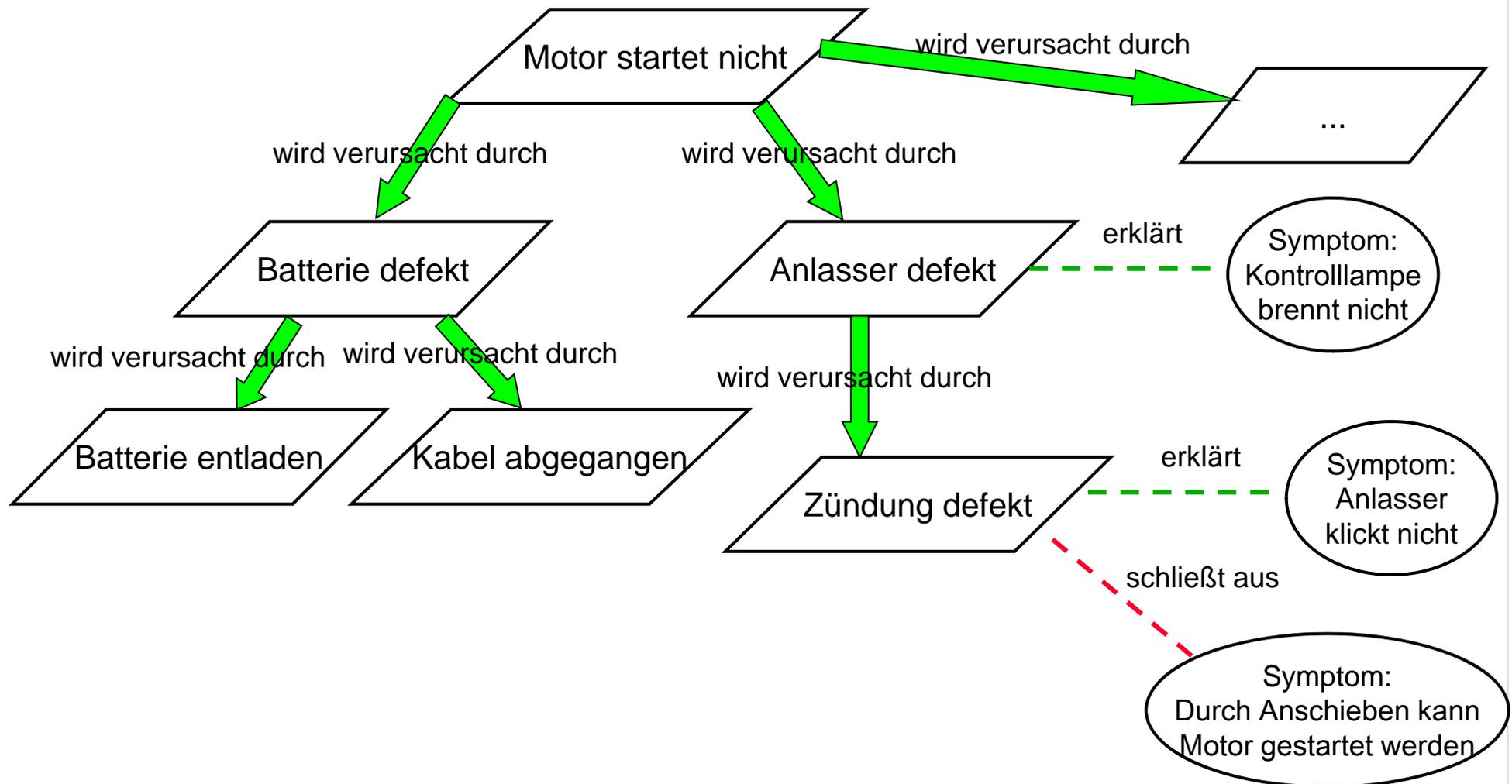
1. Symptombasierte Diagnose

Beispiel für die Elemente einer Wissensbasis:



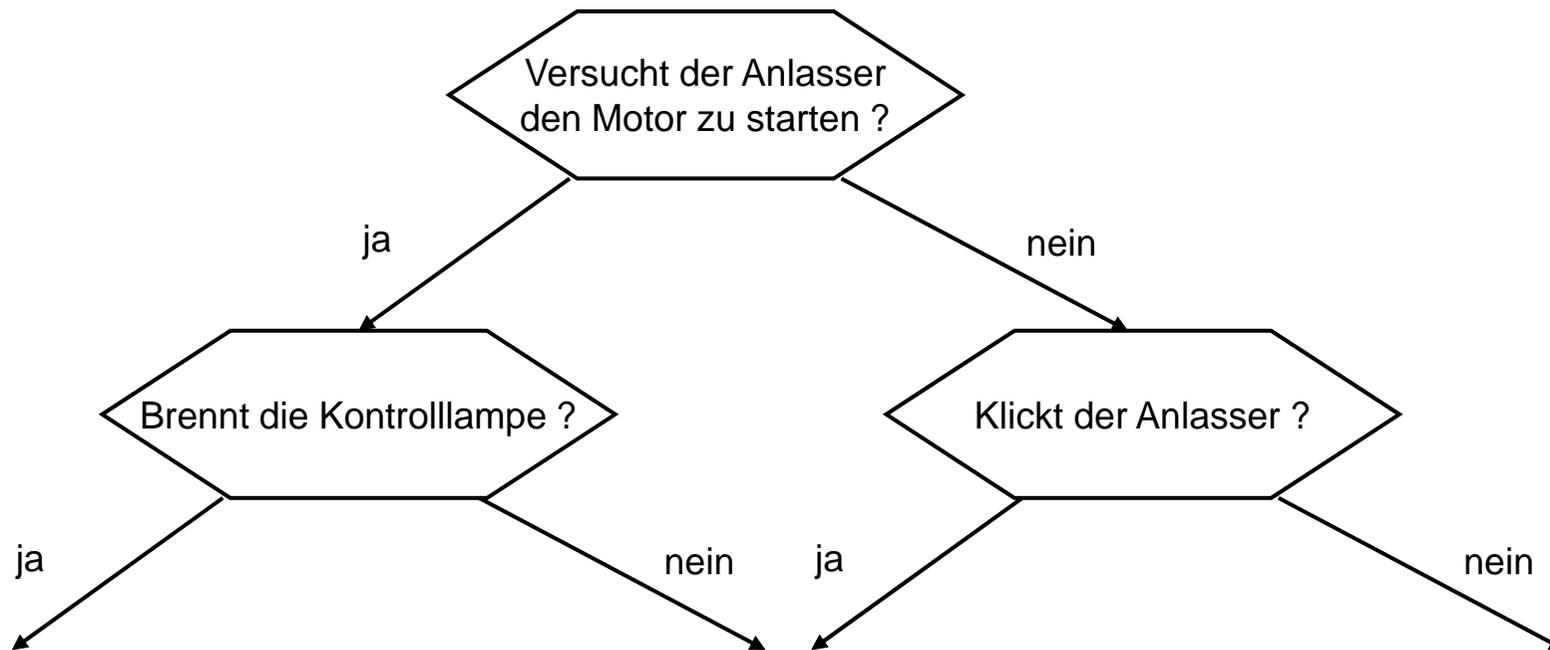
1. Symptombasierte Diagnose

Beispiel für einen Fehlerbaum:



1. Symptombasierte Diagnose

Beispiel für einen Entscheidungsbaum:



1. Symptombasierte Diagnose

Arbeit der Problemlösungsmaschine:

- **Navigation im semantischen Netz**
(z.B. Fehlerbaum oder Entscheidungsbaum)
- **Mögliche Startpunkte der Navigation:**
 - Vermutete Fehler
 - Beobachtete Symptome
- **Kernarbeit ist das Auswerten und Feuern von Regeln:**
 - Setze berechnete Resultate in die Prämissen von anderen Regeln ein.
 - Arbeite mit Wahrscheinlichkeiten bzw. Unschärfe für Regeln

↓
Eine solche Eingabe muss im Wissenserwerbssystem vorgesehen sein.

1. Symptombasierte Diagnose

Vorteile und Nachteile:

- **Die Wissensstruktur entspricht der Ausdruckweise vieler Experten.**
 - Ein Experte kann die Wissenserwerbskomponente leicht bedienen.
 - Die Füllung der Wissensbasis kostet sehr viel Zeit.
- **Das Wissen ist sehr zielgerichtet abgelegt.**
 - Die Diagnose der Laufzeitkomponente ist schnell.
 - Die Wissensbasis kann nicht leicht geändert werden.
 - Wiederverwendbarkeit ist grundsätzlich ein Problem.
 - Für wiederverwendbare Wissensbasen gibt es aber Lösungsansätze.

1. Symptombasierte Diagnose

Vorteile und Nachteile:

- **Die Wissensbasis enthält keine tiefere Struktur.**
 - Alle Anwendungsbereiche sind prinzipiell möglich.
 - Die Wissensbasis ist häufig unvollständig.
 - Die Wissensbasis ist unübersichtlich und kann daher schwer verifiziert werden.

↓
Viele Wissensbasen enthalten Fehler.

2. Fallbasierte Diagnose

Eingabe in die Wissensbasis:

- Fälle mit vollständigem Symptomvektor und zugehörigen Fehlern (eindeutig klassifiziert)

a) KI-klassisch, mit Ähnlichkeitsmaß:

- Ähnlichkeitsmaß für unvollständige Symptomvektoren (gewichtet häufig zwischen den verschiedenen Symptomtypen)

Struktur der Wissensbasis:

- Punkte im Vektorraum
- Ähnlichkeitsmetrik

Arbeit der Problemlösungsmaschine:

- Finde zu gegebenem neuen Vektor den ähnlichsten Symptomvektor in der Wissensbasis.
- Weise dem neuen Fall dieselben Fehler zu, die dem Referenzvektor in der Wissensbasis zugeordnet sind (u.U. mit Angabe der Treffsicherheit).

2. Fallbasierte Diagnose

Eingabe in die Wissensbasis:

- Fälle mit vollständigem Symptomvektor und zugehörigen Fehlern (eindeutig klassifiziert)

b) mit Neuronalen Netzen

- Neuronales Netz mit Eingabeschicht (für Symptomvektor) und Ausgabeschicht (für Fehler) sowie (optional) Zwischenschicht aus Knoten und Kanten, jeweils mit veränderbaren Gewichten.

Struktur der Wissensbasis:

- Punkte im Vektorraum
- Neuronales Netz mit konkret eingestellten Gewichten (abhängig von Symptomvektoren und zugehörigen Fehlern der Eingabe)

Arbeit der Problemlösungsmaschine:

- Lege gegebenen neuen Symptomvektor an die Eingabeschicht des neuronalen Netzes an.
- Lies die zugeordneten Fehler aus der Ausgabeschicht ab.

2. Fallbasierte Diagnose

Vorteile und Nachteile:

- **Das Verfahren ist einfach.**
 - Die Diagnose der Laufzeitkomponente ist schnell.
 - Der Wissenserwerb ist leicht automatisierbar.
 - Die Wissensbasis kann nur für Systeme erstellt werden, für die Erfahrungswissen vorhanden ist.
 - Die Wissensbasis nimmt sehr viel Speicherplatz ein (nur bei Ähnlichkeitsmetrik).

2. Fallbasierte Diagnose

Vorteile und Nachteile:

- **Die Wissensbasis enthält überhaupt keine andere Strukturinformation als das Ähnlichkeitsmaß.**
 - Alle Anwendungsbereiche sind gleich geeignet.
 - Die Problemlösungsmaschine kann unverändert für alle Anwendungsbereiche eingesetzt werden.
 - Die Wissensbasis ist schon bei einer kleinen Änderung des Systems nicht mehr zuverlässig einsetzbar.
 - Das Ähnlichkeitsmaß bzw. Neuronale Netz ist häufig willkürlich.
 - Jede Laufzeitdiagnose kann falsch sein.
 - Die Diagnose ist überhaupt nicht nachvollziehbar (nur für Neuronale Netze).

3. Modellbasierte Diagnose

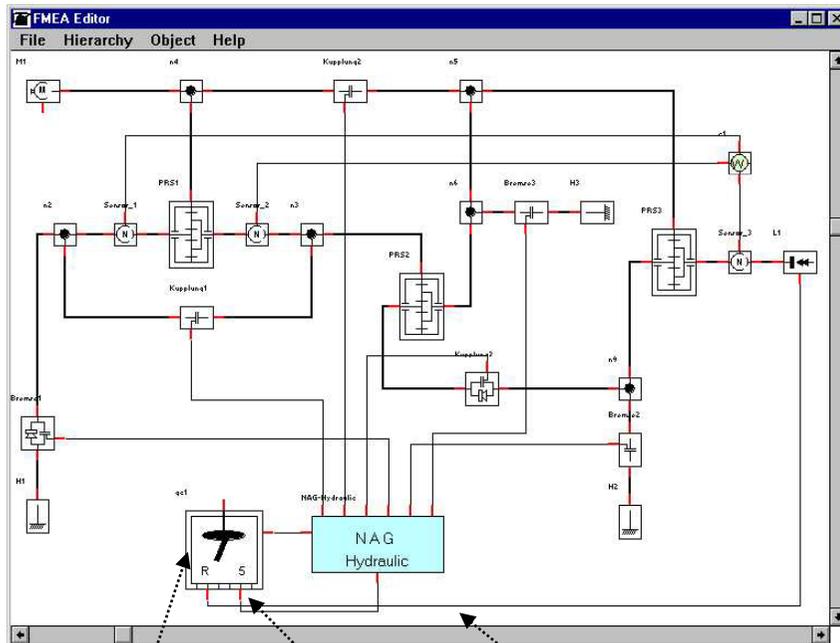
Ziel:

- schneller Wissenserwerb
- exaktes und nachvollziehbares Ergebnis der Problemlösungsmaschine

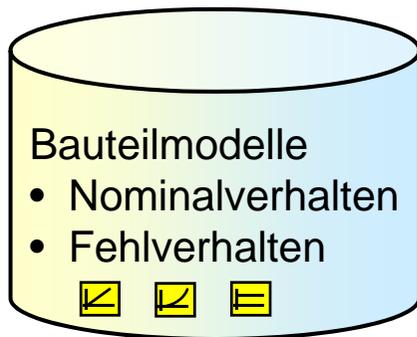
Schwierigkeit:

- schnelle Antwort der Problemlösungsmaschine zur Laufzeit

3. Modellbasierte Diagnose



Komponente Port Verbindung



Systemstruktur:

Welche Komponenten von welchem Typ sind wie miteinander verbunden ?

→ *erhältlich aus CAD-Daten*

Komponentenmodelle:

Wie ist die Abhängigkeit zwischen den Werten, die an den Verbindungspunkten einer Komponente anliegen ?

→ *pro Komponententyp einmal zu modellieren*

→ *Modell ist wiederverwendbar für alle Systeme, in denen Komponenten dieses Typs enthalten sind*

3. Modellbasierte Diagnose

Eingabe in die Wissensbasis:

- Hierarchische Struktur des Systems (Aufbau aus Komponenten)
- Komponentenmodelle

Struktur der Wissensbasis:

- Constraint-Netzwerk (automatisch zusammengebaut)
- Gliederung des Constraint-Netzwerks durch:
 - Zuordnung der Constraints zu Komponenten bzw. Ports
 - Zuordnung der Variablen zu Komponenten bzw. Ports

Vergleich der Wissensverarbeitungstechniken

Klassifizierung wissensbasierten Schließens



Vergleich der Wissensverarbeitungstechniken

	fallbasiert	symptombasiert	modellbasiert
schnell zur Laufzeit	++	++	o
schneller Wissenserwerb	++	o	+
steht zur Produkteinführung zur Verfügung	a) -- b) -	o	++
Aussagekraft der Diagnosen	a) o b) --	+	++