

Proseminar: Roboter & Aktivmedien

Thema:

Geschichte der Robotik

Vortragende:

Kai Stoye

Ralph Freudrich

WS 2002/03

Prof. Dr. J. Zhang

(Bernd Rössler)

Gliederung

- Definitionen (...)
- Entwicklungsgeschichte (...)
- Unterscheidungsmerkmale (...)
- Beispiele (...)
- Ausblick (...)
- Literaturverzeichnis (...)

Symbol- und Zeichenerklärung

- Hauptpunkt, Kernaussage
 - Zugehöriger Unterpunkt, Aufzählung
 - weitergehende Informationen
 - Aufzählung, Unterteilung

↔ Gegenüberstellung, Vergleich

⇒ Folgerung, Konsequenz

Der Begriff „Roboter“ I

- Der Begriff „Roboter“ wurde 1921 von dem tschech. Schriftsteller Karel Capek (1890 – 1938) geprägt
- tschech. „Robota“ = Frondienst
 - „robotnik“ = Sklave
- „Rossum’s Universal Robot“ von Karel Capek
 - Entwicklung einer chemischen Substanz zur Herstellung von Robotern
 - Roboter sollten Menschen gehorsam dienen und alle schweren Arbeiten verrichten
 - Wissenschaftler Rossum entwickelt „perfekten“ Roboter
 - Roboter fügen sich nicht mehr, rebellieren und töten gesamtes menschliches Leben

Der Begriff „Roboter“ II

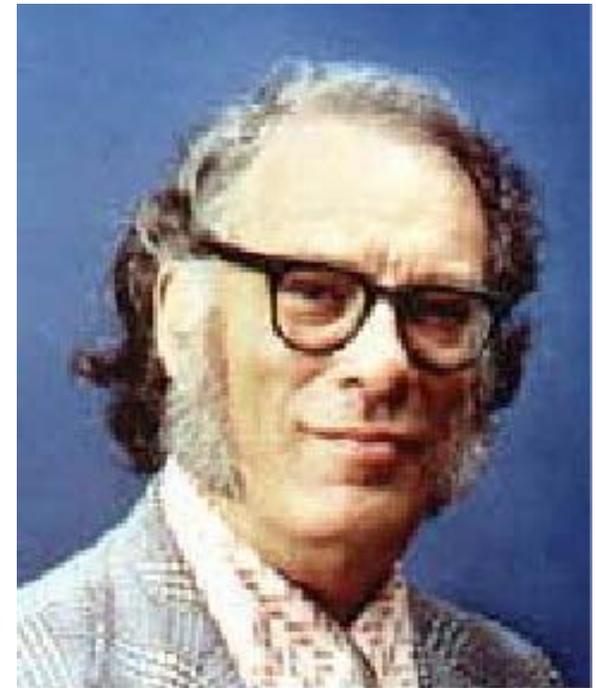
- schneller Einzug des Begriffes in (damalige) Medienlandschaft
 - irgendeine Maschine in Menschengestalt
 - anfangs nur Unterstützer
 - später auch Bedrohung
- synthetischer Begriff
 - unterschiedliche Definitionen
 - abhängig vom geschichtlichen Rahmen

Was ist ein Roboter?

- mechanisch ↔ elektronisch
 - fest konstruierter endlicher Aktionsvorrat
 - steuerbarer Aktionsradius
- (fern)gesteuert ↔ autonom
 - Entscheidungen werden für Roboter getroffen
 - Roboter entscheidet eigenständig
- vorprogrammiert ↔ (selbst)lernend
 - Bewusstsein eines Roboters ist seine Programmierung
 - Roboter ist sich seiner selbst bewusst
- Sklaven des Menschen (laut Wortursprung)?
 - Voraussetzung: freier Wille / Intelligenz

Gesetze von Asimov

- Roboter definiert über Gesetze
 - Ein Roboter darf keinen Menschen verletzen oder durch Untätigkeit zu Schaden kommen lassen.
 - Ein Roboter muss den Befehlen der Menschen gehorchen – es sei denn, solche Befehle stehen im Widerspruch zum ersten Gesetz.
 - Ein Roboter muss seine eigene Existenz schützen, solange dieses Handeln nicht dem ersten oder zweiten Gesetz widerspricht.



<http://www.wolfhenk.de/>

Versuch einer Definition

- allgemeine Definition – 1. Versuch
 - Arbeitsmaschine
 - künstlicher Mensch
 - Kampf- / Kriegsmaschine
 - Science Fiction: denkende Maschine
- allgemeine Definition – 2. Versuch
 - flexibles Handhabungsgerät (Greifvorrichtung / Sensoren)
 - Maschine zur Aufnahme von Informationen (Sensoren) und Einwirkung auf die Umwelt (Aktuatoren / Aktoren)
 - Maschine, die sich selbst und / oder andere Objekte bewegt

andere Definitionen I

- Nach „The Robot Institute of America“ (1979)
 - [Ein Roboter ist] ein (wieder)programmierbarer, multifunktionaler Manipulator, dazu gedacht, Materialien, Teile oder (spezialisierte) Werkzeuge mit Hilfe verschiedener programmierter (minimal vieler) Bewegungen zu bewegen/benutzen.
- Nach „Webster dictionary“
 - [Ein Roboter ist] ein automatisches Werkzeug, das normalerweise Menschen oder Maschinen zugeschriebene Aufgaben mit dem äusserlichen Aussehen eines Menschen erledigt.
- Nach „McKerrow“ (1986)
 - Ein Roboter ist eine Maschine, welche für die verschiedensten Zwecke programmiert werden kann, ebenso wie ein Computer ein elektronischer Schaltkreis ist, der für die unterschiedlichsten Anforderungen programmiert werden kann.

andere Definitionen II

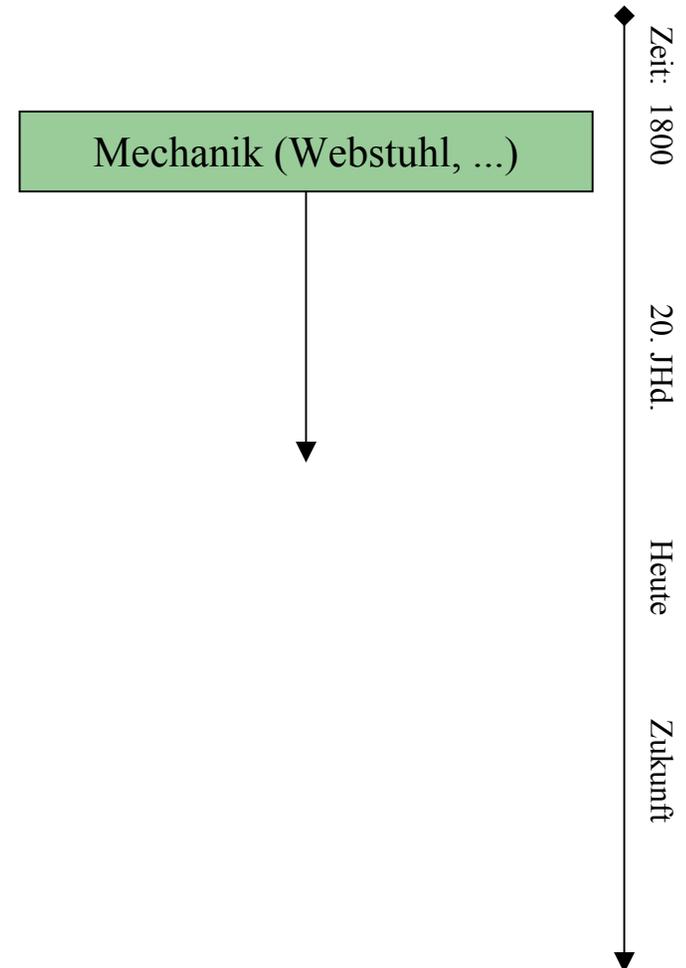
- VDI-Richtlinie
 - [Ein Roboter ist] ein universell einsetzbarer Bewegungsautomat mit mehreren Achsen, dessen Bewegungen hinsichtlich Folge und Wegen bzw. Winkeln frei programmierbar und ggf. sensorgeführt sind.
- Nach dtv-Lexikon (1966)
 - [Ein Roboter ist] ein künstlicher Mensch, der Bewegungen scheinbar selbständig ausführt, z.B. aufgrund drahtlos übermittelter Befehle. [...] Man nennt deshalb auch allgemein elektronisch gesteuerte Geräte Roboter.
- Nach Fremdwörter-Duden (1990)
 - [Ein Roboter ist eine] äußerlich wie ein Mensch gestaltete Apparatur, die manuelle Funktionen eines Menschen ausführen kann; Maschinenmensch. Elektronisch gesteuertes Gerät.

andere Definitionen III

- Nach „Thring“ und „Todd“ (Roboter-Fähigkeiten und Elemente)
 - fähig, sich und / oder andere Objekte zu bewegen
 - Arm, Handgelenke & Effektor zur Objektbewegung
 - Räder, Beine o.ä. für Mobilität
 - Antrieb und Steuerung für genannte Bewegungen
 - Computer für Entscheidungen und Befehlsspeicherung
 - Sensoren für
 - Berührung, Kräfte, Momente
 - Positionsbestimmung, Armstellung, Stellung der Handgelenke
 - Entfernungsmessung
 - Form-, Farb-, Größen- und Bewegungserkennung mittels Bildaufnahme
 - Messung von Wärmeleitfähigkeit, Temperatur, elektrischer Spannung
 - Wahrnehmung von Oberflächenbeschaffenheit & Geruch von Objekten
 - Erkennung von Schallwellen und Tönen

Entwicklungsstufen

- Ein Roboter oder nicht?
 - Wo fängt es an?
 - Wo geht es hin?



Entwicklungsstufen

- Ein Roboter oder nicht?
 - Wo fängt es an?
 - Wo geht es hin?

Mechanik (Webstuhl, ...)

Vorläufer heutiger Roboter können in den frühen mechanischen Geräten (Automaten) gesehen werden.

Zeit: 1800

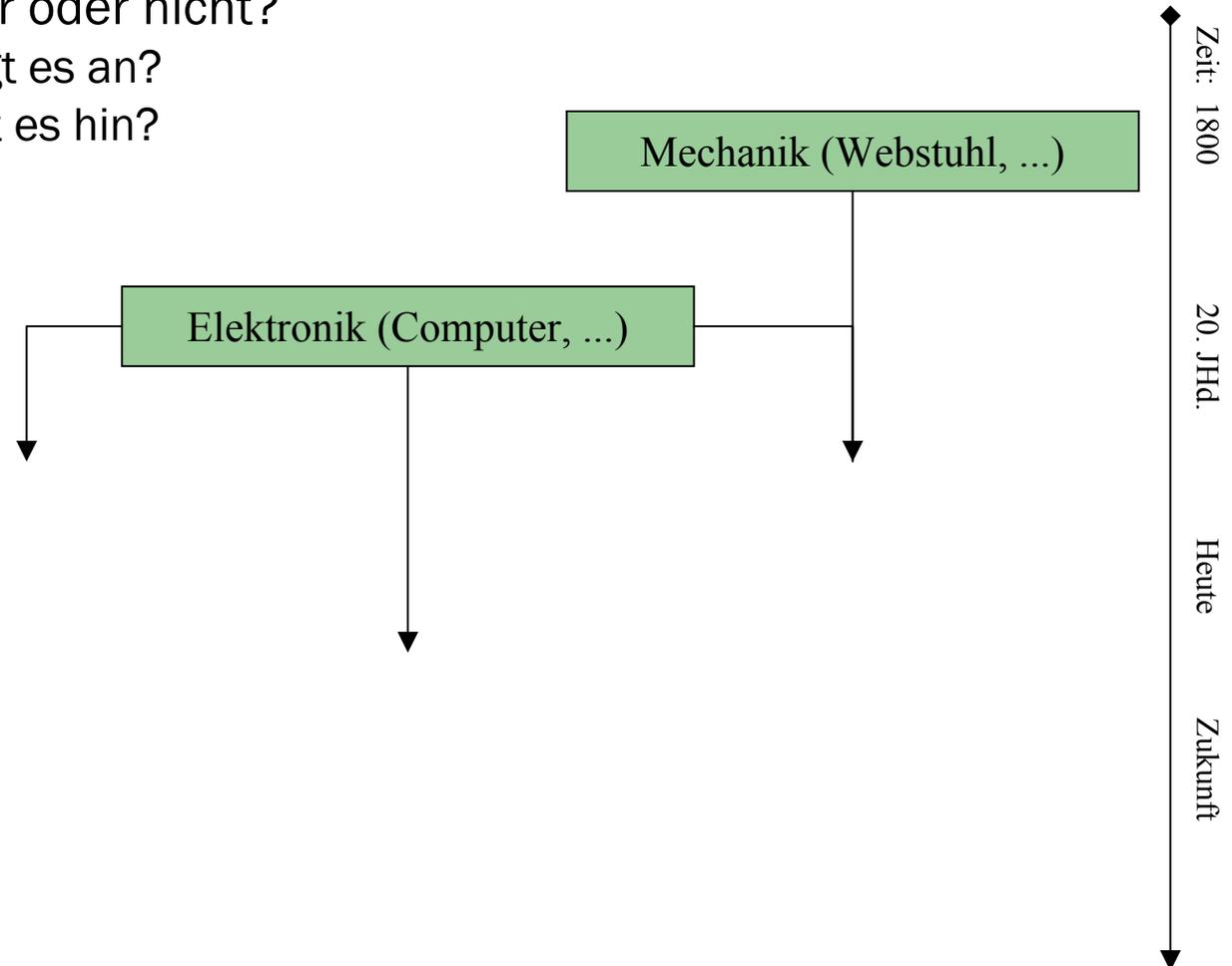
20. Jhd.

Heute

Zukunft

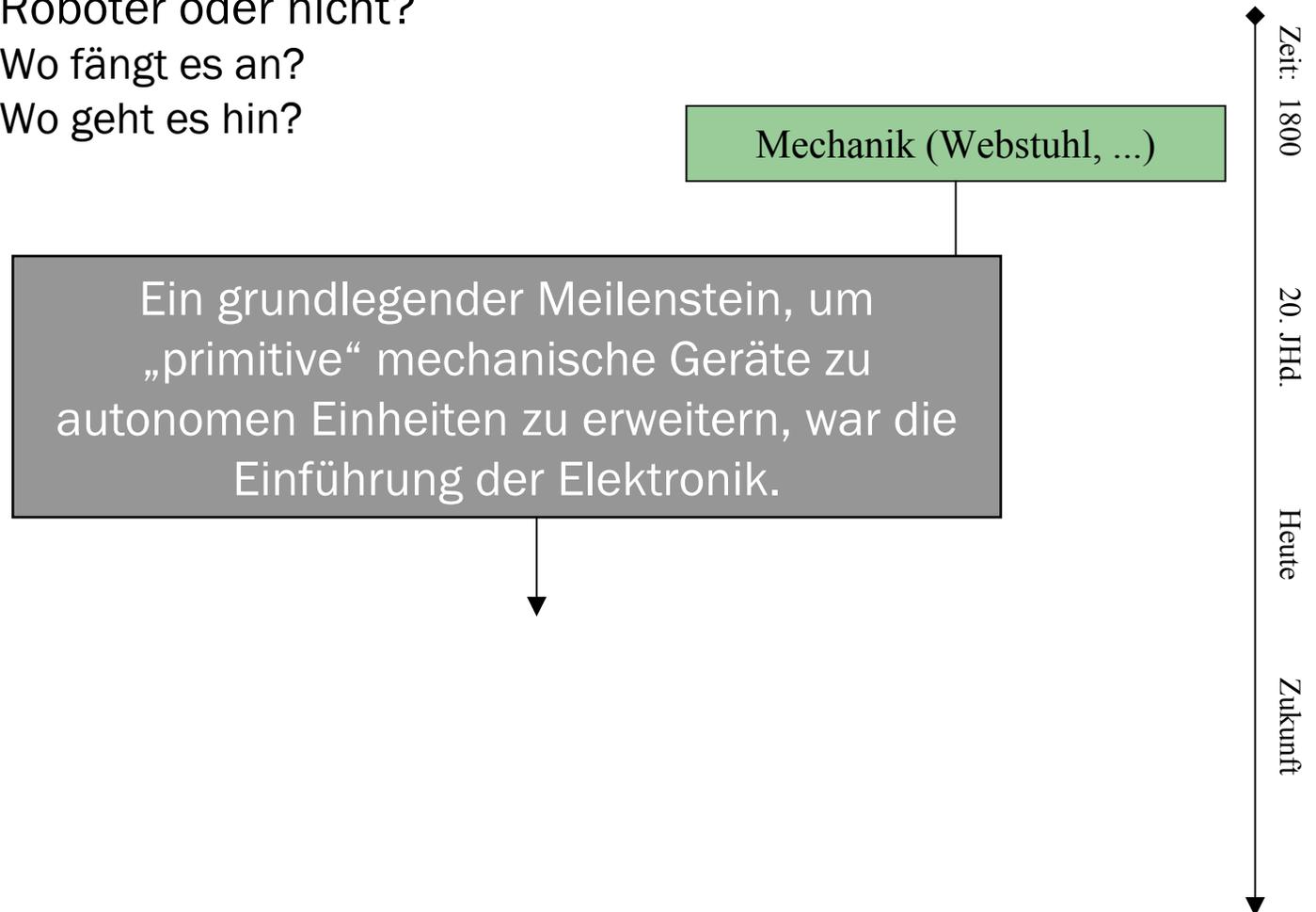
Entwicklungsstufen

- Ein Roboter oder nicht?
 - Wo fängt es an?
 - Wo geht es hin?



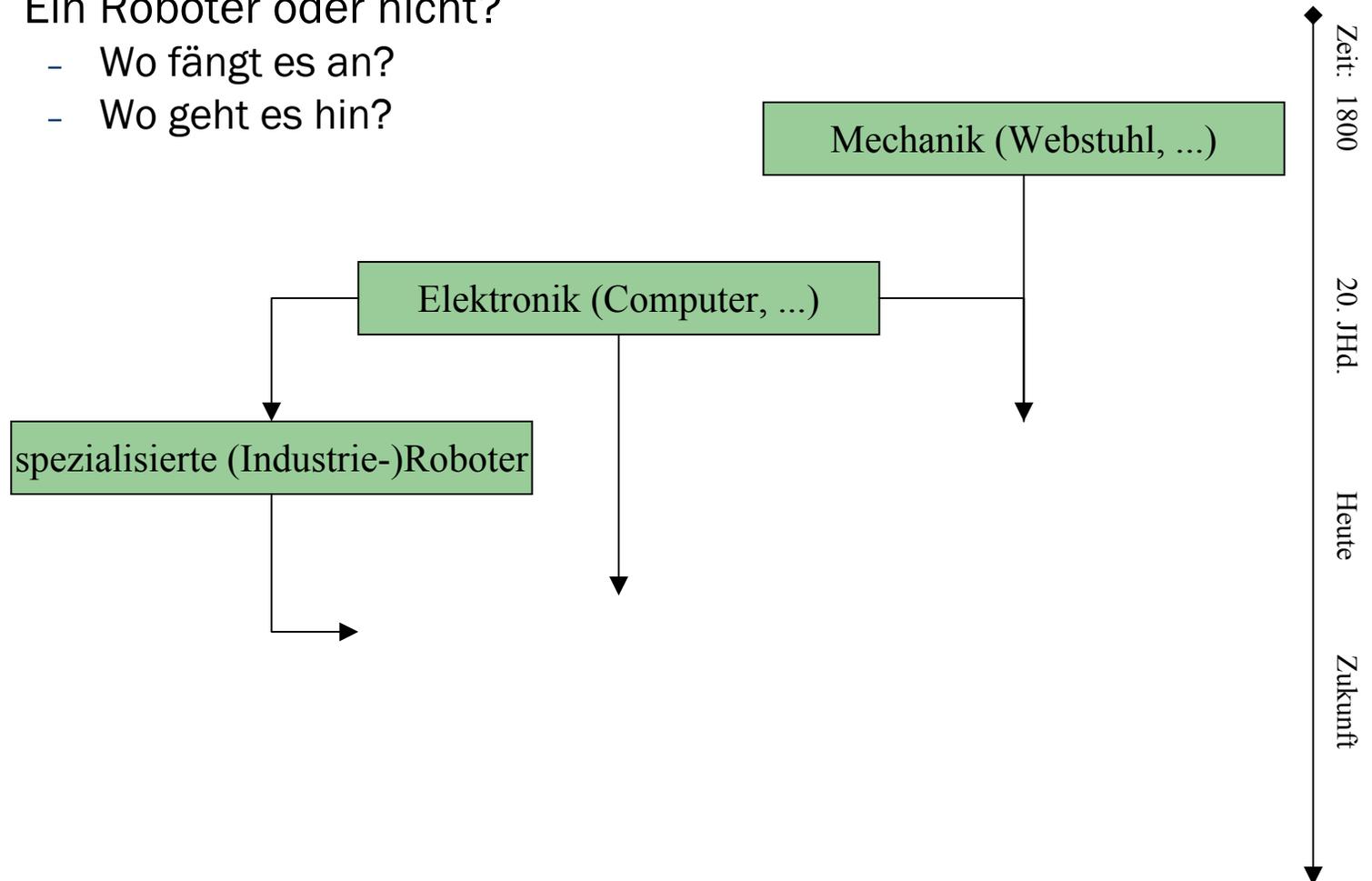
Entwicklungsstufen

- Ein Roboter oder nicht?
 - Wo fängt es an?
 - Wo geht es hin?



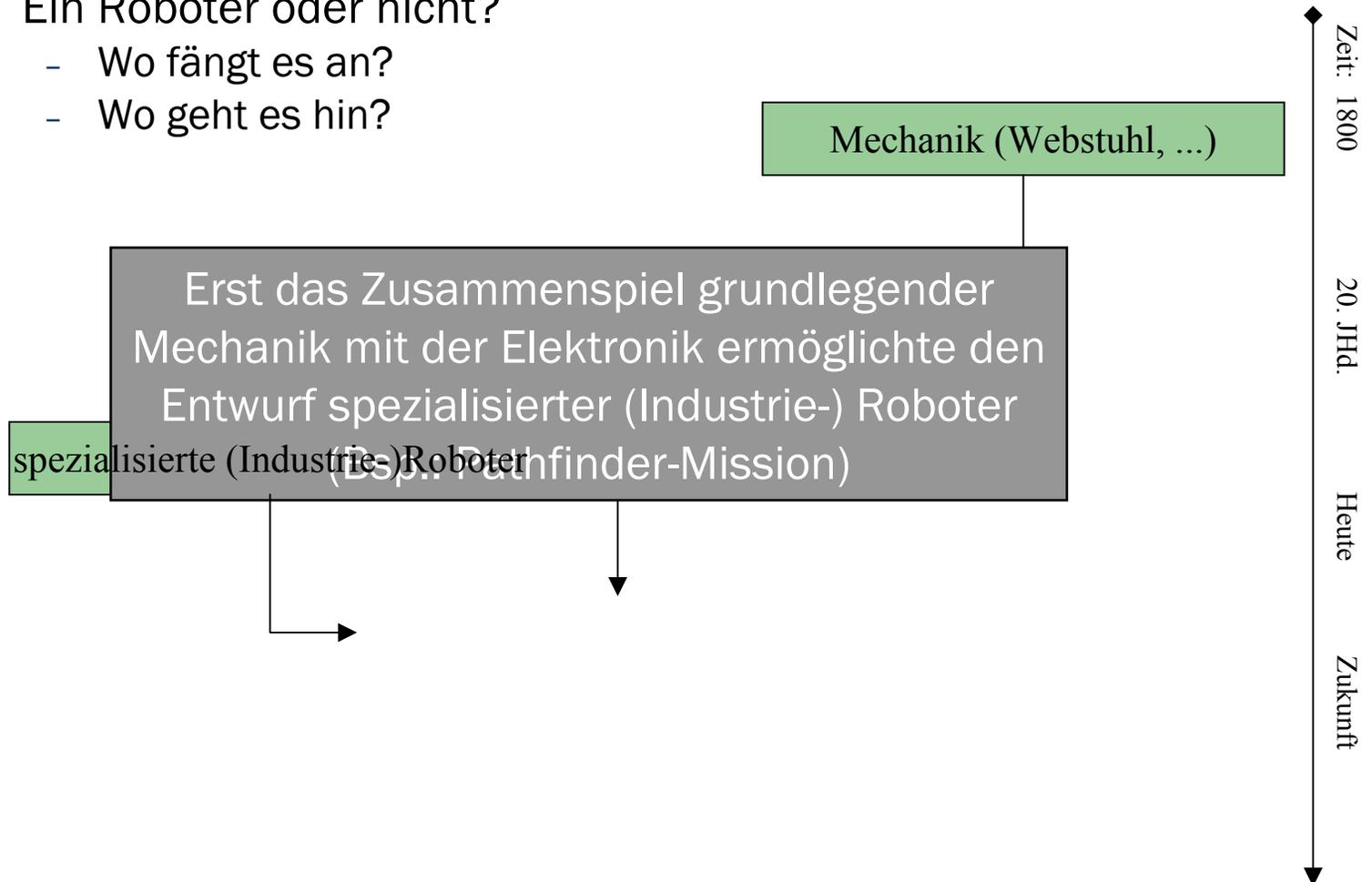
Entwicklungsstufen

- Ein Roboter oder nicht?
 - Wo fängt es an?
 - Wo geht es hin?



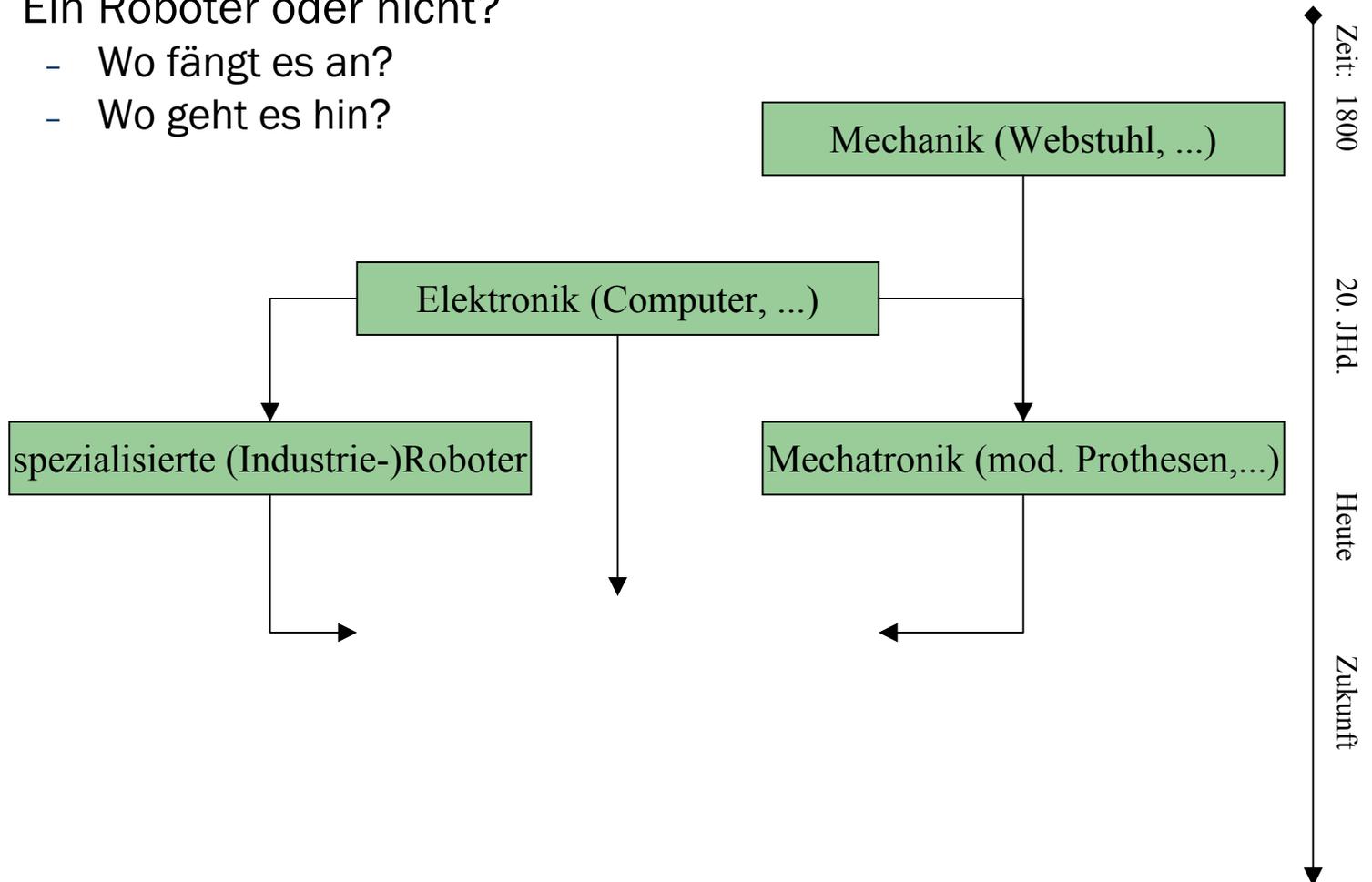
Entwicklungsstufen

- Ein Roboter oder nicht?
 - Wo fängt es an?
 - Wo geht es hin?



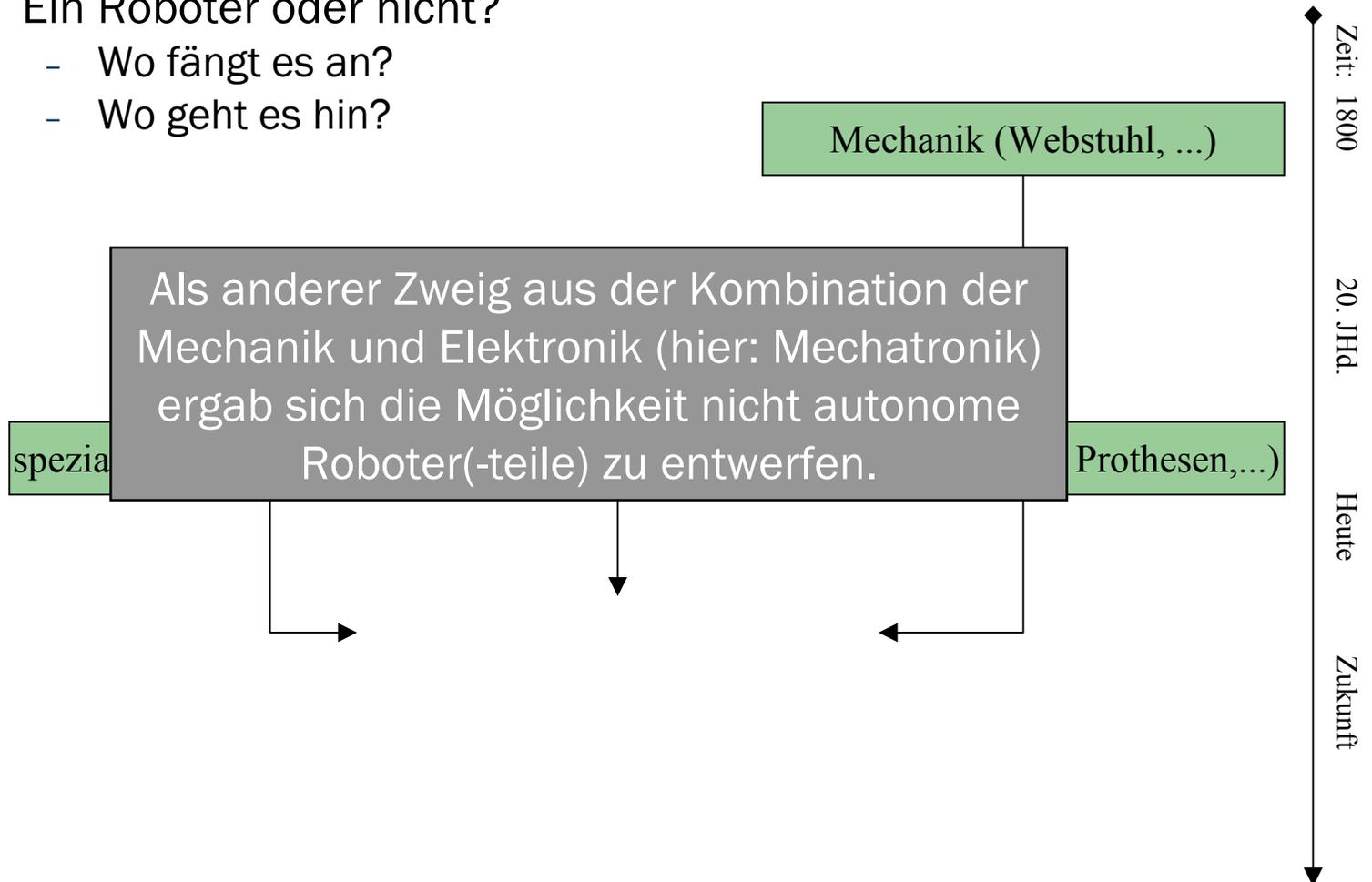
Entwicklungsstufen

- Ein Roboter oder nicht?
 - Wo fängt es an?
 - Wo geht es hin?



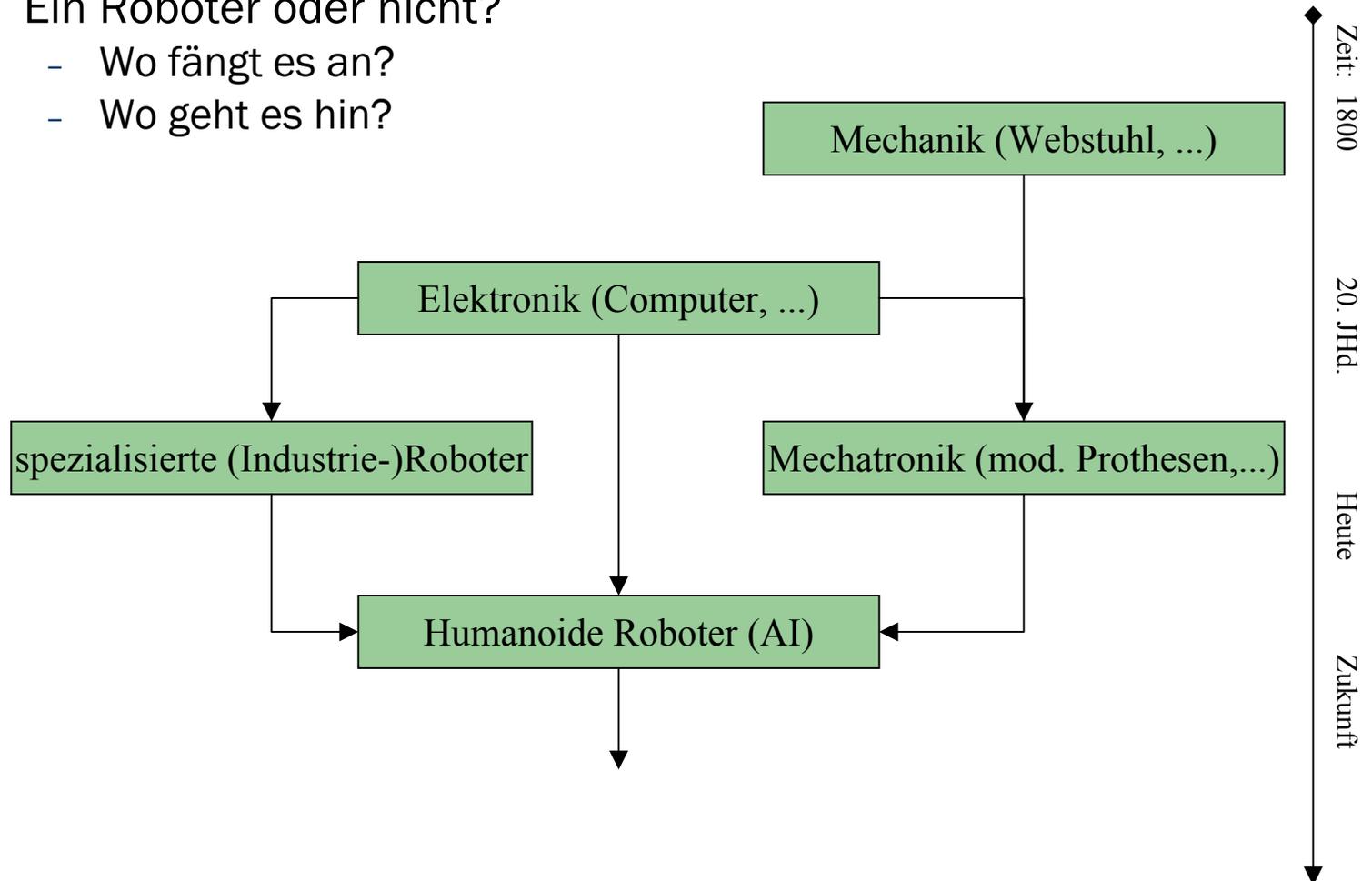
Entwicklungsstufen

- Ein Roboter oder nicht?
 - Wo fängt es an?
 - Wo geht es hin?



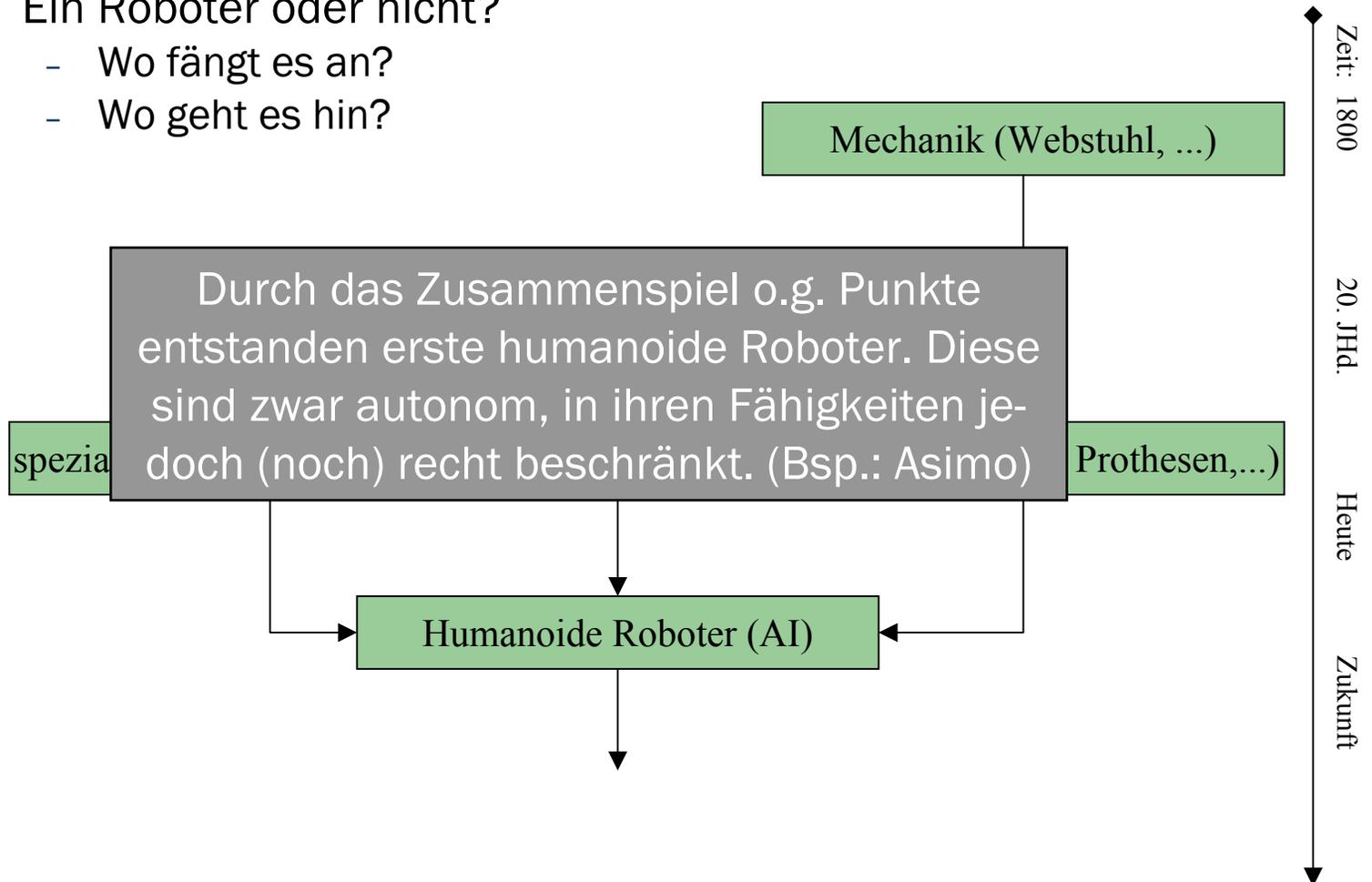
Entwicklungsstufen

- Ein Roboter oder nicht?
 - Wo fängt es an?
 - Wo geht es hin?



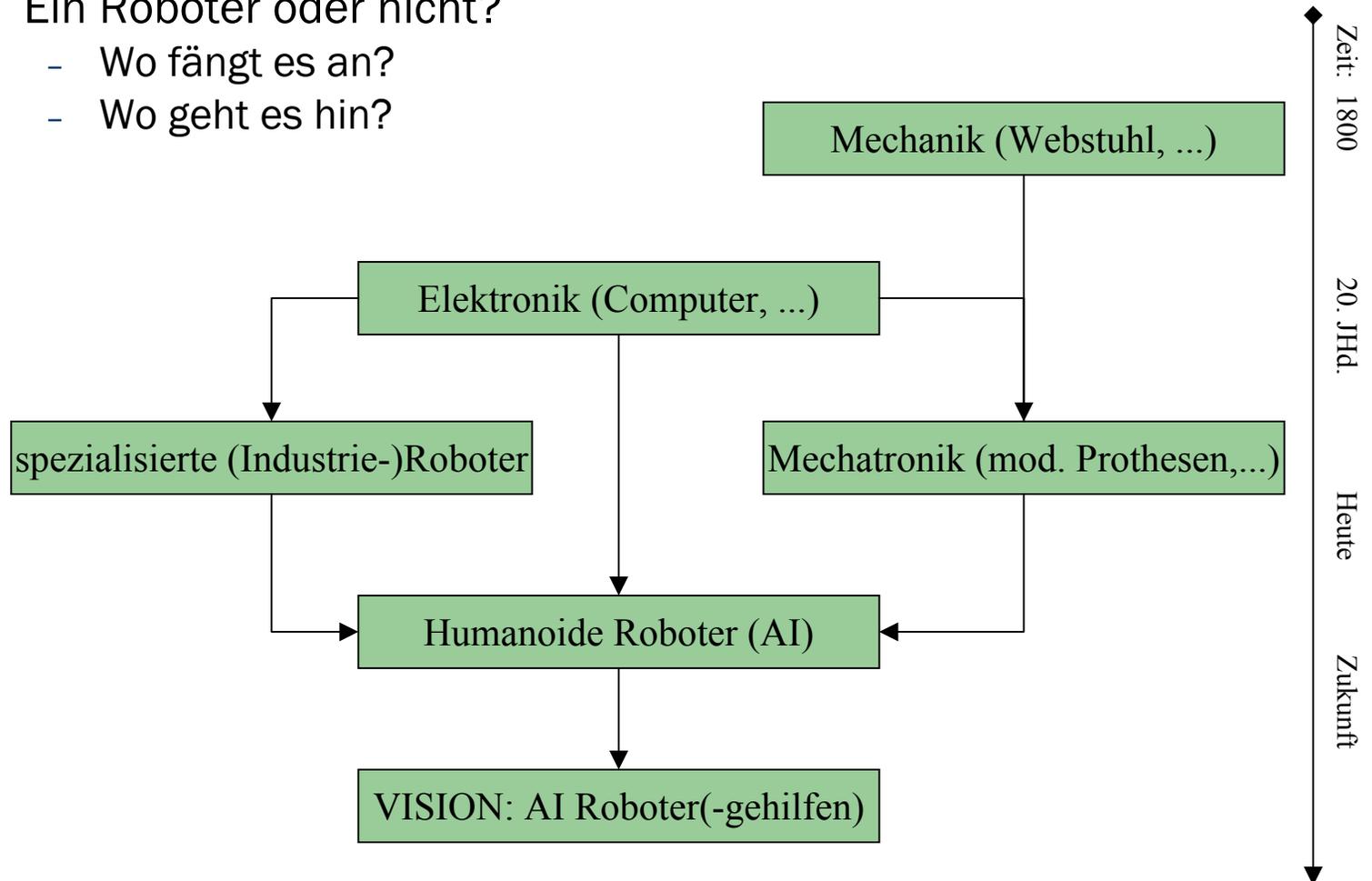
Entwicklungsstufen

- Ein Roboter oder nicht?
 - Wo fängt es an?
 - Wo geht es hin?



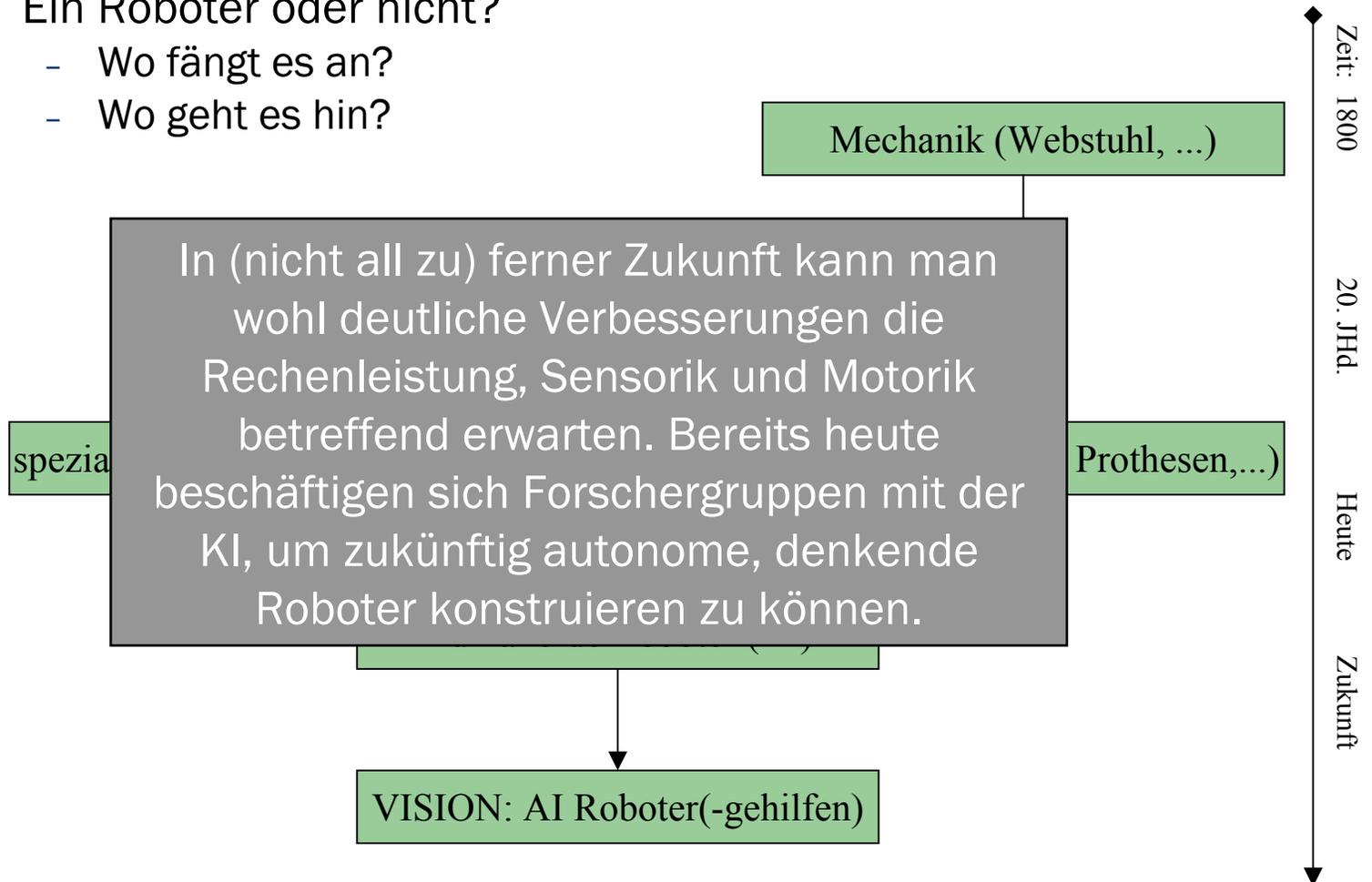
Entwicklungsstufen

- Ein Roboter oder nicht?
 - Wo fängt es an?
 - Wo geht es hin?



Entwicklungsstufen

- Ein Roboter oder nicht?
 - Wo fängt es an?
 - Wo geht es hin?



Vorgänger der Roboter

- 1738 Jaques de Vaucanson
 - baut den „Flötenspieler“ und „Tamburinspieler“
 - mechanische, musizierende Puppe in menschlicher Größe
 - Blasen in Flöte, Veränderung der Lippen und Zunge sowie Bewegung der Finger erzeugten Töne
- 1774 Pierre Jaquet-Droz & Jean-Frédéric Leschot
 - bauten den „Zeichner“, den „Schriftsteller“ und die „Musikerin“
- 1810 Johann Gottfried und Friedrich Kaufmann
 - bauen den „Trompeter“



Quelle: Uni Stuttgart (PVR)

Geschichtliche Entwicklung der Robotik I

- 1805 entwickelt Joseph Maria Jacquard einen programmierbaren Webstuhl (Lochkarten)
- 1830 baut Christopher Spencer eine nockengesteuerte Drehbank
- 1892 entwickelt Seward Babbitt einen motorisierten Kran mit Greifarm
- 1921 schreibt Karel Capek das Theaterstück „R.U.R.“
- 1938 bauen Williard Pollard und Harold Roselund eine programmierbare Farb- und Lackiermaschine

Geschichtliche Entwicklung der Robotik II

Die eigentliche Entwicklung heutiger (Industrie-) Roboter begann erst ab Mitte des 20. Jahrhunderts!

- 1946 entwickelt G.C.Devol ein Steuergerät, das elektrische Signale magnetisch aufzeichnet
- 1951 beginnt die Entwicklung ferngesteuerter Handhabungsgeräte (Teleoperatoren, kameragesteuerter Greifarm)
- 1952 entsteht am M.I.T. ein Prototyp einer numerisch gesteuerten Werkzeugmaschine
 - zugehörige Programmiersprache APT 1961 veröffentlicht
- 1954 reicht C.W.Kenward Patent einer Roboterentwicklung ein
 - gleichzeitig arbeitet G.C.Devol am „programmierten Transport von Gegenständen“ und erhält hierfür 1961 das Patent

Geschichtliche Entwicklung der Robotik III

- 1959 stellt Firma „Planet Corp.“ ersten kommerziellen Roboter vor (Steuerung durch Kurvenscheiben & Begrenzungsschalter)
- 1960 wird erster Industrieroboter „Unimate“ vorgestellt
 - basiert auf Arbeiten von Devol
 - hydraulisch angetrieben
 - Steuerung von Computer unter Prinzipien „numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen“
- 1961 wird bei Ford ein Roboter des Typs „Unimation“ installiert
- 1968 entwickelt das SRI den mobilen Roboter „Sharkey“
- 1970 entsteht am SRI der sog. „Stanford-Roboter-Arm“
- 1973 wird erste Programmiersprache „WAVE“ für Roboter am SRI entwickelt

Geschichtliche Entwicklung der Robotik IV

- 1974 wird die Sprache AL entwickelt
 - Weiterverwendung der Ideen später von Unimation in Programmiersprache VAL
- ca. 1975 entstehen erste vollständig elektrisch angetriebene Roboter
- 1978 wird PUMA (Programmable Universal Machine for Assembly) von Unimation vorgestellt
 - elektrisch angetrieben
 - basierend auf Entwürfen von General Motors
- 1985 entsteht die „Salisbury-Hand“ am M.I.T.
 - drei Finger
 - halten, drehen
 - Fadenmanipulation

Geschichtliche Entwicklung der Robotik V

- 1987 werden allein auf dem US-Markt 170-Milliarden US\$ mit Robotern umgesetzt
- bereits 1990 produzieren mehr als 40 jap. Firmen (Hitachi, Mitsubishi) kommerzielle Roboter
- 1992 wird die „Laufmaschine“ entwickelt (Brooks, Cruse)
 - sechsbeinig
 - geländetauglich und hindernisüberwindend
 - lernfähig (Aufstehen, Gangsynchronisation)
- 1993 entsteht in Belgien ein „intelligenter Rasenmäher“
 - solarzellenbetrieben
 - Induktionsschleifen begrenzen Rasen
 - Geländeerkennung
 - autonomes „intelligentes“ gleichmäßiges Mähen

Geschichtliche Entwicklung der Robotik VI

- 1994 wird in Frankfurt „Robodoc“ vorgestellt
 - einsetzbar für Hüftoperationen
 - keine Lernfähigkeit
- heute stellt Japan ca. 57% aller Industrieroboter der Welt her
- inzwischen „erlernen“ Roboter autonom
 - Labyrinth-Erkundung
 - Selbstlokalisierung
 - Zielfindung
 - Hindernisvermeidung
 - Kooperation
 - Jonglieren
 - Fußballspielen

Robotergenerationen I

- 1. Generation (programmierbare Manipulatoren, 1960 – 1975)
 - geringe Rechenleistung
 - nur feste Haltepunkte (Punkt-zu-Punkt-Programmierung)
 - kaum sensorielle Fähigkeiten (nur Pick-and-Place-Aktionen)
- 2. Generation (adaptive Roboter, 1976 – 1982)
 - mehr Sensoren (z.B. Kameras)
 - Arbeitsumgebungen dürfen größere „Unordnung“ aufweisen
 - eigene Programmiersprachen (z.B. VAL)
 - implizite Programmierung (Programmierobjekt war Roboter, nicht Aufgabe)
 - geringe Roboter-Intelligenz (adaptiv Aufgabendurchführung)

Robotergenerationen II

- 3. Generation (autonome Roboter, ab 1983)
 - hohe Rechenleistung (Multiprozessorsysteme)
 - Aufgabenorientierte Programmierung
 - Forderung nach (maschineller) Autonomie
- 4. – X. Generation (humanoide AI-Roboter)
 - Hans Moravec: Robotikpionier glaubt, daß Roboter die Menschen überleben werden (nicht unbedingt gewaltsam)
 - Roboter als zukünftige Herrscher der Erde
 - Menschen nur zeitweilig als „nützliche Kreatur“ für Roboter-Reproduktion erforderlich

Industrieroboter – Merkmale und Aufgaben

- Merkmale
 - meist stationär
 - wenig Freiheitsgrade
 - einfache Programmierung
 - keine Erfassung der Umgebung
 - hoher Spezialisierungsgrad (Aufgabenbereich)
 - effektiver als Mensch (Kosten und Arbeit)

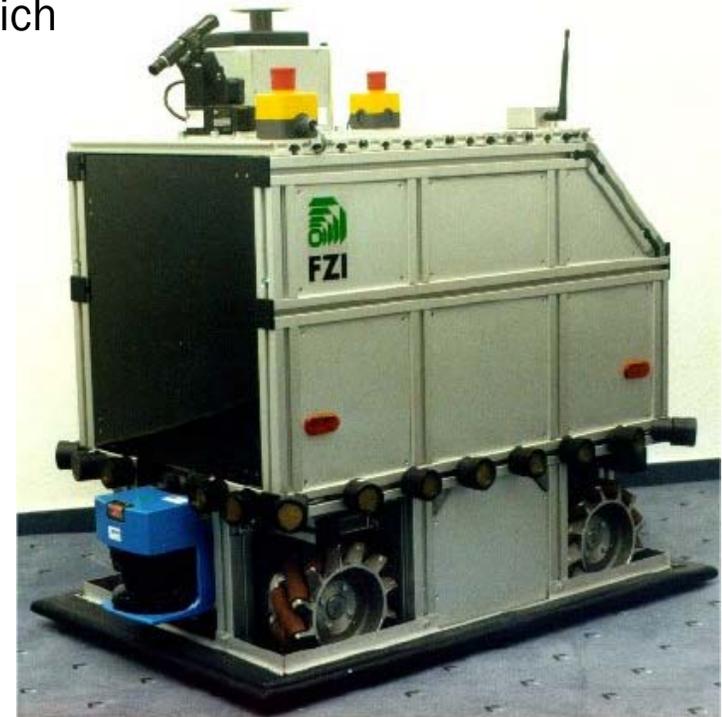
- Aufgaben(-gebiete)
 - allg. Fließband
 - Platinenbestückung
 - Schweißarbeiten (Autoindustrie)
 - Lackierarbeiten
 - fahrerlose Transportsysteme
 - Umgang mit Gefahrgut

KI-Roboter – Merkmale und Aufgaben

- Merkmale
 - meist mobil / autonom
 - bisher wenig praktische Aufgabengebiete
 - keine statische Programmierung
 - bedingt selbstlernend
 - relativ umgebungsungebunden
 - große Freiheitsgrade
 - viel Sensorik
- Aufgaben
 - Bringdienste
 - Krankenhaus (Medikamente, Essen)
 - Postverteilung
 - Gebäudereinigung und -instandhaltung
 - autonome Pkw / Lkw (Forschung)

Abschließende Beispiele I

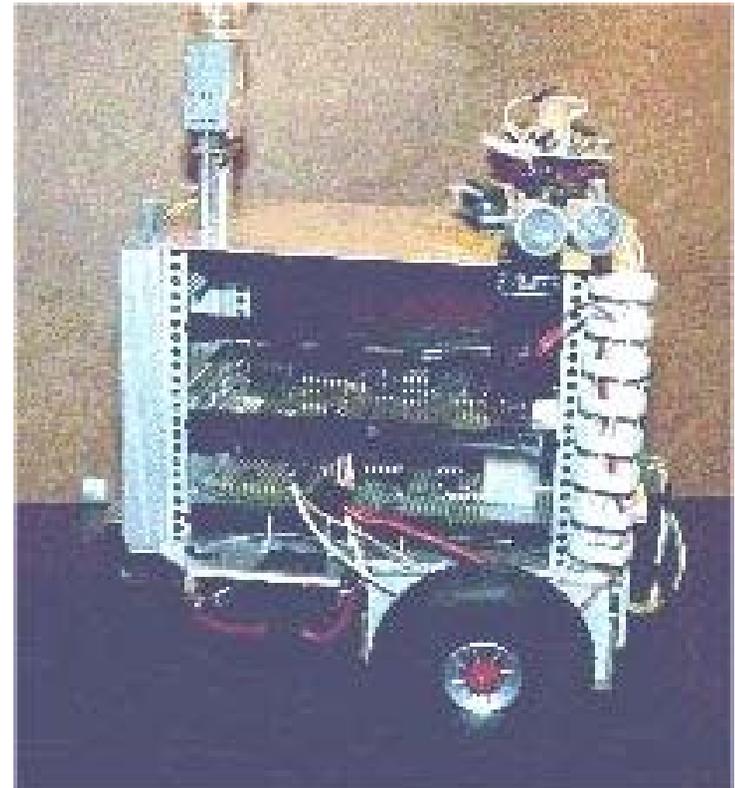
- mobiler autonomer Roboter „James“
 - entwickelt an der Universität Karlsruhe
 - Anwendungsgebiet
 - Transportaufgaben im Servicebereich und Fertigungsstätten
 - Technische Daten
 - Gewicht: 250 kg
 - Traglast: 150 kg
 - Geschwindigkeit: 1 m/s
 - 4 Motoren mit 178 W
 - mehr als 30 Sensoren
 - 6 Prozessoren
 - Funk-Netzwerk
 - OS: vxWorks 5.4
 - div. Überwachungsfunktionen



Quelle: Forschungszentrum Informatik (FZI), Uni Karlsruhe

Abschließende Beispiele II

- **COMpact MOBILE roBOT – COMBOT V1.5**
 - private Eigenentwicklung
 - Anwendungsgebiet
 - Experimente mit KI
 - Technische Daten
 - Gewicht: 2 kg
 - 2 Antriebsräder + 1 Stützrad
 - diverse Sensoren
 - 2 Ultraschallsensoren
 - 1 Kamera
 - 2 Prozessoren
 - Steuerrechner
 - Basisrechner
 - RS 232 Schnittstelle



Quelle: <http://www.roboterwelt.de>

Abschließende Beispiele III

- stationärer Roboterarm
 - private Eigenentwicklung
 - Anwendungsgebiet
 - Objektpositionierung
 - Technische Daten
 - umgebauter Knickarmroboter
 - hergestellt von QUICKSHOT
 - 2 Beugegelenke
 - 1 Knickgelenk
 - Steuerung über 2 Joysticks
 - CPU gestützt
 - RS 232 Schnittstelle



Quelle: <http://www.roboterwelt.de>

Ausblick I

- mögliche Verbesserungen bei Motorik
 - quantitative Verbesserungen bei Manipulatoren
 - Präzision
 - Geschwindigkeit
 - Traglast
 - qualitative Verbesserungen bei Fortbewegung
 - Laufen
 - Hüpfen
 - Fliegen
 - qualitative Verbesserungen bei Steuerung
 - Aufstehen
 - Hindernisse (reaktiv) vermeiden

Ausblick II

- mögliche Verbesserungen bei Sensorik
 - quantitative Verbesserungen der Hardware
 - geringerer Preis
 - höhere Auflösung
 - schnellere Verarbeitung
 - qualitative Verbesserungen bei Datenauswertung
 - Sensorfusion
 - Verknüpfung mit Vorwissen
 - Interpretationsfähigkeit
 - allg. Modularität

Ausblick III

- mögliche Verbesserungen bei Programmierung
 - qualitative Verbesserungen bei Kommunikation (off-line)
 - hochsprachliche Programmierung
 - komplette Simulation
 - VR
 - qualitative Verbesserungen bei Kommunikation (on-line)
 - komfortable Mensch-Machine-Schnittstelle
 - Sprache
 - Gesten

Zukünftige Anwendungsgebiete

- Industrieroboter
 - allgemein in der Produktion
 - Sortierarbeiten
 - Bauroboter
 - Bergwerke
- Serviceroboter
 - allgemein für Dienstleistungen
 - Reinigung (z.B. große Flächen wie Flughäfen)
 - Instantsetzung (z.B. Kanäle, AKW, Chemie)
 - Krankenhäuser (Essensversorgung, Transport)
 - Privathaushalte (Reinigung, Wäsche, Versorgung)
 - Gartenpflege (Rasenmähen)
- intelligente Fahrzeuge (Warnsysteme, Steuerung, ...)

Dunkle Vision – Hans Moravec

- menschliche Evolution bleibt irgendwann stehen
 - bei Beschränkung auf genetische Voraussetzungen
- Weiterentwicklung nur künstlich möglich
 - Aktivitäten des menschlichen Gehirns als Software programmiert
 - Verstand in Computer unterbringen ⇒ Unsterblichkeit
 - Original-Gehirn noch nutzbar?
 - Entstehung zweier Bewusstseinszustände?
 - menschlicher Körper noch nutzbar?
- menschliche Eigenschaften (Liebe, Freundschaft, Emotion)
 - falsche Verschaltungen des Gehirns
 - daher: Gehirn auf 2 GB komprimierbar
- letzte Lösung in der Bionik (Cyborg) ?

Literatur- und Quellenangaben

- Web
 - <http://www.heise.de>
 - <http://www.roboterwelt.de>
 - <http://www.informatik.uni-stuttgart.de>
 - <http://www.frc.ri.cmu.edu/robotics-faq>
 - <http://www.google.de>
 - Suche mit: Robotik, Roboter, ...
- eBooks
 - Engineering – Introductory Robotics (Selig)
 - Applications of Robotics and AI [...] (National Research Council)
- Bücher
 - Joseph Weizenbaum: „Die Macht der Computer und [...]“
 - Duden „Informatik“ (1999)