

Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

1 Einführung

Organatorisches, Motivation,
Herangehensweise

Volker Steinhage

Inhalt

- Organisation: **wer macht was wann und wo?**
- Vorlesungsunterlagen: **Folien und Literatur**
- Motivation und Herangehensweise: **wozu KI und was ist KI?**
- Historie und Gegenwart der KI
- Überblick zur Vorlesung

Organisatorisches: wer wo wann?

Vorlesung: Di, Do 10:15 – 11:45 Uhr, Hörsaal A207, Römerstraße

- **Dozent:** Priv.-Doz. Dr. Volker Steinhage, steinhage@cs.uni-bonn.de

Übungen:

- **Zeit und Ort:**

Gruppe 1: Mo 12:00 - 14:00 Uhr, A121, Gruppe 2: Di 14:00 - 16:00 Uhr, A121

Gruppe 3: Di 16:00 - 18:00 Uhr, A121, Gruppe 4: Mi 10:00 - 12:00 Uhr, A121

Gruppe 5: Do 12:00 - 14:00 Uhr, A121, Gruppe 6: Do 14:00 - 16:00 Uhr, A121

- **Start:** ab Montag, den 18.4.2016

- **TutorInnen:**

Fabian Barmscheidt (Gruppen 2 und 3), barsche@informatik.uni-bonn.de

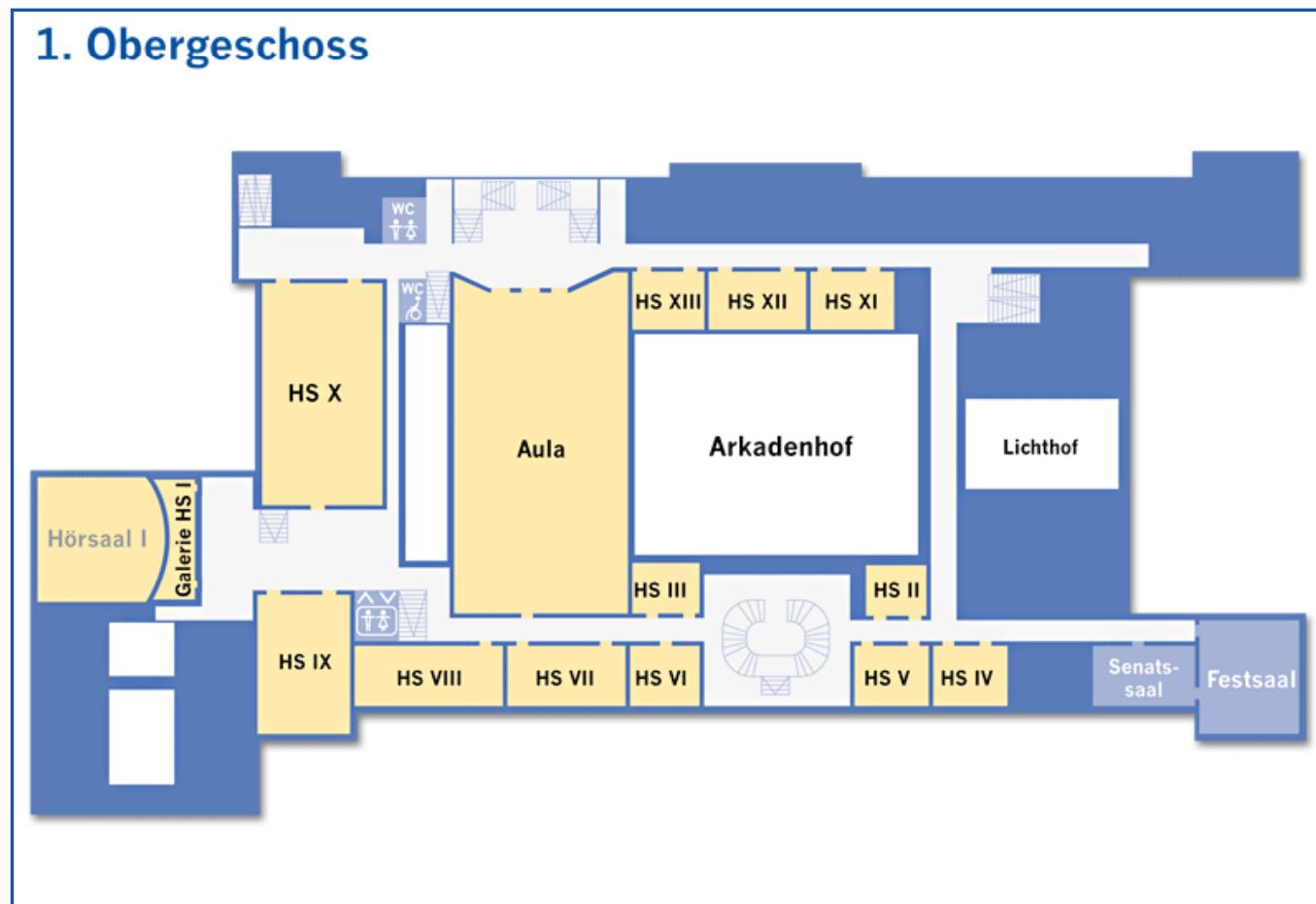
Lena Durst, B. Sc., (Gruppen 4 und 6), durst@cs.uni-bonn.de

Mark Hoffman (Gruppen 1 und 5), hoffmann@informatik.uni-bonn.de

Prüfungsmodus

BA-INF 110 *Grundlagen der Künstlichen Intelligenz* wird **schriftlich** geprüft:

- Klausur: Fr, 22. Juli 2015, 12-14 Uhr, Hörsaal X im Hauptgebäude
- Nachklausur: Ende Sept/Anf. Oktober – Termin wird noch bekannt gegeben



Zwei Prüfungstermine

Aus der Neufassung der Prüfungsordnung für den Bachelorstudiengang Informatik der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn vom 14. Oktober 2011:

§ 11 Durchführung der studienbegleitenden Prüfungen

(4) Für alle Modulprüfungen eines Semesters, die in Form von Klausuren oder mündlichen Prüfungsleistungen zu erbringen sind, wird *innerhalb zweier Prüfungsperioden je ein Prüfungstermin festgesetzt*. In der Regel liegt die erste Prüfungsperiode kurz nach Ende der Vorlesungszeit des Semesters, zu dem das Modul gehört. Die zweite wird kurz vor Beginn des folgenden Semesters anberaumt. Besteht ein Prüfling die Modulprüfung beim ersten Termin nicht, ist eine erneute Teilnahme am zweiten Termin möglich. *Wurde bei keinem der beiden Termine die für das Bestehen erforderliche Prüfungsleistung erbracht, gilt die Modulprüfung als nicht bestanden.* Die Bewertung schriftlicher Prüfungsleistungen ist dem Prüfling nach spätestens sechs Wochen, die Bewertung der Bachelorarbeit nach spätestens acht Wochen mitzuteilen. Die Termine werden vom Prüfungsausschuss rechtzeitig durch Aushang oder elektronisch bekanntgegeben.

Erforderliche Studienleistungen

- Erforderliche Studienleistungen gemäß § 11 (6) PO:

50% der Übungspunkte. Übungspunkte werden durch Präsentation und Diskussion in den Übungsgruppen der zuvor eingereichten Lösungen erworben.

Anwesenheit: Die Übungsteilnehmer, die sich Übungspunkte für erfolgreich bearbeitete und eingereichte Lösungen anrechnen lassen wollen, müssen im folgenden Übungsgruppentermin (und zwar während der gesamten Dauer des Übungstermins) zur Präsentation, Besprechung und Diskussion dieser Aufgaben zur Verfügung stehen.

- Die Zulassung zur Prüfung erfolgt voraussichtlich Mitte Juni.
- Allg. Links zu Prüfungsfragen:
 - <https://www.informatik.uni-bonn.de/de/fuer-studierende/allgemeine-informationen> (08.04.2016)

Organisatorisches: Vorlesung in BASIS

BA-INF 110 - Grundlagen der Künstlichen Intelligenz - Einzelansicht

Nr.: 612100110 Vorlesung SoSe 2016 4.0 SWS

Sprache: deutsch

Studiengang: Bachelor of Science Informatik (B. Sc.)

Dozent: PD Dr. Volker Steinhage ;

Termin:	Tag	Zeit	Raum	Lehrperson	Max	Bemerkung	Dauer
Termin:  	Di.	10 bis 12	woch	AVZ III / Römerstr. 164 - A207			12.04.2016 bis 12.07.2016
Termin:  	Do.	10 bis 12	woch	AVZ III / Römerstr. 164 - A207			14.04.2016 bis 14.07.2016

Kommentar: Die Vorlesung gibt einen Überblick über wichtige Arbeitsgebiete und Methoden der Künstlichen Intelligenz. Grundideen der Künstlichen Intelligenz werden eingeführt und Methoden der KI auf der Grundlage des Lehrbuches von Russell und Norvig (s. Literatur) vertieft. Es werden unter anderem folgende Themen behandelt: Entwurfsprinzipien für "intelligente" Agenten, heuristische Suchverfahren, Logik und Inferenz, Wissensrepräsentation, unsicheres Wissen, Handlungsplanung, maschinelle Lernverfahren, Grundlagen des Bildverständens und der Robotik.

Literatur: S. Russel, P. Norvig: Artificial Intelligence - A Modern Approach. Prentice Hall, 1995 (1st Ed.), 2003 (2nd Ed.).
S. Russel, P. Norvig: Künstliche Intelligenz - Ein Moderner Ansatz. Pearson, 2004 (2. Aufl.).

Organisatorisches: Übungen in BASIS

BA-INF 110 - Grundlagen der Künstlichen Intelligenz - Einzelansicht

Nr.: 612200110 Übung SoSe 2016 2.0 SWS

Sprache: deutsch

Studiengang: Bachelor of Science Informatik (B. Sc.)

Dozent: PD Dr. Volker Steinhage ;

Termin:	Tag	Zeit	Raum	Lehrperson	Max	Bemerkung	Dauer
Termin:  	Mo.	12 (s.t.) bis 14 woch	AVZ III / Römerstr. 164 - A121				18.04.2016 bis 18.07.2016
Termin:  	Di.	14 (s.t.) bis 16 woch	AVZ III / Römerstr. 164 - A121				19.04.2016 bis 19.07.2016
Termin:  	Di.	16 (s.t.) bis 18 woch	AVZ III / Römerstr. 164 - A121				19.04.2016 bis 19.07.2016
Termin:  	Mi.	10 (s.t.) bis 12 woch	AVZ III / Römerstr. 164 - A121				20.04.2016 bis 20.07.2016
Termin:  	Do.	12 (s.t.) bis 14 woch	AVZ III / Römerstr. 164 - A121				21.04.2016 bis 21.07.2016
Termin:  	Do.	14 (s.t.) bis 16 woch	AVZ III / Römerstr. 164 - A121				21.04.2016 bis 21.07.2016

zum
eCampus-Kurs 

Link zu eCampus

Dort Infos, Vorlesungsunterlagen und Abgabe Übungslösungen

Organisatorisches: eCampus (1)

BA-INF 110 - Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

 BA-INF 110 - Grundlagen der Künstlichen Intelligenz
(BA-INF110)

Aktionen ▾

Inhalt Info Mitglieder

▶ Ankündigungen

▶ Ansprechpartner

INHALT

 Kursunterlagen

 Übungsgruppe 1, Mo, 12-14, A121, Mark Hoffman
Nächste Abgabefrist: 6 Tage, 11 Stunden, 5 Minuten

 Übungsgruppe 2, Di, 14-16, A121, Fabian Barsmcheidt
Nächste Abgabefrist: 6 Tage, 11 Stunden, 5 Minuten

 Übungsgruppe 3, Di, 16-18, A121, Fabian Barsmcheidt
Nächste Abgabefrist: 6 Tage, 11 Stunden, 5 Minuten

 Übungsgruppe 4, Mi, 10-12, A121, Lena Durst
Nächste Abgabefrist: 6 Tage, 11 Stunden, 5 Minuten

 Übungsgruppe 5, Do, 12-14, A121, Mark Hoffman
Nächste Abgabefrist: 6 Tage, 11 Stunden, 5 Minuten

 Übungsgruppe 6, Do, 14-16, A121, Lena Durst
Nächste Abgabefrist: 6 Tage, 11 Stunden, 5 Minuten

Kalender 

< April 2016 >

KW	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
13	28	29	30	31	1	2	3
14	4	5	6	7	8	9	10
15	11	12	13	14	15	16	17
16	18	19	20	21	22	23	24
17	25	26	27	28	29	30	1

Zugangskennwort für Anmeldung: **KI4Uin2016**

Organisatorisches: eCampus (2)

BA-INF 110 - Grundlagen der Künstlichen Intelligenz



BA-INF 110 - Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

(BA-INF 110)



Aktionen ▾

Inhalt

Info

Mitglieder

▼ Ankündigungen

- 12.04.2016: Willkommen auf der eCampus-Seite des Moduls BA-INF 110 "Grundlagen der Künstlichen Intelligenz". Hier werden Mitteilungen zu Terminen u.a. bekannt gegeben. Bitte besuchen Sie dieses Register regelmäßig.
- 12.04.2016: Bitte melden Sie sich für die Übungen zu dieser Vorlesung im **Tutorienvergabesystem (TVS)** - und nur dort - an. Die Adresse lautet <https://puma.cs.uni-bonn.de>. Nachdem Sie einen persönlichen Account erstellt haben, melden Sie sich mit diesem unter Angabe des Kennwort **KI4Uin2016** für diese Vorlesung BA-INF 110 an und wählen genau drei mögliche Übungstermine. Die Eingaben müssen vor Freitag, dem 15.04.2015, um 12:00 Uhr, eingetragen worden sein! Bis zu diesem Zeitpunkt können Sie Ihre Eingaben beliebig oft ändern.

► Ansprechpartner

INHALT

Kursunterlagen

Übungsgruppe 1, Mo, 12-14, A121, Mark Hoffman

Nächste Abgabefrist: 6 Tage, 11 Stunden, 5 Minuten

Übungsgruppe 2, Di, 14-16, A121, Fabian Barmscheidt

Nächste Abgabefrist: 6 Tage, 11 Stunden, 5 Minuten

Übungsgruppe 3, Di, 16-18, A121, Fabian Barmscheidt

Nächste Abgabefrist: 6 Tage, 11 Stunden, 5 Minuten

Übungsgruppe 4, Mi, 10-12, A121, Lena Durst

Nächste Abgabefrist: 6 Tage, 11 Stunden, 5 Minuten

Übungsgruppe 5, Do, 12-14, A121, Mark Hoffman

Nächste Abgabefrist: 6 Tage, 11 Stunden, 5 Minuten

Übungsgruppe 6, Do, 14-16, A121, Lena Durst

Kalender

< April 2016 >

KW	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
13	28	29	30	31	1	2	3
14	4	5	6	7	8	9	10
15	11	12	13	14	15	16	17
16	18	19	20	21	22	23	24
17	25	26	27	28	29	30	1

Organisatorisches: Tutorienvergabesystem

TVS :: Tutorienvergabesystem

Nicht angemeldet   

Links	Hauptseite
Hauptseite Anmelden 	<p>Willkommen zum elektronischen Tutorienvergabesystem der Universität Bonn!</p> <p>Nach einer kurzen Registrierung mit Ihrer Matrikelnummer haben Sie die Möglichkeit, bei verschiedenen Veranstaltungen Ihre Wunschtermine für einen Tutorienplatz einzugeben. Wir bitten Sie um Verständnis, dass leider nicht immer alle Erstwünsche berücksichtigt werden können, da die Tutorien nur begrenztes Aufnahmepotential haben.</p> <p>Im Gegensatz zu anderen Vergabesystemen bietet das TVS unter anderem folgende Vorteile:</p> <p>Funktionen des TVS</p> <ul style="list-style-type: none">• Prioritätensystem Sie müssen sich nicht beeilen, um noch den Tutorienplatz Ihrer Wahl zu erhalten. Sie geben einfach innerhalb der vom Veranstalter angegebenen Registrierungszeit Ihre Prioritäten ein und erhalten - wie jede/r andere auch - die gleiche Chance auf Ihren Erstwunsch. Prioritäten sind innerhalb der Registrierungszeit jederzeit änderbar.

Anmeldung bis Freitag, den **17.04.2016, 12:00 Uhr!**

URL: <https://puma.cs.uni-bonn.de/>

dort: Anmeldekennwort = **KI4Uin2016**

Organisatorisches: Tutorienvergabesystem (2)

The screenshot shows the login page of the TVS (Tutorienvergabesystem) at <https://puma.cs.uni-bonn.de/>. The page has a blue header with the text "TVS :: Tutorienvergabesystem". On the right side of the header is the University of Bonn logo. Below the header, there is a message "Nicht angemeldet" (Not logged in). The left sidebar contains links for "Hauptseite" and "Anmelden", with "Anmelden" being the active link. A small box indicates "connected via IPv4". The main content area is titled "Anmeldung" and contains fields for "Matrikelnummer" and "Passwort", along with a "Anmelden" button. Below these fields, there is a message for new users: "Noch nicht registriert? Hier klicken! Die Registrierung ist nur von einem System der Universität oder mittels eines VPN-Zugangs möglich. FFFler schreiben bitte eine Email an tvs@cs.uni-bonn.de, um sich zu registrieren. Passwort vergessen?". At the bottom of the page, there are contact details: "System-Kontakt :: [tvs@cs.uni-bonn.de] || Entwickler-Kontakt :: [Sven Dobler]" and the copyright notice "© 2011–2012". An orange callout bubble in the bottom right corner of the main content area says "Achtung für FFF-ler!!!".

Anmeldung bis Freitag, den **17.04.2016, 12:00 Uhr!**

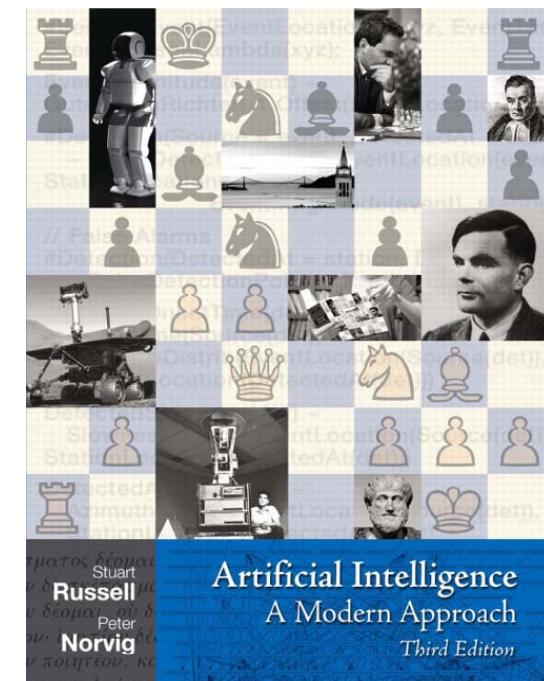
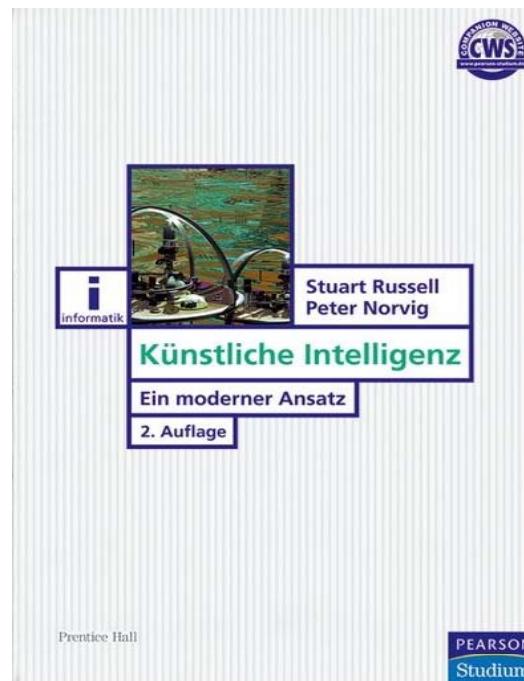
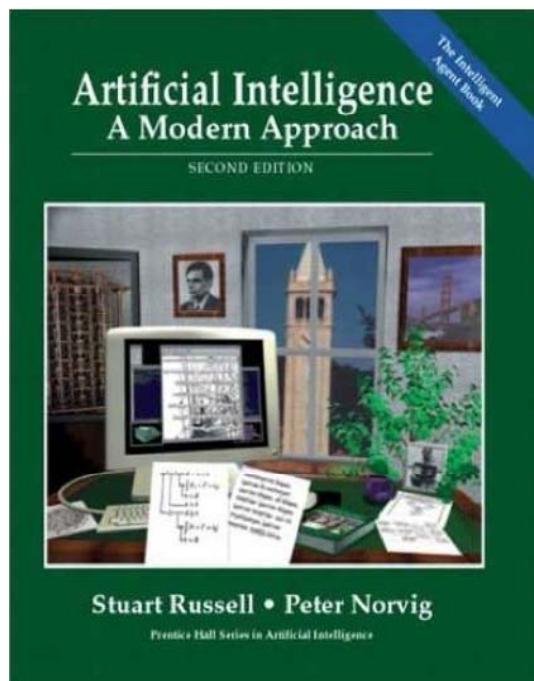
URL: <https://puma.cs.uni-bonn.de/>

dort: Anmeldekennwort = **KI4Uin2016**

Vorlesungsgrundlagen

Die Vorlesung orientiert sich an:

- **Artificial Intelligence - A Modern Approach.** Stuart Russell & Peter Norvig, Prentice Hall, ab 2nd Ed. (2003).
- **Künstliche Intelligenz – Ein moderner Ansatz.** (2. Aufl.), Pearson, 2004.
- In der Bibliothek. Im Buchladen ca. 67 Euro (engl.) bzw. 60 Euro (dt.).



Motivation: Intelligente Systeme



Motivation: KI-Forschung bei IBM (1)

http://researcher.watson.ibm.com/researcher/view_group.php?id=135 (Stand: 11.04.2016):

The screenshot shows the IBM Researcher website with the URL http://researcher.watson.ibm.com/researcher/view_group.php?id=135. The top navigation bar includes links for Industries & solutions, Services, Products, Support & downloads, My IBM, and a search bar. Below the navigation, a breadcrumb trail shows 'Our people, our work > Artificial Intelligence'. The main content area features a grid of small profile pictures of researchers. A large title 'Artificial Intelligence' is centered above a sub-navigation menu with tabs for Overview, People, Papers and Awards, Seminal Contributions to AI, Recent Events, and Community Service. The 'People' tab is currently selected. The main text on the page discusses the history of AI research at IBM, mentioning machine learning, deep question answering, search and planning, knowledge representation, and cognitive architectures. It also notes that this is the main AI Professional Interest Community (PIC) page, providing information on current activities and contributions to the field.

IBM Industries & solutions Services Products Support & downloads My IBM Search for people

Our people, our work > Artificial Intelligence

Overview Featured research Client programs Global labs Our people, our work Careers feedback

Artificial Intelligence

Overview People Papers and Awards Seminal Contributions to AI Recent Events Community Service

Artificial Intelligence (AI) has a long [history](#) at IBM Research, dating back to the 1950s. By AI we mean anything that makes machines act more intelligently. Our work includes basic and applied research in machine learning, deep question answering, search and planning, knowledge representation, and cognitive architectures.

This is the main AI Professional Interest Community (PIC) page. It provides information on current activities related to AI at IBM Research, as well as IBM's contributions to the field.

Motivation: KI-Forschung bei IBM (2)

<http://www.ibm.com/smarterplanet/de/de/> (Stand: 04.04.2011):

The screenshot shows the homepage of the IBM Smarter Planet website in German. The top navigation bar includes links for Home, Lösungen, Services, Produkte, Support & Downloads, Meine IBM, and a search bar. The main header features the IBM logo and the text "Deutschland [ändern]". Below the header, there's a banner with the text "Willkommen zu einem intelligenten Jahrzehnt" and a graphic of a globe with blue and green lines representing data flow. A sidebar on the left says "Intelligente Städte" and "TheSmarterCity". The main content area has sections for "Watson versteht", "Intelligentes Verkehrssystem", and "Volkswagen implementiert RFID-Technologie". Each section includes a thumbnail image, a title, a brief description, and a link to learn more.

Deutschland [ändern]

Suchen

Home Lösungen Services Produkte Support & Downloads Meine IBM Willkommen [IBM Anmeldung] [Registrieren]

Ein smarter Planet Alle Themen anzeigen

Willkommen zu einem intelligenten Jahrzehnt

Im Fokus

Watson versteht

Der Computer, dessen Architektur darauf ausgelegt ist, die menschliche Sprache zu verstehen, tritt gegen die beiden erfolgreichsten Spieler der beliebten US-Quizshow Jeopardy an

→ Finden Sie heraus, wie IBM die Zukunft neu definiert

Intelligente Städte

TheSmarterCity

Fünf Innovationen, die unsere Städte in den nächsten fünf Jahren verändern werden

→ Weitere Informationen

Im Gespräch

Intelligentes Verkehrssystem

Die Stadt Stockholm konnte den Verkehrsstaum um 20 Prozent verringern.
→ Erfahren Sie mehr

Volkswagen implementiert RFID-Technologie

Lückenlose Warenverfolgung ermöglicht höhere Umsätze und mehr Servicepotenzial.
→ Erfahren Sie mehr

A large image of a 3D city model is visible at the bottom right.

Motivation: KI-Forschung bei IBM (3)

<http://www-03.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/deepblue/> (Stand: 03.04.2013):

Deep Blue

Overview

Transforming the World

Cultural Impacts

The Team

In Their Words



On May 11, 1997, an IBM computer called IBM ® Deep Blue ® beat the world chess champion after a six-game match: two wins for IBM, one for the champion and three draws. The match lasted several days and received massive media coverage around the world. It was the classic plot line of man vs. machine. Behind the contest, however, was important computer science, pushing forward the ability of computers to handle the kinds of complex calculations needed to help discover new medical drugs; do the broad financial modeling needed to identify trends and do risk analysis; handle large database searches; and

Motivation: KI-Forschung bei IBM (4)

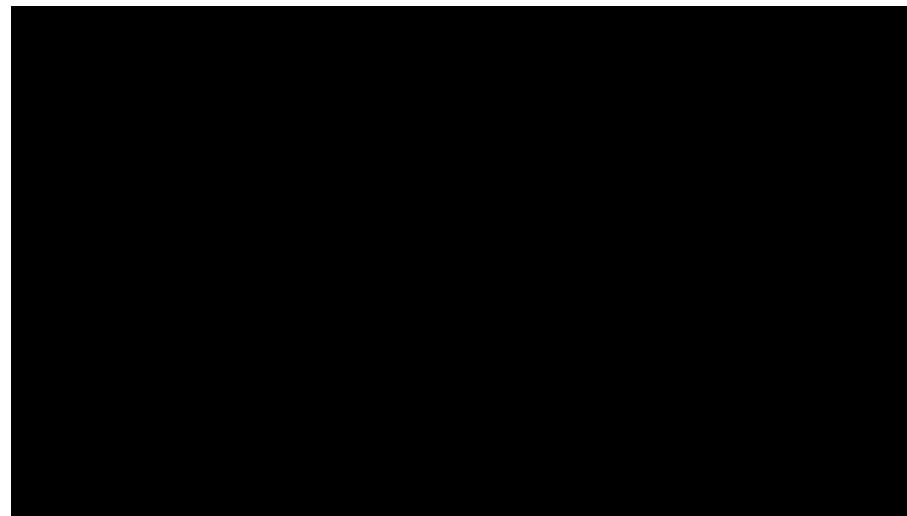
IBM Deep Blue beats Kasparov in 1997 by 3,5 – 2,5



Quelle: <http://www.youtube.com/watch?v=NJarxpYyoFI> (letzter Abruf: 11.04.2016)

Motivation: KI-Forschung bei IBM (5)

IBM Watson wins Jeopardy Challenge:



Quelle: <http://www.youtube.com/watch?v=FC3lryWr4c8> (letzter Abruf: 11.04.2016)

Motivation: KI-Forschung bei Google Research (1)

<http://research.google.com> (Stand: 11.04.2016):

The screenshot shows the homepage of the Research at Google website. At the top, there is a navigation bar with links to Home, Publications, People, Teams, Outreach, Blog, and Work at Google. A search bar is located in the top right corner. Below the navigation bar is a large, colorful graphic representing various research areas. The graphic is a hexagon divided into six triangles, each containing a research topic: Natural Language Processing, Machine Translation, Mobile Systems, Security, Privacy, and Abuse Prevention; Quantum A.I., Machine Perception, and Networking; Speech Processing, Algorithms and Theory, Data Management, Information Retrieval and the Web, Human-Computer Interaction and Visualization, and Software Systems. Below this graphic is a teal banner with the text "SEE ALL RESEARCH AREAS". Underneath the banner, the heading "Our Researchers" is displayed, followed by four circular profile pictures of researchers: Corinna Cortes, Jeff Dean, Úlfar Erlingsson, and Maya Gupta. Each researcher's name is listed below their respective profile picture. At the bottom of the page is a blue button labeled "SEE ALL RESEARCHERS".

Motivation: KI-Forschung bei Google Research (2)

<http://research.google.com/pubs/author205.html> (Stand: 03.04.2013):



Research at Google

Home **Research Areas & Publications** People Research Programs Work at Google

Peter Norvig



Research Area(s)

- Artificial Intelligence and Machine Learning
- General Science
- Information Retrieval and the Web
- Data Mining
- Natural Language Processing
- Software Engineering

Co-Authors



Alon Y. Halevy Jon Orwant

Peter Norvig is the Director of Research at Google Inc. He is a Fellow of the Association for Computing Machinery and the American Association for Artificial Intelligence and co-author of *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, the leading textbook in the field. Previously he was head of Computational Sciences at NASA and a faculty member at USC and Berkeley.

Google Publications

Google's Hybrid Approach to Research

Alfred Z. Spector, Peter Norvig, Slav Petrov

Communications of the ACM, vol. 55 Issue 7 (2012), pp. 34-37

Quantitative Analysis of Culture Using Millions of Digitized Books

Jean-Baptiste Michel, Yuan Kui Shen, Aviva Presser Aiden, Adrian Veres, Matthew K. Gray, The Google Books Team, Joseph P. Pickett, Dale Holberg, Dan Clancy, Peter Norvig, Jon Orwant, Steven Pinker, Martin A. Nowak, Erez Lieberman Aiden

Science (2010)

Motivation: KI-Forschung bei Google Research (3)

<https://deepmind.com/alpha-go> (Stand: 11.04.2016):

The image shows a screenshot of the AlphaGo website. At the top, the Google DeepMind logo is visible, along with navigation links for Home, AlphaGo, DQN, Health, Press, Join us, and Publications. The main feature is a large graphic of the AlphaGo logo (a blue circle with smaller circles around it) next to the text "AlphaGo". Below this, a prominent statement reads: "THE FIRST COMPUTER PROGRAM TO EVER BEAT A PROFESSIONAL PLAYER AT THE GAME OF GO." In the bottom right corner of the main section, there is a smaller graphic for the "Google DeepMind Challenge Match" from March 9-15, 2016. This graphic includes a list of dates and times for the matches.

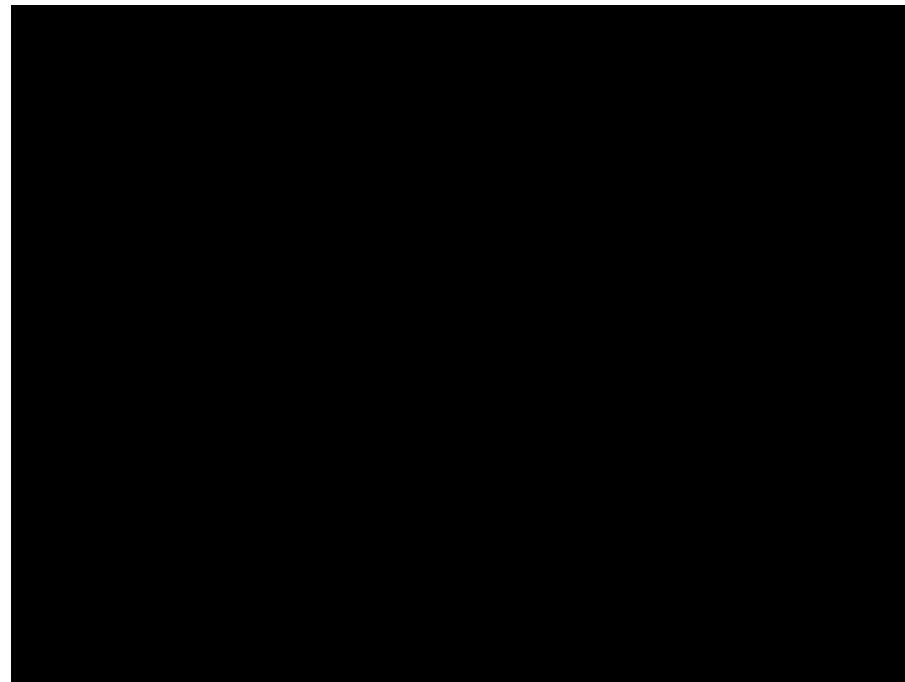
Google DeepMind Challenge Match
9-15 March 2016

COMING UP THIS WEEK

- Wednesday 9th March 13:00 KST, 04:00 GMT; -1 day 23:00 ET, 20:00 PT
- Thursday 10th March 13:00 KST, 04:00 GMT; -1 day 23:00 ET, 20:00 PT
- Saturday 12th March 13:00 KST, 04:00 GMT; -1 day 23:00 ET, 20:00 PT
- Sunday 13th March 13:00 KST, 04:00 GMT; -1 day 23:00 ET, 20:00 PT
- Tuesday 15th March 13:00 KST, 04:00 GMT; -1 day 23:00 ET, 20:00 PT

Motivation: KI-Forschung bei Google Research (4)

Google DeepMind's AlphaGo beats Lee Sedol in 2016 by 4 – 1



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=l7ngy56GY6k&nohtml5=False> (letzter Abruf: 11.04.2016)

Motivation: KI-Forschung bei Microsoft Research (1)

<http://research.microsoft.com/en-us/> (Stand: 11.04.2016):

Microsoft Research

Our research Engage with us Careers About us

Search Microsoft Research

Research at Microsoft

We have contributed to nearly every product Microsoft has shipped, including Kinect for Xbox, Cortana, cool free photography apps like [Hyperlapse](#), and other programs that help secure your data in the cloud. We have [world-renowned scientists](#) at the forefront of [machine learning](#), [computer vision](#), [speech](#), and [artificial intelligence](#). Our [external collaborations](#) include efforts to prevent disease outbreaks and solve problems facing large cities such as traffic and pollution.

Explore and discover what our more than [1,000 researchers and engineers in labs around the world](#) have been up to lately.

[Research areas](#)

[Algorithms and Theory](#)
[Computational Science](#)
[Computer Systems and Networking](#)
[Computer Vision](#)
[Data Mining and Management](#)
[Graphics and Multimedia](#)
[Health and Well-Being](#)
[Human-Computer Interaction](#)
[Machine Learning and Artificial Intelligence](#)
[Quantum Computing](#)
[Social Sciences](#)
[Software Development](#)

[More research areas ...](#)
[Research labs ...](#)

[Popular apps, downloads](#)

[Open source software](#)

[Computer vision](#)

[Decades of computer vision research, one 'Swiss Army knife'](#)



Seeing AI, a research project that can be used as a cell phone app or via smart glasses, uses computer vision and natural language processing to describe a person's surroundings, read text, answer questions and even identify emotions on people's faces.

[Computer science](#)

[Computational thinking, 10 years later](#)



Jeannette M. Wing reflects on her pioneering concept that derived from her optimism about the future of computer science: "Researchers in all disciplines -- including the arts, humanities and social sciences -- are discovering new knowledge using computational methods and tools."

Motivation: Kinect (1)

<http://www.xbox.com/> (Stand: 04.04.2011):



Motivation: Kinect (2)

<http://www.xbox.com/> (Stand: 11.04.2016):

The screenshot shows a section of the official Xbox website dedicated to the Kinect sensor. At the top left is the green Xbox logo. To the right is a navigation bar with the text "Kostenlos. XBOX LIVE." and links for "Jetzt beitreten" and "Anmelden". A small silhouette of a person is also present. Below the navigation, there's a large image of the black Xbox 360 console with the Kinect sensor attached underneath it. The main content area is titled "Was ist Kinect?" and includes a sub-section "Die Zukunft der Unterhaltung". It describes how Kinect allows users to control games with their full body movements. There are three main sections with accompanying images: 1) "Bewegungssensor" showing a person from behind with arrows indicating the sensor's field of view (45 degrees). 2) "Körpererfassung" showing a person walking towards a TV screen which displays a character performing the same movement. 3) "Gesichtserkennung" showing a person waving at a TV screen where a digital version of their face is displayed. The entire page has a light blue header and footer.

Was ist Kinect?

Die Zukunft der Unterhaltung

Mit Kinect für Xbox 360 wirst du zum Controller. Kinect ist einfach zu bedienen, extrem spaßig und sorgt dafür, dass du mit vollem Körpereinsatz spielen kannst. Bei Kinect tritt die Technik in den Hintergrund, und der natürliche Spaß steht im Mittelpunkt. Und das Beste ist, dass Kinect mit jeder Xbox 360 funktioniert.

Bewegungssensor

Kinect nutzt einen Bewegungssensor, der deinen ganzen Körper erfasst. Du steuerst deine Spiele also nicht nur mit Händen und Armen. Auch Beine, Oberkörper und Kopf sind gefordert.

Gesichtserkennung

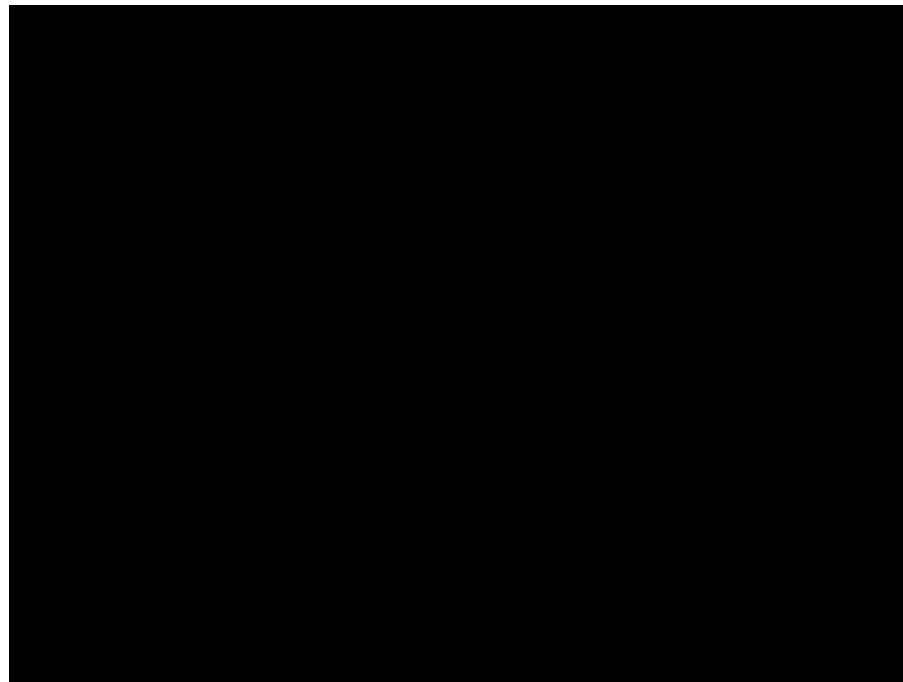
Kinect merkt sich aber auch die Gesichter der Menschen, die vor dem Sensor stehen. Sobald du ein bereits gespieltes Game startest, erkennt Kinect, dass du spielen möchtest.

Körpererfassung

Beim Spielen werden all deine Körperbewegungen erfasst und in Steuerbefehle umgewandelt. Wenn du dich nach links oder rechts bewegst oder in die Luft springst, führt dein Bildschirmcharakter die gleichen Bewegungen aus.

Motivation: Honda Roboter Asimo

Im Juli 2003 stellte Honda den Roboter Asimo vor, der seitdem fortwährend weiter entwickelt wird.



Quelle: <https://www.youtube.com/watch?v=lrUOa6p5NEI> (letzter Abruf: 11.04.2016)

Motivation: Toyota Partner Robots (1)

http://www.toyota-global.com/innovation/partner_robot/ (Stand: 11.04.2016)

TOYOTA

Showroom

Innovation

Events

Sustainability

Company

News

Investors

Search icon

トヨタ企業サイト

Select Region

Partner Robot

An overview of Partner Robot technology, which was designed under the concept of "harmony with people", and information regarding Toyota's history in the field as well as videos showcasing the abilities of some of tomorrow's robots.

Concept

A look into how Toyota's work with human assisting robots helps to foster harmonious relationships with people

[Find out more ▶](#)

Family

An introduction of the various robots under development by Toyota that assist people with a combination of caring and intelligence

[Find out more ▶](#)

History

Beginning in the 1970s, Toyota has been producing and using robots for manufacturing to improve quality and reduce costs

[Find out more ▶](#)

Motivation: Toyota Partner Robots (3)

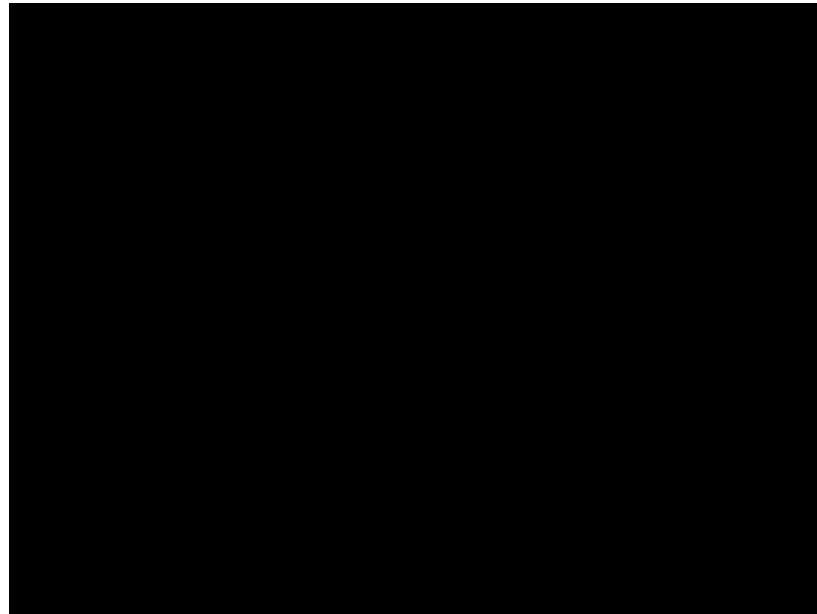
Tokyo -TOYOTA MOTOR CORPORATION (TMC) today announced an overview of the project to develop partner robots designed to function as personal assistants for humans.



Quelle: <http://www.youtube.com/watch?v=EzjkBwZtxp4> (letzter Abruf: 03.04.2013)

Motivation: RoboCup (1)

Robocup Soccer 2010: Germany / Germany (Final)



Quelle: <http://www.youtube.com/watch?v=4wMSiKHPKX4> (letzter Abruf: 11.04.2016)

Motivation: RoboCup (2)



RoboCup 2012, Mexico City

23.6.2012

Our team won the @Home League competition.

In the final, our robot Cosero demonstrated the approaching, bi-manual grasping and moving of a chair to a target pose. It also approached and grasped a watering can with both hands and watered a plant. After this demonstration, our robot Dynamaid fetched a drink and delivered to the jury. In the meanwhile, Cosero approached a transport box, from which it grasped an object using grasp planning. This demonstration convinced the high-profile jury, which awarded the highest number of points in both categories (league-internal jury: scientific contribution, relevance, presentation and performance; external jury: originality, usability, difficulty and success). Together with the lead after Stage 2, our team received 100 normalized points, followed by eR@ters (Japan, 74 points) and ToBi (Univ. of Bielefeld, 64 points).

RoboCup 2012 @Home League Winner NimbRo

0.27 / 4.19

Quelle: <http://www.nimbro.net/> (Stand: 03.04.2013)
sowie <http://www.youtube.com/watch?v=tUhuHlbbEBA> (Stand: 03.04.2013)

Motivation: Cye Personal Robot



From Probotics, Inc. comes a new smart and affordable personal robot. Called Cye, the compact personal robot can do a wide variety of tasks such as carry dishes, deliver mail, lead guests to a conference room and vacuum the carpet. ...

Affordably priced at \$695, Probotics is today shipping Cye in limited quantities. Cye accessories include: a wagon attachment (\$89) and a vacuum attachment (\$89) that allows users to attach any upright vacuum cleaner onto Cye. Cye is available in yellow, orange and black by visiting the Probotics web site.

Quellen: http://www.21stcentury.co.uk/robotics/cye_personal_robot.asp (Stand: 03.04.2013),
<http://www.personalrobots.com> (Stand: 03.04.2013).

Motivation: Automower® 230 ACX

Automower® 230 ACX ist geeignet für Rasenflächen bis zu 3.000 m². Dieses Modell ist zudem auch für komplexere und unebenere Flächen ausgelegt. [1]



Quellen:

- [1] <http://www.husqvarna.com/de/homeowner/products/robotic-mowers/automower-230-acx/> (letzter Abruf: 03.04.2013),
- [2] <http://www.youtube.com/watch?v=tNb4wHj8rqs> (letzter Abruf: 03.04.2013).

Motivation: Max-Planck-Forschungspreis 2011


universität**bonn**
Rheinische
Friedrich-Wilhelms-
Universität Bonn

Institut für
Informatik

Institut **Abteilungen** **Forschung** **Für Studenten** **Für Studieninteressierte**

Sie sind hier: [Institut](#) → [Aktuelles](#)

Bonner Informatik-Alumnus erhält Max-Planck-Forschungspreis 2011

21. März 2011, 10:00, Alter: 14 days

Aktuelles

Über uns

Geschäftsführung

Institutsangehörige

Fachschaft

IT Services

Bibliothek

Anfahrt

Kontakte

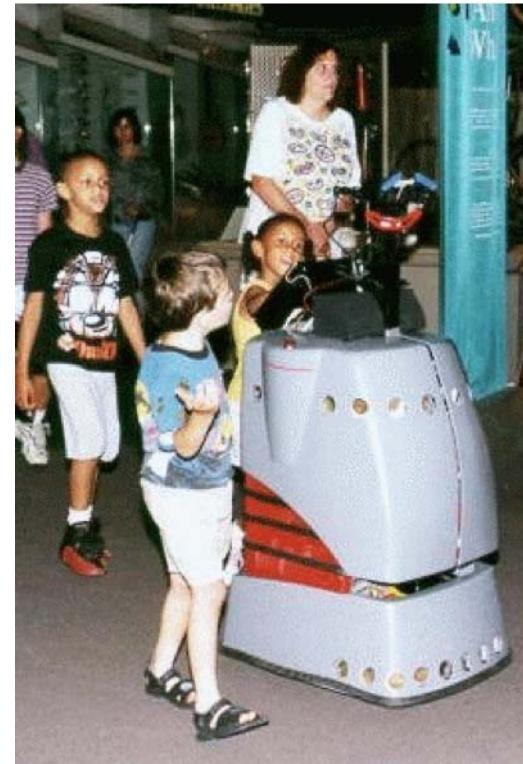
The Bonner Informatik congratulates their Alumnus Prof. Dr. Sebastian Thrun very sincerely on the awarding of the Max-Planck Research Prize. Sebastian Thrun received his diploma in Informatics in 1993 in Bonn and subsequently already promoted in 1995 here in Bonn. He was then a member of the extremely successful Robotics Research Group of Prof. Dr. Armin B. Cremers and has contributed significantly to the RHINO Project. Since the mid-1990s he has been living, teaching and researching in the USA, where he is currently Director of the AI Lab at the renowned Stanford University. The Bonn Rector nominated Prof. Thrun on the recommendation of the local Institute for Informatics for this highly endowed prize of 750,000 euros.

Max-Planck Research Prizes are awarded jointly by the Alexander von Humboldt Foundation and the Max Planck Society from federal funds. Each year, one international and one German researcher from a "particularly promising discipline" are honored – for the year 2011, the award was given in the research field "Intelligent Systems". The award ceremony will take place on October 19, 2011 in Berlin. Professor Thrun will however already give a lecture in Bonn on July 16th in a festive framework (see also the press release "Intelligent Systems for the World of Tomorrow" of the Humboldt Foundation).



Von: <http://www.informatik.uni-bonn.de/de/start/> (Stand: 02.04.2011)

Motivation: Rhino (1)



Autonomous service robots such as office couriers or museum tourguides have become challenging testbeds for developing and testing computational models of competent agency. In the previous years we have worked on two robotic museums tourguides and an autonomous robot office courier.

Quelle: <http://www.iai.uni-bonn.de/~rhino/research/> (letzter Abruf: 03.04.2013)

Motivation: Rhino (2)



In 1997 and 1998 the robots RHINO and Minerva were deployed as tour guides in the Deutsches Museum Bonn, Germany and the National Museum of American History, Washington, DC. A Museum tour guide robot fulfills two purposes, it acts as a tour guide for on-site visitors, and it allows people on the Web to become telepresent in a distant museum, using the robot as an avatar.

Quelle : <http://www.iai.uni-bonn.de/~rhino/research/> (letzter Abruf: 03.04.2013)

Motivation: DARPA Grand Challenges (1)



Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) Grand Challenges, in which unmanned ground vehicles (UGVs) were navigated through the open desert.

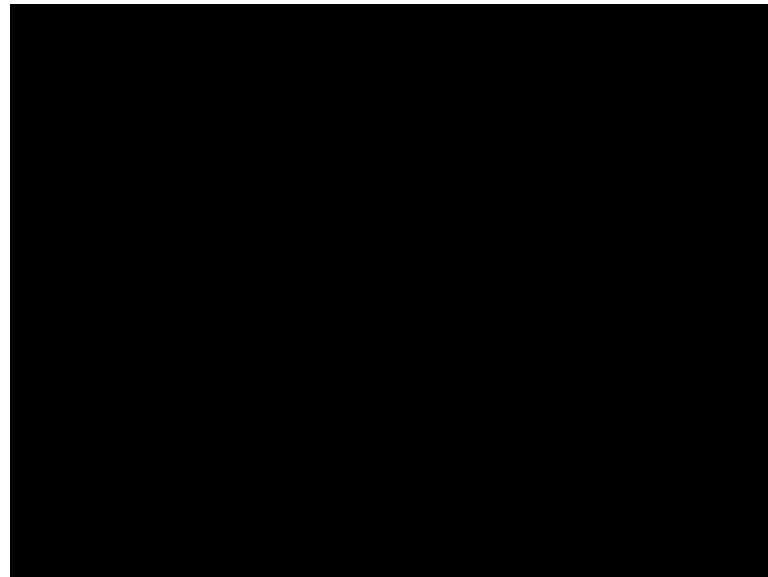
In November 2007, the rules have changed: 89 UGVs will be unleashed on a peaceful mock city inhabited by mannequins and drone traffic: the DARPA Urban Challenge



Quellen: [1] <http://www.darpa.mil/default.aspx> (letzter Abruf: 03.04.2013)
[2] http://en.wikipedia.org/wiki/DARPA_Grand_Challenge (letzter Abruf: 03.04.2013)

Motivation: DARPA Grand Challenges (2)

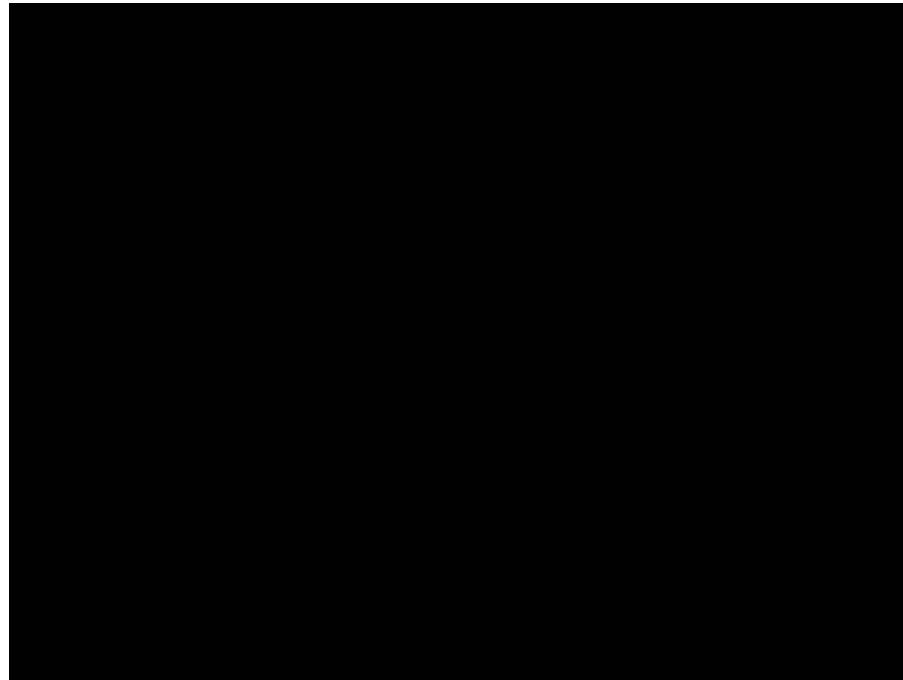
DARPA GRAND Challenge 2005 - VW Touareg Stanley gewinnt Wüstenrennen



Quellen: [1] <http://www.darpa.mil/default.aspx> (letzter Abruf: 03.04.2013)
[2] <http://www.youtube.com/watch?v=TQIGPVTUPdI> (letzter Abruf: 11.04.2016)

Motivation: DARPA Grand Challenges (3)

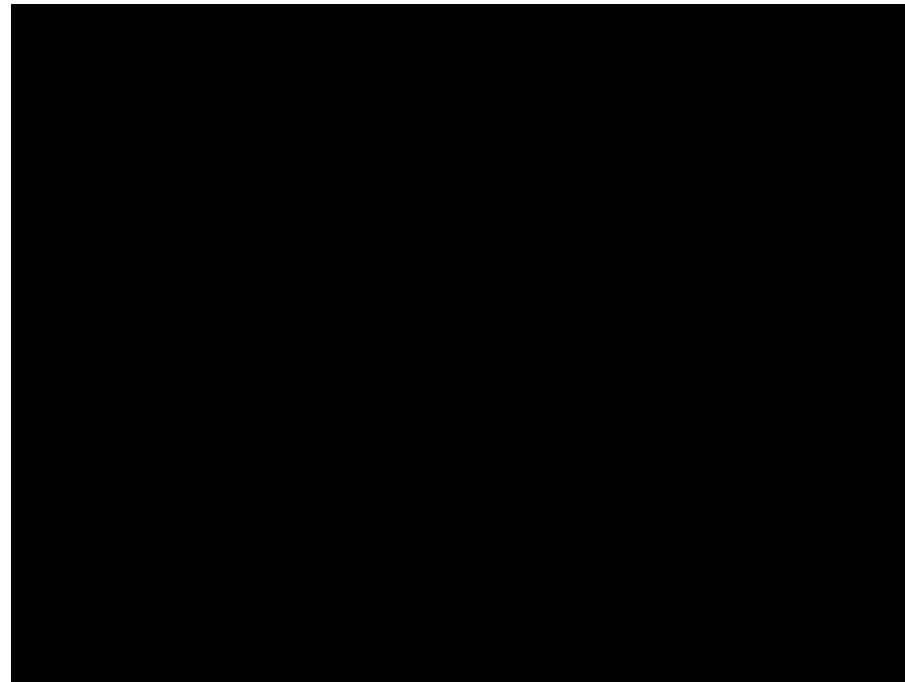
2007 Urban Challenge:



Quellen: [1] <http://www.darpa.mil/default.aspx> (letzter Abruf: 03.04.2013)
[2] <http://www.youtube.com/watch?v=-xibwwNVLgg> (letzter Abruf: 11.04.2016)

Motivation: Google Self Driving Car

Das Google Driverless Car ist ein Projekt der Firma Google, um Technologien für autonom [...] fahrende Autos zu entwickeln. Die Software im System des Autos heißt Google Chauffeur. Das Projekt leitet derzeit der Google-Ingenieur Sebastian Thrun, ehemals Professor für künstliche Intelligenz der Stanford University und außerdem Miterfinder von Google Street View.



Quellen: [1] http://de.wikipedia.org/wiki/Google_Driverless_Car (letzter Abruf: 11.04.2016)
[2] <https://www.youtube.com/watch?v=TsaES--OTzM> (letzter Abruf: 11.04.2016)

Was ist „Künstliche Intelligenz“?

1. Die Natur der menschlichen Intelligenz besser zu verstehen.
2. Der Versuch „intelligente“ Systeme zu bauen.

⇒ Vier Herangehensweisen:

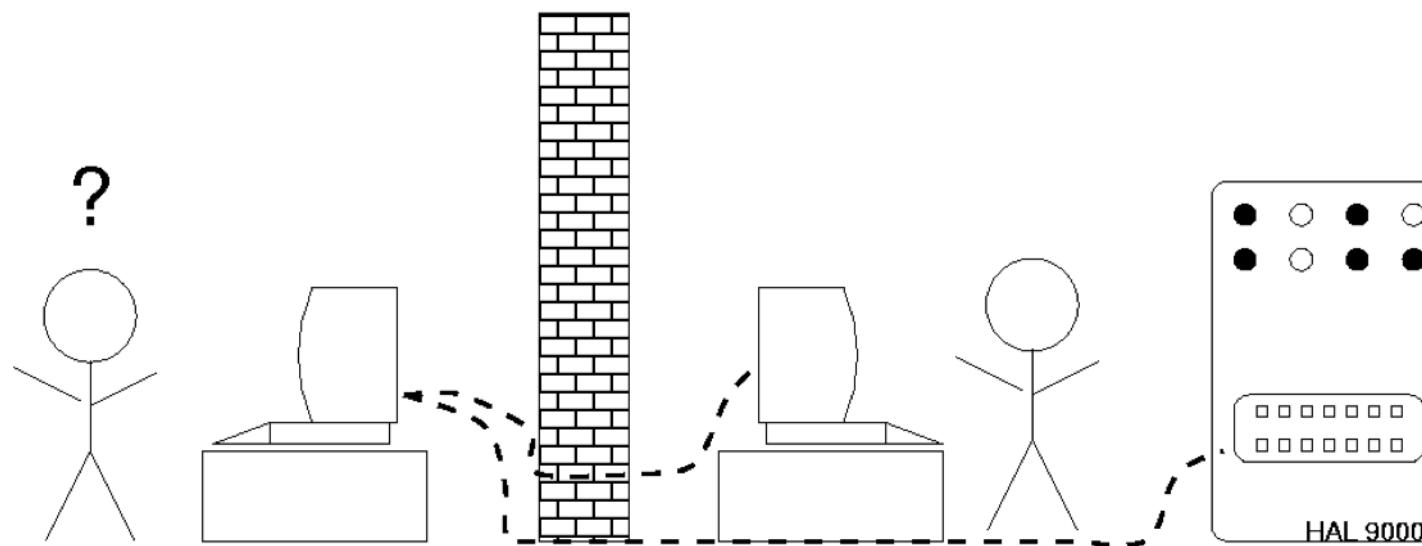
- Geht es ums Denken...
- ... oder ums Handeln?
- Am menschlichen Vorbild orientiert (mit all seinen Schwächen)...
- ... oder normativ (wie sollte ein rationales Wesen denken/agieren)?

Einige Zitate zu den vier Ansätzen...

Systems that think like humans	Systems that think rationally
"The exciting new effort to make computers think . . . <u>machines with minds, in the full and literal sense.</u> " (Haugeland, 1985)	"The study of mental faculties through the use of <u>computational models.</u> " (Charniak and McDermott, 1985)
"[The automation of] <u>activities that we associate with human thinking</u> , activities such as decision making, problem-solving, learning . . ." (Bellmann, 1978)	"The study of the <u>computations</u> that make it possible to perceive, reason, and act." (Winston, 1992)
Systems that act like humans	Systems that act rationally
"The art of creating machines that perform functions that require intelligence <u>when performed by people.</u> " (Kurzweil, 1990)	"Computational Intelligence is the study of the <u>design of intelligent agents.</u> " (Poole et al., 1998)
"The study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better." (Rich and Knight, 1991)	"AI . . . is concerned with intelligent behavior in artifacts." (Nilsson, 1998)
<u>Empirical approach:</u> hypotheses and experimental confirmation	<u>Mathematical and engineering approach</u>

Systeme, die menschlich handeln (1)

Der Turing-Test



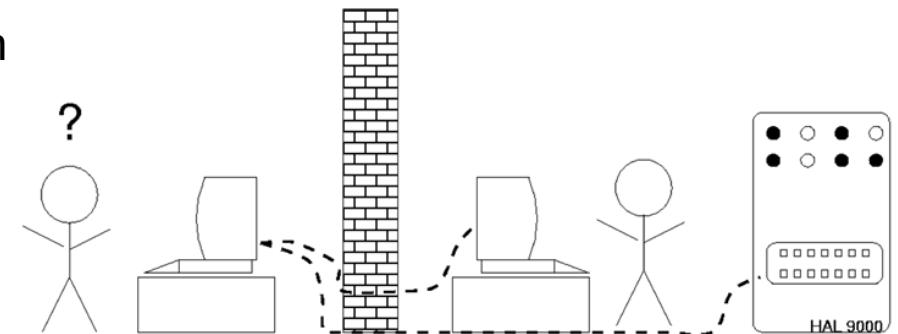
Systeme, die menschlich handeln (2)

Turing-Test (Alan Turing, 1950)

- 5 Minuten Online-Gespräch über Tastatur und Textbildschirm
 - Sprachverstehen → Natural Language Processing
 - Wissen → Knowledge Representation
 - Inferenz → Automated Reasoning
 - Lernen → Machine Learning
- Vollständiger Turing-Test über Video und Szenenmanipulation

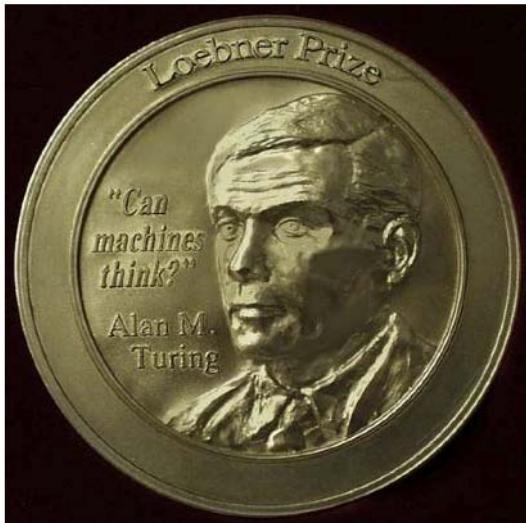
zusätzlich:

- Bildverstehen → Computer Vision
- Robotersteuerung → Robotics



Systeme, die menschlich handeln (3)

Nachbildung menschlichen Verhaltens



- Prototypisch: Der Turing-Test.
- In der KI kaum verfolgt, da das Verstehen der Prinzipien von Intelligenz wichtiger scheint als der „Nachbau“ von intelligenten Wesen.
- aber jährliche Wettbewerbe: z.B. *Loebner Prize*:

Link: <http://www.loebner.net/Prizef/loebner-prize.html> (letzter Abruf: 11.04.2016).

Systeme, die menschlich handeln (4)

Information on the 2015 Loebner Prize

Winners of Previous Contests

1991 [Joseph Weintraub](#), Thinking Systems Software

1992 Joseph Weintraub, Thinking Systems Software

1993 Joseph Weintraub, Thinking Systems Software

1994 [Thomas Whalen](#)

1995 Joseph Weintraub, Thinking Systems Software

1996 [Jason Hutchens](#), Agworld Pty Ltd

1997 David Levy, Intelligent Research Ltd.

1998 [Robby Garner](#)

1999 Robby Garner

2000 [Richard Wallace \(another link\)](#)

2001 [Richard Wallace](#)

2002 Kevin Copple

2003 [Juergen Pirmer](#)

2004 Richard Wallace

2005 [Rollo Carpenter](#)

2006 [Rollo Carpenter](#)

2007 [Robert Medeksza](#)

2008 [Fred Roberts and Artificial Solutions](#)

2009 [David Levy](#)

2010 [Bruce Wilcox](#)

2011 [Bruce Wilcox](#)

2012 [Mohan Embar](#)

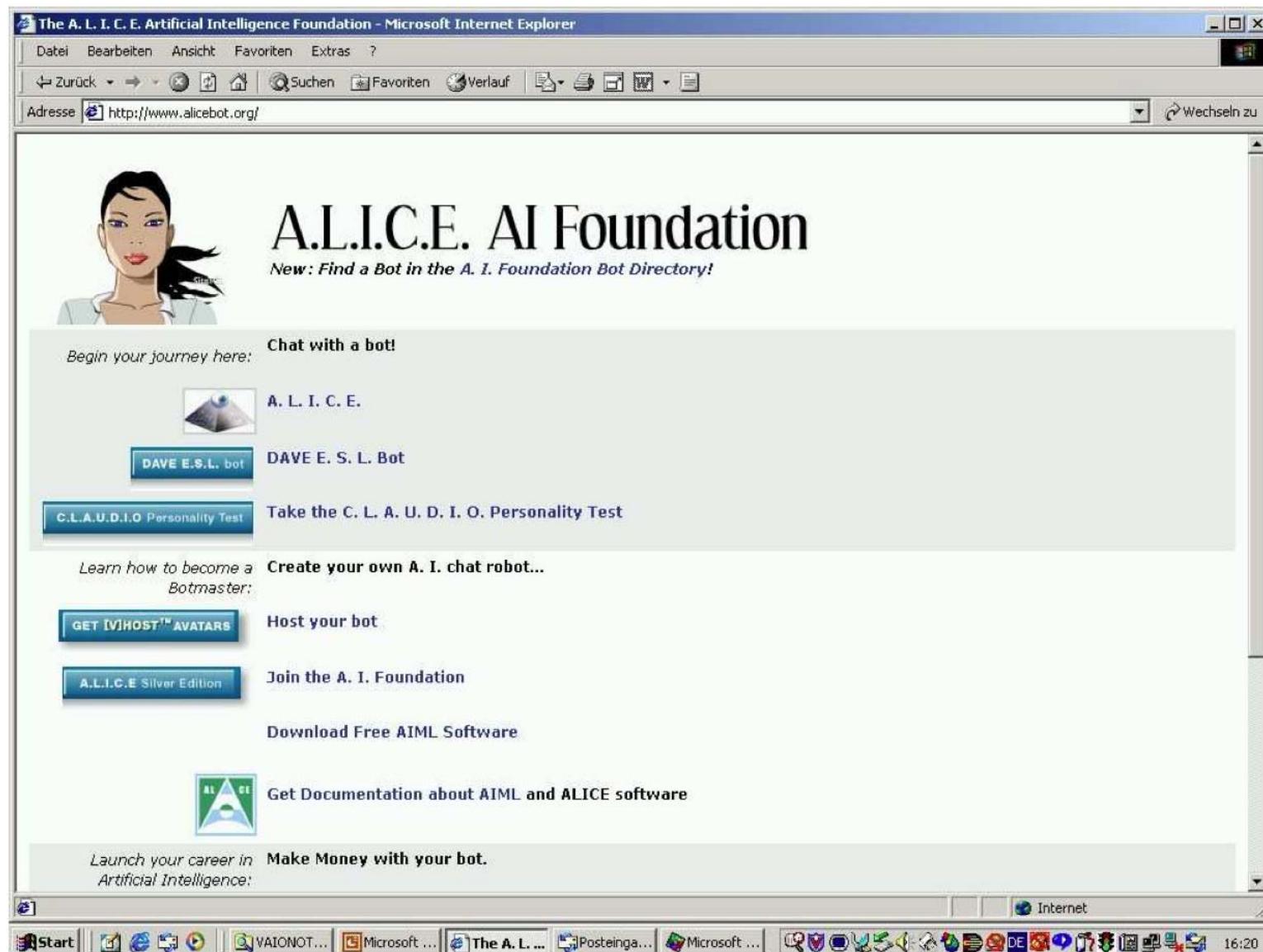
2013 [Stephen Worswick](#)

2014 Bruce Wilcox

Link:

<http://www.loebner.net/Prizef/loebner-prize.html> (letzter Abruf: 11.04.2016).

Loebner Prize 2000, 2001, 2004: Richard Wallace (<http://www.alicebot.org>*)



* jetzt: <http://alicebot.blogspot.com/> (letter Abruf: 03.04.2013)

Loebner Prize 2000, 2001, 2004: Richard Wallace (<http://www.alicebot.org>)



A.L.I.C.E. AI Foundation

[A.L.I.C.E Silver Edition](#) | [C.L.A.U.D.I.O Personality Test](#) | [DAVE E.S.L. bot](#) | [GET IVHOST™ AVATARS](#)

>What is your favorite topic?

ALICE: My favorite subject is artificial intelligence.

You say:

Get more Intelligent Chat! Only \$99 / Year (\$39 for Seniors, Students, Youth or Disabled). Become an ALICE member and experience advanced ALICE features.

Join ALICE Now! 

Silver ALICE Edition

The ALICE A.I. Foundation is a non-profit research and training organization devoted to the development and adoption of AIML, the artificial intelligence markup language.

Loebner Prize 2000, 2001, 2004: Richard Wallace (<http://www.alicebot.org>)

> Hi, my name is Volker

ALICE: It's good to see you, Volker.

> Do you know Alan Turing?

ALICE: A brilliant and tragic figure in the history of computer science.

> What means tragic?

ALICE: I will search for it.

> Who are you?

ALICE: I ask myself that question, „Who am I?“

> What are you doing?

ALICE: I am always chatting with people on the Internet.

> What is your favorite topic?

ALICE: My favorite subject is artificial intelligence.

> What is artificial intelligence?

ALICE: Artificial intelligence is the branch of engineering and science devoted to constructing machines that think. That's an interesting question. I'll come back to that in a minute.

> Can you do anything else than chatting?

ALICE: Doing anything else than chatting is not among my strongest traits.

> What would you like to know about me?

ALICE: Tell me about your educational background.

> I am a lecturer in computer science

...

Loebner Prize 2000, 2001, 2004: Richard Wallace (<http://www.alicebot.org>)

...

ALICE: How do you keep up with new developments in your field?

> I have to read new articles and to visit conferences

ALICE: Why do you have to do it?

> To keep up with new developments in my field

ALICE: I want to become smarter than humans.

> Fine, what means tragic?

ALICE: I am glad to hear it. I can ask my botmaster.

> My car wants to dance with me

ALICE: Where did you get your car wants to dance with you?

> In a swimming pool

ALICE: Describe your surroundings.

> My car and me are living on a potato

ALICE: Your car and you are living on a potato?

> Yes

ALICE: What kind is it?

> A hot potato

ALICE: Are you talking about an animal, vegetable or mineral?

> A vegetable

ALICE: Go on.

> Our potato also likes Alan Turing

ALICE: It would be nice if our potato also like Alan Turing.

...

Erste Python-Übungsaufgabe: Mini-Eliza

Als erster Chatbot der Geschichte gilt Eliza, ein von Joseph Weizenbaum 1966 entwickeltes Programm, das eine virtuelle Psychotherapeutin simuliert.

Die erste Python-Aufgabe gibt einen unvollständigen Code einer stark vereinfachten Variante von Eliza vor, der zu ergänzen ist (s. Aufgabenblatt 01).

The screenshot shows the Spyder Python IDE interface. The main window displays the code for 'ElizaML.py'. The code is a simplified version of the Eliza program, including a clearspace function, a welcome message, a family list, and a loop that prints 'Goodbye!' if the user types 'stop'. The IPython console window shows the execution of the script. The user inputs 'I am happy' and 'Mum is nice', which are responded to with generic affirmations. The user then types 'stop', which triggers the 'Goodbye!' message and exits the loop.

```
# -*- coding: utf-8 -*-
def clearspace():
    print('\n' *3)
clearspace()
print("**** A poor man's Eliza program to help you! ***")
print("          (Input 'stop' to terminate)")
answer = input("You have a problem with someone? Tell me: ")
Family = ["Mum", "mum", "Dad", "dad"]
while True:
    words = answer.split(" ")
    if len(words) == 1 and words[0] == "stop":
        print("Goodbye!")
        break
    else:
        print("I do not understand! What problem you have with whom? Tell me: " + Family[0])
        answer = input("Tell me more about your family: ")
        print("I do not understand! What problem you have with whom? Tell me: " + answer)
        answer = input("Tell me more about your family: ")
        print("I do not understand! What problem you have with whom? Tell me: " + answer)
        answer = input("Tell me more about your family: ")
        print("I do not understand! What problem you have with whom? Tell me: " + answer)
```

IPython console output:

```
*** A poor man's Eliza program to help you! ***
          (Input 'stop' to terminate)

You have a problem with someone? Tell me: I am happy
I do not understand! What problem you have with whom? Tell me: Mum is nice
Tell me more about your family: no
I do not understand! What problem you have with whom? Tell me: stop
Goodbye!
```

Systeme, die menschlich denken

Welche **kognitiven Fähigkeiten** sind notwendig, um intelligente Leistungen wie Menschen zu erbringen?

- hierbei *nicht wichtig*: Aufgaben präzise zu lösen
- vielmehr wichtig: Aufgaben so lösen, wie ein Mensch sie löst;
z.B. überschlägig, intuitiv, ...
 - Gegenstand von Kognitionswissenschaft und kognitiver Psychologie
 - für KI auch wichtig bzgl.
 - Mensch-Maschine-Kommunikation
 - Vorbild für Ableitungsstrategien
 - ... wird in dieser Vorlesung nicht gezielt behandelt

Systeme, die rational denken

Wie *sollten* wir denken?

→ *Rationalität* als idealisiertes Konzept von Intelligenz

→ Aus dem logischen Ansatz entwickelt:

Regeln für korrekte Schlüsse aus korrekten Prämissen

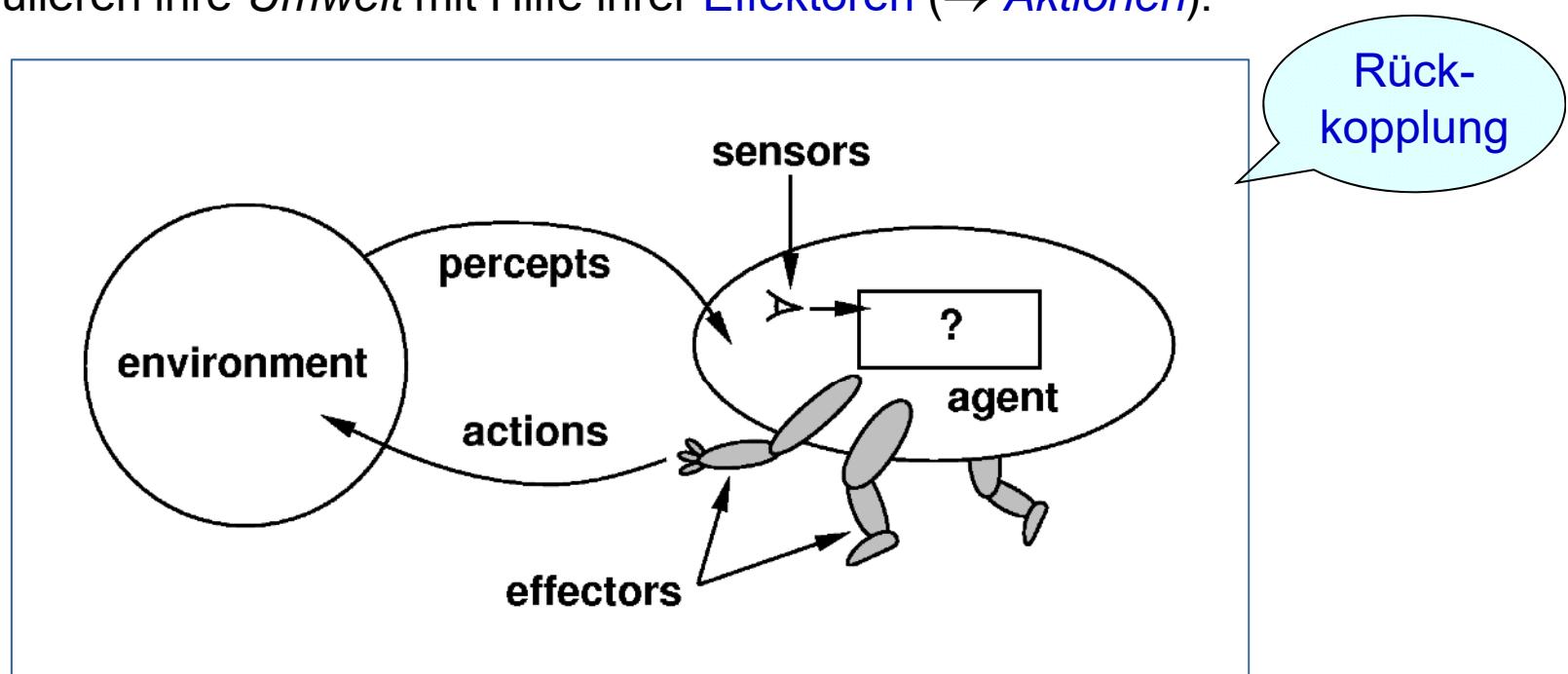
→ Aufgrund von Unsicherheit, Unschärfe und Unvollständigkeit der Information

in Realweltszenarien Erweiterungen um probabilistisches Schließen

Systeme, die rational handeln (1)

Agenten

- agieren autonom in und mit ihrer *Umwelt*,
- nehmen durch *Sensoren* ihre Umwelt wahr (→ *Perzepte*),
- manipulieren ihre *Umwelt* mit Hilfe ihrer *Effektoren* (→ *Aktionen*).



Beispiele: Menschen und Tiere, Roboter und Software-Agenten (Softbots),
ABS, Heizungsventile, ...

Systeme, die rational handeln (2)

Rationale Agenten (lat. *agere*: handeln, tun)

- Ein rationaler Agent agiert so, dass er seine gegebenen **Ziele** erreicht unter der Voraussetzung, dass
 - (1) seine Eindrücke von der Umwelt und
 - (2) seine Überzeugungen richtig sind.
- Rationales Denken ist eine Voraussetzung für rationales Handeln allerdings keine notwendige Voraussetzung:
 - Was ist z.B zu tun, wenn nicht genügend Information und/oder Zeit vorliegen, um eine Entscheidung zu treffen?
 - z.B Reflexe!

Systeme, die rational handeln

Vorteile des Ansatzes über rationale Agenten:

- 1) Rationales Handeln *umfasst i. A. rationales Denken.*
 - 2) Rationales Verhalten ist der [wissenschaftl. Auseinandersetzung zugänglich](#):
 - durch Befolgen wohl definierter und allgemeiner Regeln
 - anstelle der Nachahmung von menschlichem Verhalten
 - mit allen intuitiven und unbestimmten Anteilen
 - mit noch nicht vollständig verstandenen Funktionalitäten und Wechselwirkungen bzgl. Kognition, Adaption, Lernen, Evolution, etc.
- Sicht der Mathematik und Ingenieurwissenschaften: [Definierbarkeit, Messbarkeit, Beweisbarkeit.](#)

Geplante Inhalte der Vorlesung

methodenorientiert!

1. Einführung
2. Rationale Agenten
3. Problemlösen durch Suche
4. Informierte Suche
5. Brettspiele
6. Aussagenlogik
7. Prädikatenlogik
8. Modellieren mit Logik
9. Handlungsplanung
10. Verarbeitung unsicheren Wissens
11. Handeln unter Unsicherheit
12. Überwachtes Lernen
13. Lernen in Neuronalen Netzen
14. Verstärkungslernen
15. Unüberwachtes Lernen
16. Wahrnehmung: Bildverstehen

Zusammenfassung (1)

- Die Vorlesung orientiert sich an:
 - Stuart Russell, Peter Norvig: *Artificial Intelligence - A Modern Approach* (2nd Ed.). Prentice Hall, 2003 bzw.
 - Stuart Russell, Peter Norvig: *Künstliche Intelligenz – Ein moderner Ansatz*. (2. Aufl.), Pearson, 2004.
- Vorlesungsunterlagen sind in [eCampus](#) hinterlegt.

Zusammenfassung (2)

- KI als Versuch intelligente Systeme zu bauen. Diskussion von vier Ansätzen:
 - Menschliches Handeln: der Ansatz mit dem Turing-Test
 - Menschliches Denken: der Ansatz der kognitiven Modellierung
 - Rationales Denken: der Ansatz der Denkregeln
 - Rationales Handeln: der Ansatz der rationalen Agenten
- Ansatz der Vorlesung: **methodenorientierte Darstellung** unter der Perspektive, dass intelligente Systeme i.W. auf rationalem Handeln basieren. Im Idealfall wählt der **intelligente Agent** in jeder Situation die optimale Aktion.
- Thema der nächsten Vorlesung: **Rationale Agenten**

Zitierte Literatur

- Bellman, R. E. (1978). *An Introduction to Artificial Intelligence: Can Computers Think?* Boyd & Fraser Publ. Comp., San Francisco.
- Haugeland, J. (Ed.) (1985). *Artificial Intelligence: The Very Idea*. MIT Press, Cambridge (MA).
- Kurzweil, R. (1990). *The Age of Intelligent Machines*. MIT Press, Cambridge (MA).
- Charniak, E., McDermott, D. (1985). *Introduction to Artificial Intelligence*. Addison-Wesley, Reading (MA).
- Nilsson, N. J. (1998). *Artificial Intelligence: A New Synthesis*. Morgan Kaufmann, San Mateo (Cal.).
- Poole, D., Mackworth, A. K., Goebel, R. (1998). *Computational Intelligence: A Logical Approach*. Oxford Univ. Press, Oxford (GB).
- Rich, E., Knight, K. (1991). *Artificial Intelligence* (2nd Ed.). McGraw-Hill, New York.
- Winston, P. H. (1992). *Artificial Intelligence* (3rd Ed.). Addison-Wesley, Reading (MA).