

Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

Sebastian Iwanowski
FH Wedel

Kap. 1:
Einführung und Überblick

Vorlesungsüberblick

Inhaltliche Voraussetzungen:

Diskrete Mathematik, Grundlagen der Theoretischen Informatik,
Programmieren I und II

hilfreich: Objektorientierte Programmiertechnik

Lernziele dieser Vorlesung:

Begeisterung für KI-Anwendungen und KI-Technologie

Kenntnis mehrerer Anwendungsgebiete von KI

Grobes Verständnis einiger Basistechnologien der KI

*Welche Anwendungsgebiete und Basistechnologien das sind,
wird im Laufe dieser Einführung vorgestellt.*

Was ist KI ?

Der Turing-Test



Eine Software verhält sich intelligent, wenn ein Mensch ihr Verhalten nicht vom Verhalten eines Menschen unterscheiden kann.

Anwendung: Medizinische Diagnose

Psychoanalyse: Eliza 1966: Joseph Weizenbaum, MIT

Computer nimmt psychotherapeutische Sitzung vor und reagiert so, „wie man sich das von einem Psychotherapeuten erwartet“.

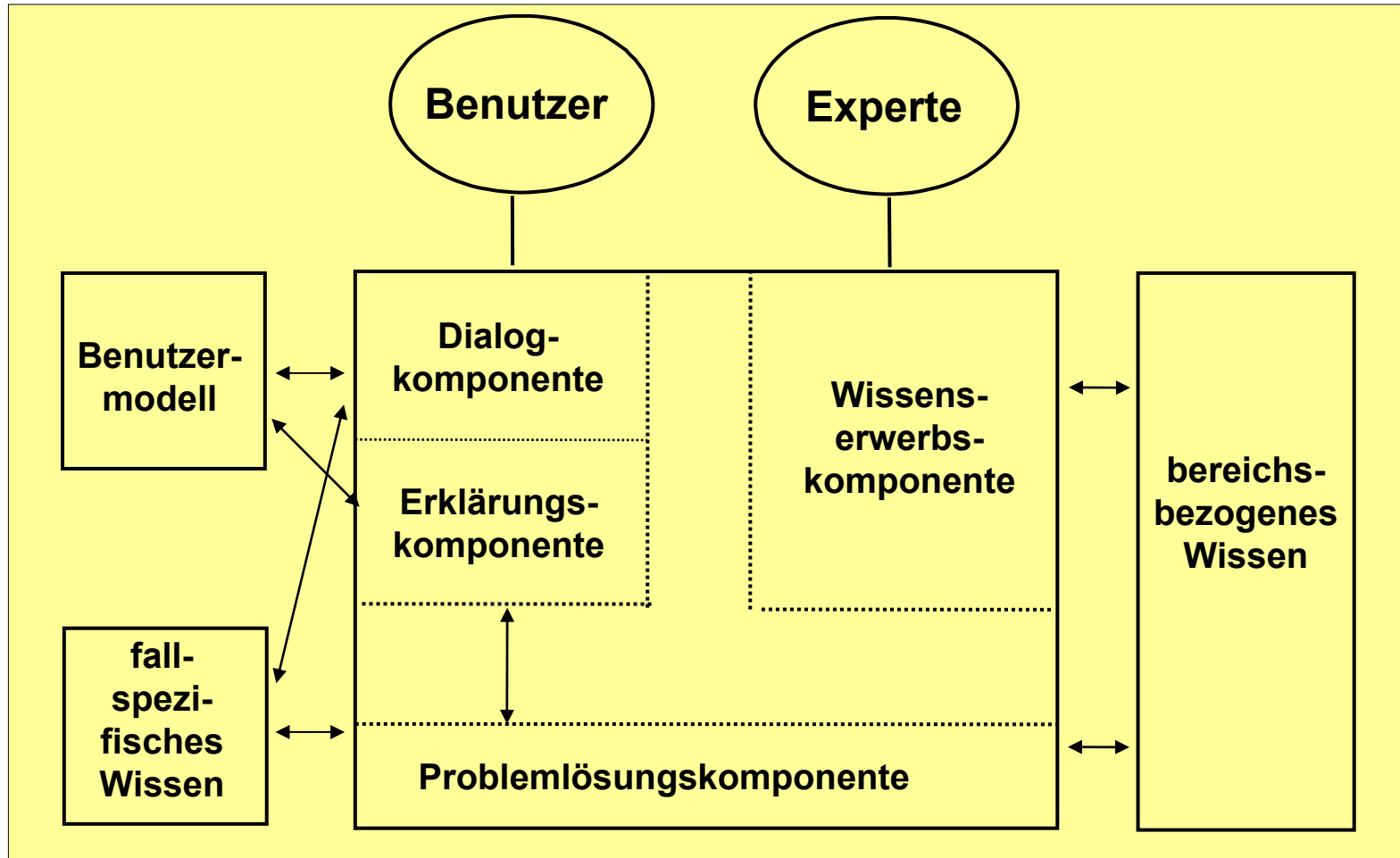
- **bestand bei vielen Menschen den Turing-Test**
- **eingebauter Sprachassembler und -composer**
- **Reaktionsregeln**

Medizinische Diagnose: Mycin 1972: University of Stanford

- **zur Diagnose und Therapie von Infektionskrankheiten**
- **arbeitete mit probabilistischen Regeln**
- **lieferte gute Trefferquoten**
- **wenig Akzeptanz bei Ärzten wegen Misstrauen gegen Computer**

Basistechnologie: Expertensystem

Architektur XPS (klassisch)



Anwendung: Technische Diagnose

Was ist Technische Diagnose?

Gegeben:

- Ein technisches System (z.B. Auto, Zug)
- Beobachtungen (z.B. Messwerte, Fehlercodes, Fahrerbeanstandung), nicht nominal.

Aufgabe:

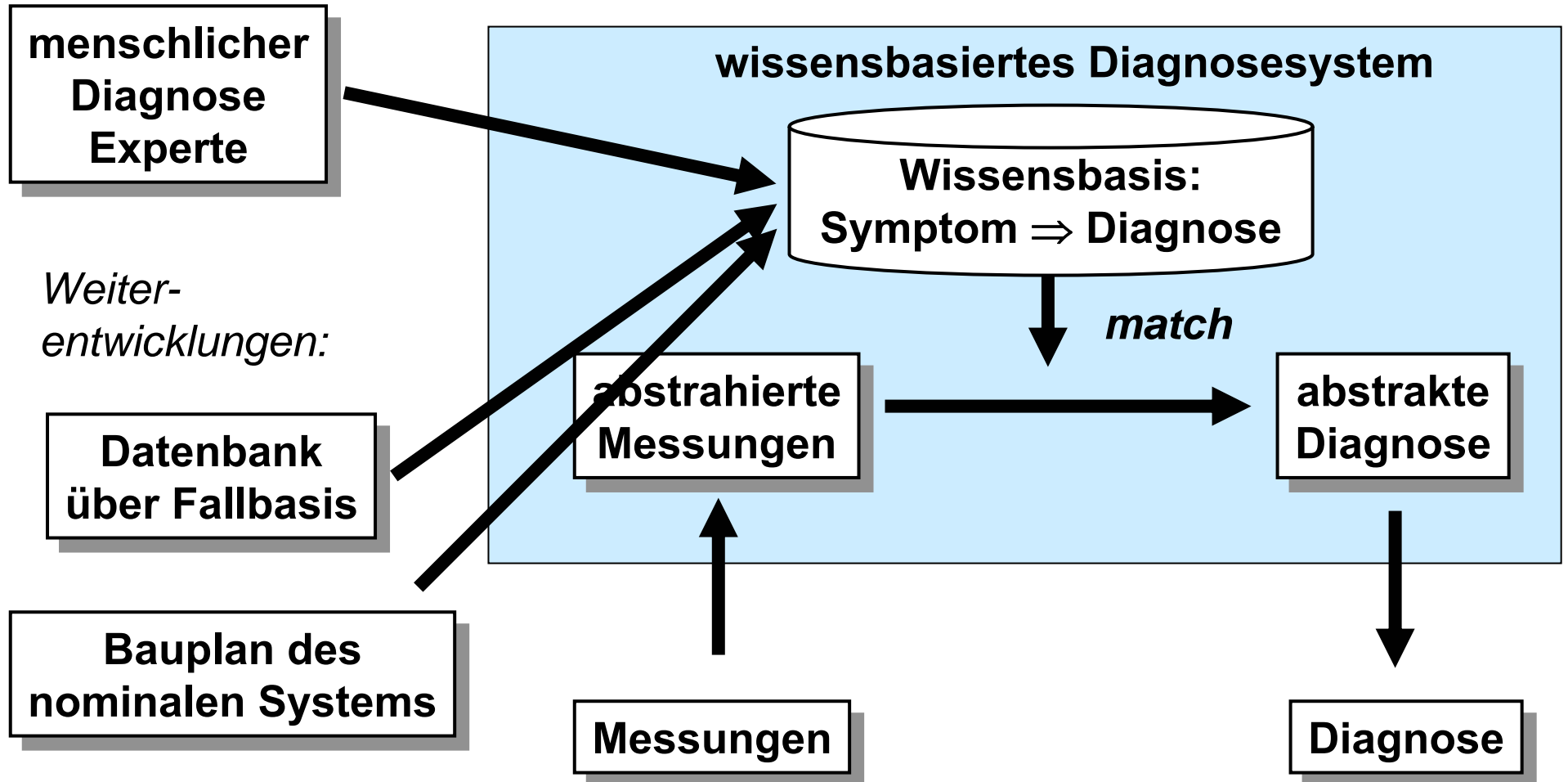
Bestimme,

- in welcher Weise das System defekt ist
- genau genug, dass das nominale Verhalten des Systems wiederhergestellt werden kann.



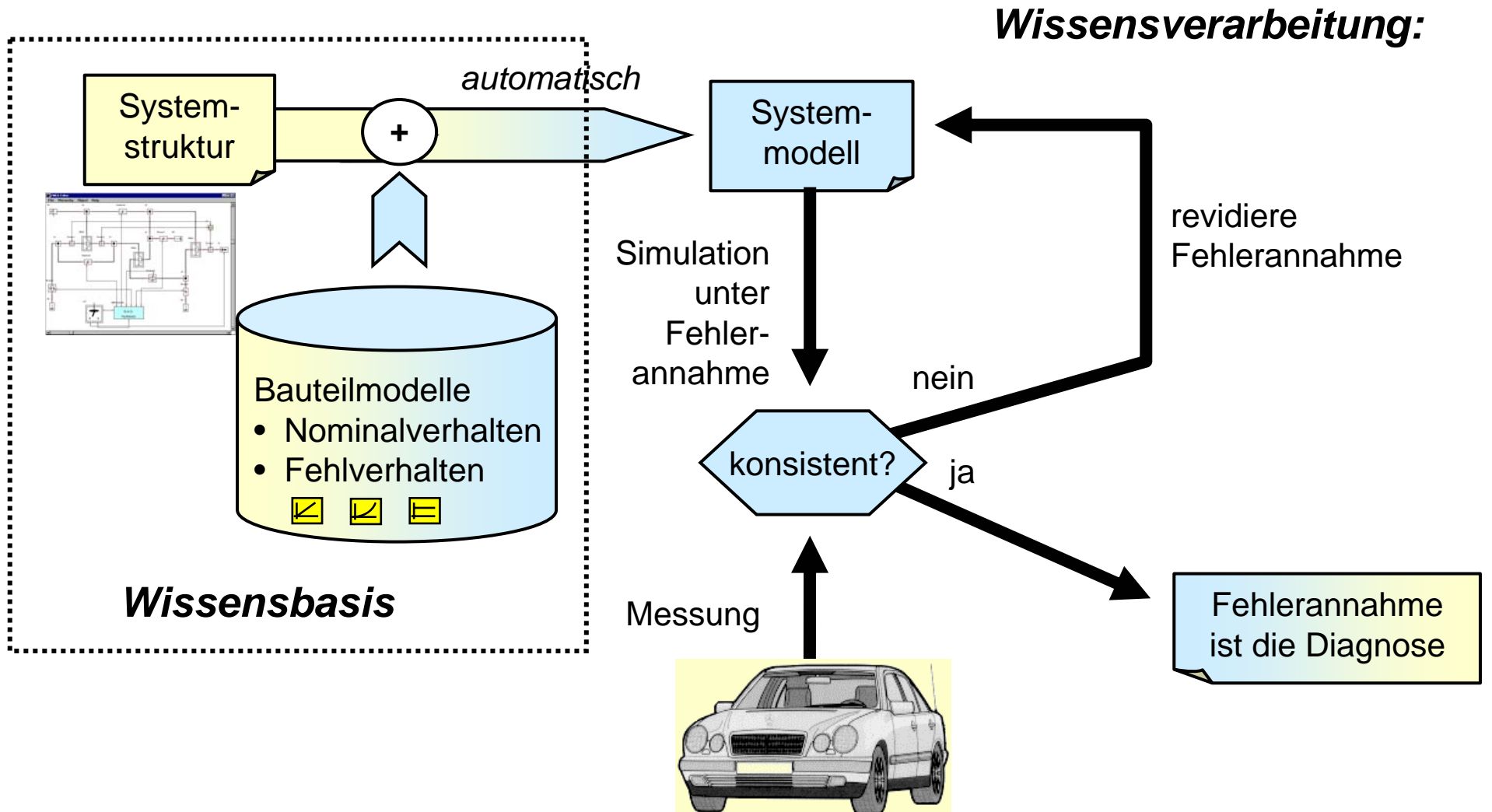
Anwendung: Technische Diagnose

1970er: Diagnose = heuristische Klassifikation

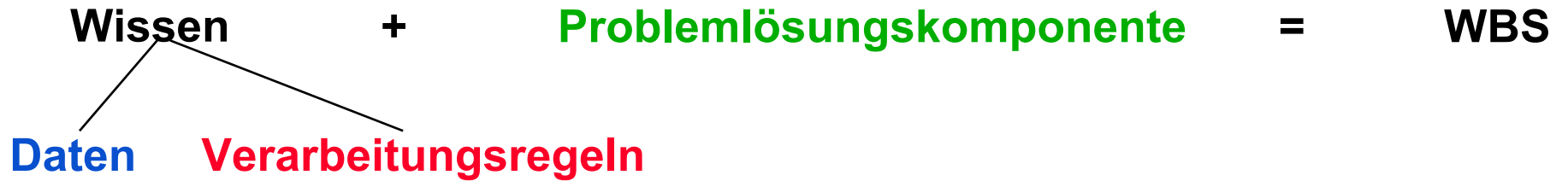


Anwendung: Technische Diagnose

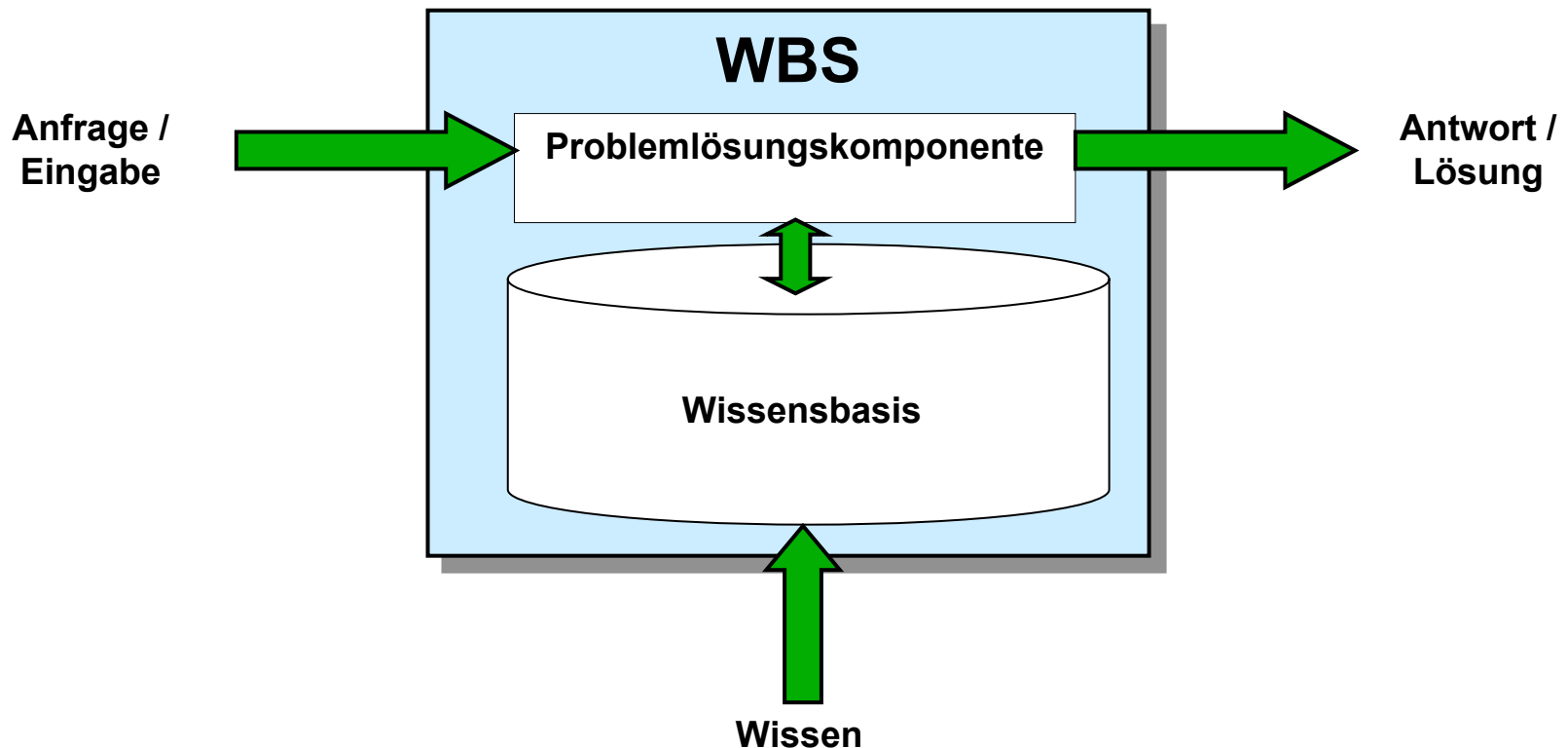
1980er: Diagnose = modellbasiertes Schließen



Basistechnologie: Wissensbasiertes System



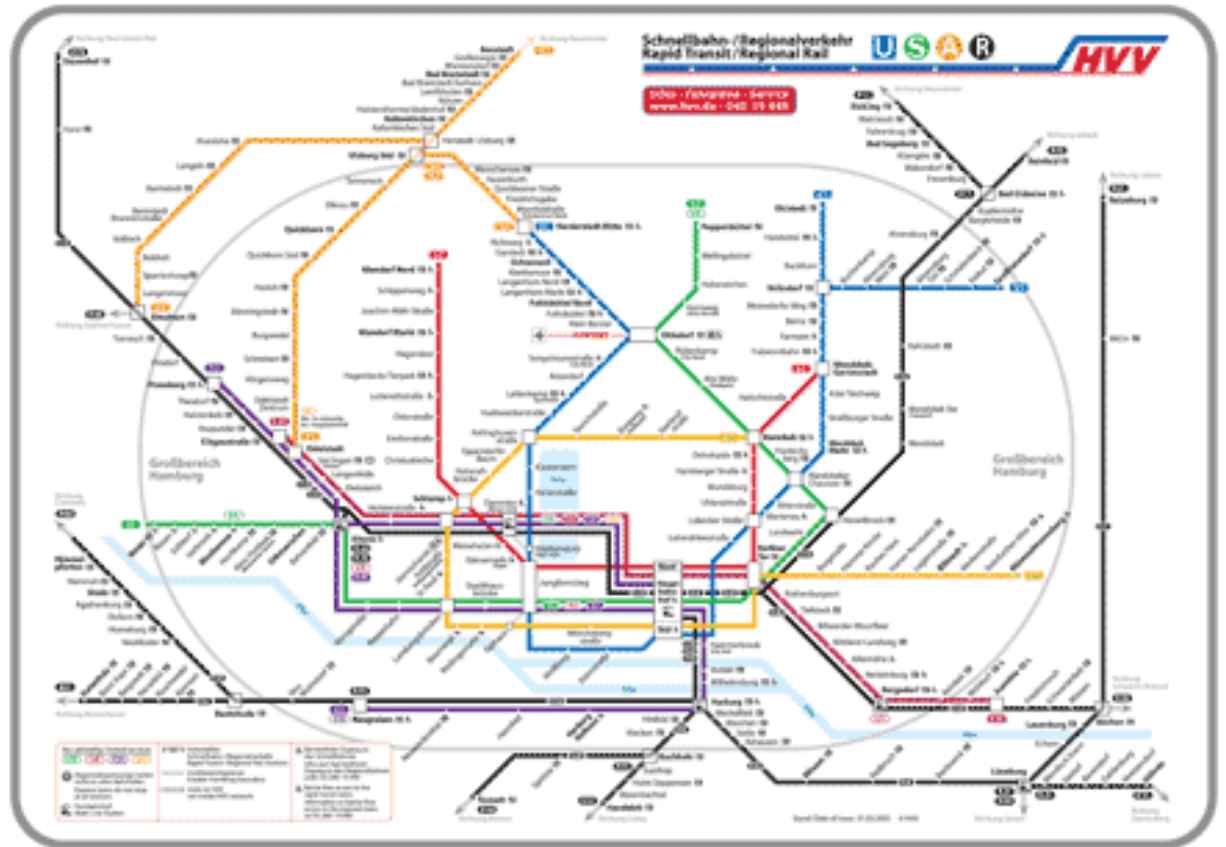
Architektur WBS (allgemeiner)



Anwendung: Fahrgastinformationssystem

Aufgabe:

Finde zu zwei Punkten A und B in einem gegebenen Verkehrsnetz den kürzesten Weg von A nach B, der ausschließlich Strecken dieses Verkehrsnetzes benutzt.



Lösung:

Algorithmus von Dijkstra

(siehe Vorlesung Diskrete Mathematik, Kap. 6, Graphentheorie)

A*-Algorithmus

Optimierungen durch weitere Heuristiken (z.B. Geofox für HVV)

Optimierungen durch preprocessing (z.B. Hafas für Deutsche Bahn)

Weitere Infos: Seminarvortrag und Ausarbeitung von Stefan Görlich, SS 2005, Nr. 5

Anwendung: Fahrgastinformationssystem

Statische Fahrgastinformation

Grundlage: Langzeitfahrplan

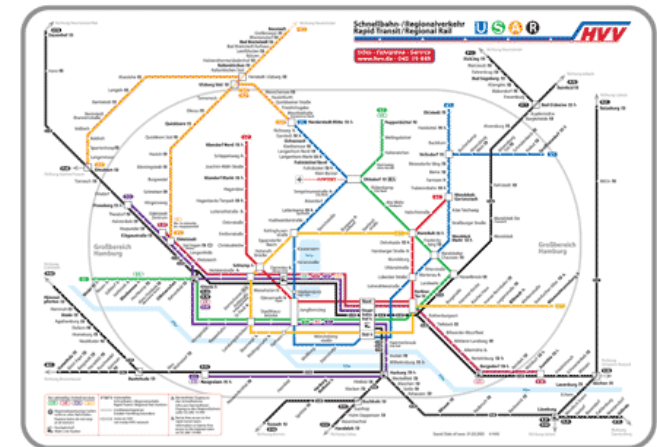
- Änderung zyklisch (Deutsche Bahn ca. einmal im Jahr)
- Anpassungen bei früh bekannten Störungen

Keine Information bei kurzfristigen Abweichungen

- Fahrgast erfährt Abweichung durch Nicht-Eintreffen des Fahrzeugs
- Bestimmung des Ausmaßes durch Warten

Statische Fahrgastinformationsmedien

- Fahrplan an Haltestellen
- Linienverlaufsanzeiger
- Routeninformation im Internet
- ...



Anwendung: Fahrgastinformationssystem

Dynamische Fahrgastinformation

Grundlage: Statische Fahrgastinformation

- Erweitert um aktuelle Verbindungslage

Information bei kurzfristigen Abweichungen

- Ursache für Abweichungen
- Abweichungsumfang
- Ersatzrouten

Dynamische Fahrgastinformationsmedien

- Lautsprecherdurchsagen
- Dynamische Anzeigegeräte
- ...



Linie	Ziel	Abfahrt in
2	S Hackescher Markt	1 min
6	U Schwartzkopffstr.	6 min
4	S Hackescher Markt	10 min
3	S Hackescher Markt	14 min
5	S Hackescher Markt	15 min

Spandauer Straße



Anwendung: Fahrgastinformationssystem

Personalisierte Dynamische Fahrgastinformation (PDFIS)

Masterarbeit von Michael Schiefenhövel (WS 2005/2006)

Filterung von Informationen für den Fahrgast

- nur die Informationen, die er benötigt
- keine verwirrenden Mehrinformationen
- sowohl statische als auch dynamische FG-Informationen

Erstellung von Mehrwertdiensten

- Routenberechnung aktualisiert an konkrete Lage
- Touristeninformation

Personalisierte Fahrgastinformationsmedien

- Persönliche Auskunft (über Handy, etc.)
- Multimediaterminals

Anwendung: Straßennavigation

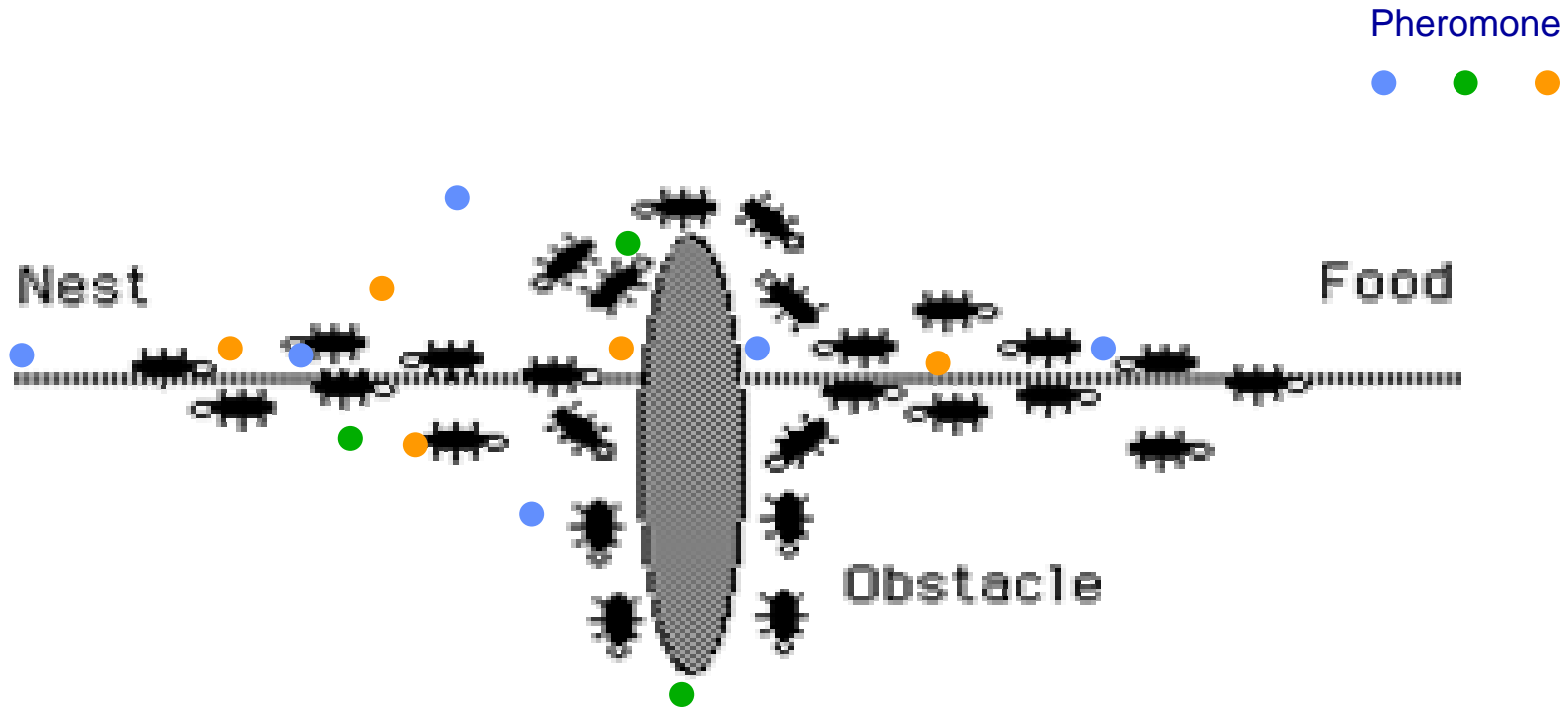
Unterschiede bei Übertragung auf Straßenverkehr:

- **Streckennetz ist wesentlich dichter**
- **keine Fahrpläne bzw. Öffnungszeiten**
- **Fahrzeiten hängen sehr stark von Belegungsdichte ab**
- **Verkehrsträger werden nicht zentral gesteuert**

Anwendung: Straßennavigation

Schwarmintelligenz: Pheromonbasierter Ansatz

Ameisen auf Futtersuche



Anwendung: Straßennavigation

Schwarmintelligenz: Pheromonbasierter Ansatz

Analogon: Autos auf Routensuche



Basistechnologie: Schwarmintelligenz

- **viele kleine autonome Einheiten, die einzeln nicht viel können**
- **Gesamtorganismus kann mehr als die Summe der Einheiten**
- **festes Regelwerk für Gesamtorganismus**
- **anytime-Eigenschaft**

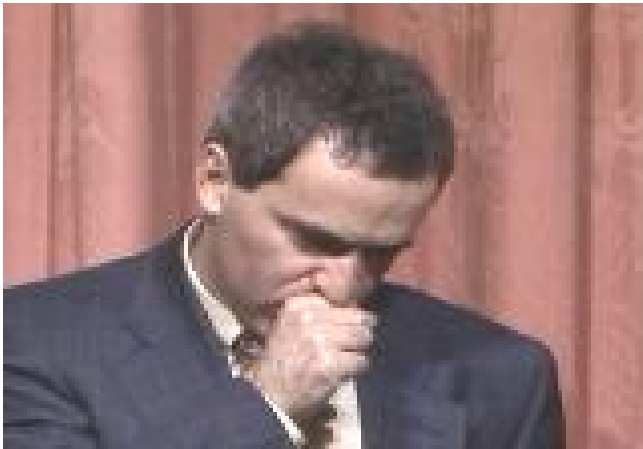
Anwendung: Spiele-KI

Schachcomputer

(Bsp. für rundenbasiertes Spiel)

Meilenstein 1997:

Kasparov 2.5 – Deep Blue 3.5



Weitere infos: <http://www.research.ibm.com/deepblue>



Anwendung: Spiele-KI

Beispiele für Echtzeit-Strategiespiele:



Half Life



Command + Conquer 3

Anwendung: Spiele-KI



Echtzeit-Strategiespiele

Typische KI-Anforderungen:

- Wegfindung und Terrainanalyse
- Ressourcen-Planung
- Taktiken und Strategien

Quelle: Seminarvortrag und Ausarbeitung von Julian Huppertz, SS 2007, Nr. 1

Basistechnologie: Suchstrategien

- **Konstruktion von Suchräumen**
- **Uninformierte Suchstrategien**
 - **Breitensuche**
 - **Tiefensuche**
 - **kombinierte Suche**  **Spezialfall: Dijkstra-Algorithmus**
- **Informierte Suchstrategien**
 -  **Spezialfall: A*-Algorithmus**

Definitionen von KI

Systeme, die wie Menschen denken	Systeme, die rational denken
<p>„Die aufregende und neuartige Anstrengung, Computern das Denken beizubringen, ... KI will die Sache selbst: Maschinen mit Verstand, im vollen und wörtlichen Sinne.“ (Haugeland, 1985)</p> <p>„[Die Automatisierung von] Aktivitäten, die wir dem menschlichen Denken zuordnen, Aktivitäten wie beispielsweise Entscheidungsfindung, Problemlösung, Lernen ...“ (Bellman, 1978)</p>	<p>„Die Studie mentaler Fähigkeiten durch die Nutzung programmier-technischer Modelle.“ (Charniak und McDermott, 1985)</p> <p>„Die Studie der Programmtechniken, die es ermöglichen, wahrzunehmen, logisch zu schließen und zu agieren.“ (Winston, 1992)</p>
Systeme, die wie Menschen agieren	Systeme, die rational agieren
<p>„Die Kunst, Maschinen zu schaffen, die Funktionen erfüllen, die, werden sie von Menschen ausgeführt, der Intelligenz bedürfen.“ (Kurzweil, 1990)</p> <p>„Die Studie, wie man Computer dazu bringt, Dinge zu tun, bei denen ihnen momentan der Mensch noch überlegen ist.“ (Rich und Knight, 1991)</p>	<p>„Computerintelligenz ist die Studie des Entwurfs intelligenter Agenten.“ (Poole et al., 1998)</p> <p>„KI ... beschäftigt sich mit intelligentem Verhalten in künstlichen Maschinen.“ (Nilsson, 1998)</p>

Definitionen aus Russell / Norvig

Definitionen von KI

KI beschäftigt sich mit Problemen, die

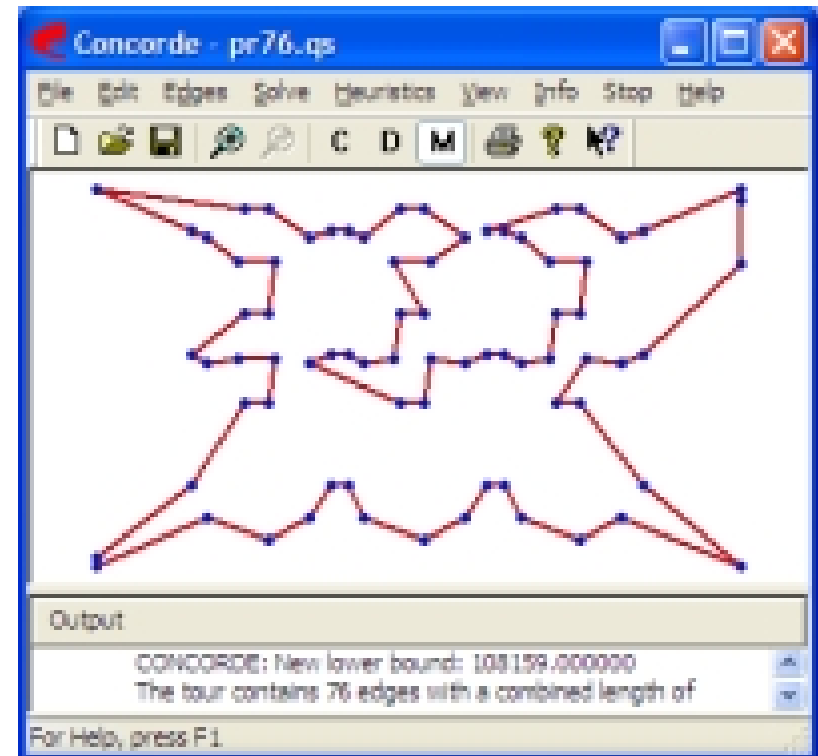
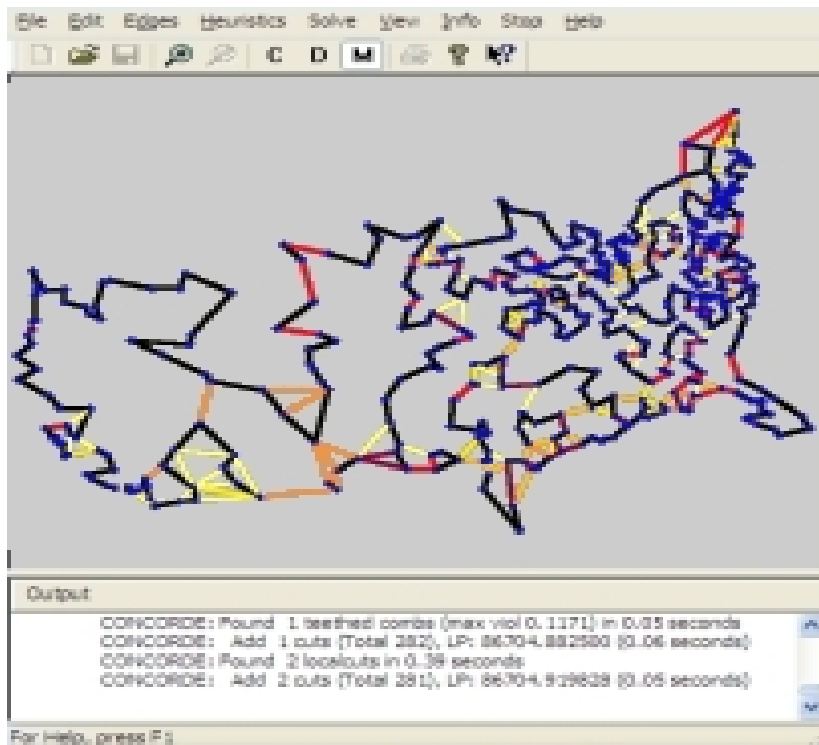
- **in der Praxis relevant sind.**
- **häufig nicht exakt spezifiziert werden können.**
- **NP-vollständig sind, wenn sie exakt spezifiziert werden können.**

Definition iw

Anwendung: Das Traveling Salesman Problem (TSP)

Beispiel für ein NP-vollständiges Problem:

Finde zu einer gegebenen Menge von Städten mit gegebenen Entfernungen die kürzeste Rundreise, die jede Stadt genau einmal durchquert.



Quelle: <http://www.tsp.gatech.edu//index.html>

Anwendung: Das Stundenplanproblem (Scheduling)

Gegeben endliche Mengen Fächer, Räume, T(Zeiten)

Aufgabe: Generierung einer injektiven Funktion $F \rightarrow R \times T$

Nebenbedingungen:

- **Bestimmte Fächer dürfen nicht zur selben Zeit stattfinden**
- **Nicht jedes Fach darf zu jeder Zeit stattfinden**
- **Nicht jedes Fach darf in jedem Raum stattfinden**

Weiche Kriterien (dürfen verletzt werden):

- **Bestimmte Fächer sollen zu bestimmten Zeiten möglichst nicht stattfinden**
- **Bestimmte Fächer sollten möglichst hintereinander stattfinden**
- **Bestimmte Fächer sollten möglichst nicht am selben Tag stattfinden**

Optimierungsfunktion:

- **Möglichst wenige Verletzungen von weichen Kriterien**
- **Möglichst wenige Freistunden für Studiengänge**
- **Möglichst gleichmäßige Verteilung auf verschiedene Tage für ...**

Basistechnologie: Constraint Satisfaction Problem (CSP)

Spezifikation eines CSP:

- **Variablenmenge**
- **Definitionsbereiche (Domains)**
- **Constraints: Beziehungen zwischen den Variablen (harte und weiche)**
(in der Regel Gleichungen oder Ungleichungen)
- **Optimierungskriterium**
(in der Regel Funktion der Variablen, die minimiert oder maximiert werden soll)

gültige Lösung:

Belegung aller Variablen mit Werten, sodass alle harten Constraints erfüllt sind

optimale Lösung:

gültige Lösung, die das Optimierungskriterium optimiert

Vielfältige Anwendungsmöglichkeiten in Fragestellungen der Logistik

Merkmale klassischer KI-Lösungen

Intelligente Lebewesen können auch sehr allgemeines Wissen verarbeiten:
Je allgemeiner, desto intelligenter

Allgemeine Verarbeitungsfähigkeiten benötigen allgemeine
Beschreibungsmöglichkeiten für die Daten und Verarbeitungsregeln

Die allgemeinste objektive Beschreibungssprache
ist die Sprache der mathematischen Logik.

**Daher arbeiten traditionelle KI-Verfahren mit logischen
Beschreibungssprachen.**

- Probleme:**
- **Aufgaben liegen häufig anders formuliert vor.**
 - **Allgemeinheit geht auf Kosten der Effizienz.**

Basistechnologie: Logische Programmiersprache

- **Input:**
Spezifikation des Problems mit logischer Beschreibungssprache
- **Output:**
Antwort in logischer Beschreibungssprache
- **automatisch:**
Generierung des Outputs aus Input
- **Zur Effizienzverbesserung:**
Beeinflussung der Generierung des Outputs aus Input

Merkmale klassischer KI-Lösungen

Der klassische Gegensatz von verschiedenen
Forschergemeinden in der Informatik:

KI vs. Algorithmik

- flexibel
- kundensorientiert
- exakt
- effizient

Das muss kein Widerspruch sein!

Zusammenfassung Kapitel 1

KI-Ziele für die SW-Lösungen

- **Allgemeinheit**
- **Flexibilität, Erweiterbarkeit**
- **Erklärbarkeit der Antworten** (nur „klassische“ KI)

Typisch verwendete Tools und Methoden in der KI

- **Logische Programmiersprachen (PROLOG)**
- **Objektorientierte Programmiersprachen (Smalltalk)**
- **Funktionale Programmiersprachen (Lisp)**
- **Verteilte Systeme (Neuronale Netze, Multiagentensysteme, Schwarmintelligenz)**

Zusammenfassung Kapitel 1

Anwendungsgebiete der KI:

- **Diagnose**
 - Medizinische Diagnose
 - Technische Diagnose

- **Optimierungsprobleme mit dynamischen Parametern**
 - Fahrgastinformationssysteme
 - Straßenverkehrsnavigation
 - Logistik (TSP, Scheduling)

- **Spiele, in denen die Maschine andere Spieler simuliert**
 - rundenbasiert
 - Echtzeit

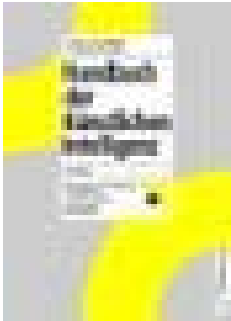
Zusammenfassung Kapitel 1

Basistechnologien der KI:

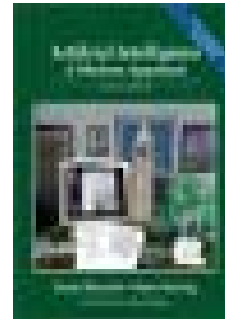
- **Wissensbasierte Systeme (Spezialfall: Expertensysteme)**
 - Trennung in Wissen und Inferenzmaschine
 - Intelligenter Wissenserwerb und Wissensrepräsentation
 - Hauptfokus: Wiederverwendung
- **Schwarmintelligenz**
 - verteilt
 - statistisch
 - nebenläufige Aktualisierung
- **Suchstrategien**
 - uninformiert vs. informiert
 - Suche nach gültigen und möglichst guten Lösungen
- **Logische Programmiersprachen**
 - **Was** wird vom Menschen spezifiziert
 - **Wie** wird automatisch generiert

Literatur

KI allgemein:



Günter Görz / Claus-Rainer Rollinger /
Josef Schneeberger: *Handbuch der
Künstlichen Intelligenz*
Oldenbourg 2000 (3. Auflage), ISBN 3-
486-25049-3



Stuart Russell / Peter Norvig:
*Artificial Intelligence: A Modern
Approach*,
Pearson 2003 (2. Auflage),
ISBN 0-13-080302-2

Wolfgang Ertel / Josef Schneeberger: *Grundkurs Künstliche Intelligenz*
Vieweg 2009 (2. Auflage), ISBN 987-3-8348-0783-0

spezielle Gebiete der KI:

Christoph Beierle / Gabriele Kern-Isberner: *Methoden Wissensbasierter Systeme*,
Vieweg 2008 (4. Auflage), ISBN 978-3-8348-0504-1

Marco Dorigo / Thomas Stützle: *Ant Colony Optimization*, MIT Press 2004, ISBN 0-262-04219-3