

# Angewandte Sensorik WS 2002/2003

Jianwei Zhang

AB TAMS

FB Informatik

Universität Hamburg

Büro: F308

Tel.: 2430

E-mail: zhang

Web: <http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/>

Sprechstunde: Mit. 15:00 - 16:00

# Themenübersicht

1. Kognitive Modelle
2. Vorstellung diverser physikalischer Sensoren
3. Roboter-Sichtsysteme
4. Kalibrierungsverfahren
5. Adaptive Verfahren zur Sensorbasierten Regelung
6. Komplexe Verhaltenssteuerung und Architekturen

Anwendungsbeispiele: mobile Roboter,  
Roboter-Montage, Verkehrsprognosen,  
Medizinische-Informationssysteme, usw.

# Die Lehre und das Lernen - I

- **Benutzte Medien:** Folien, Videos, Web-Seiten, Programme, Fachpapiere, Bücher, ...
- **Lernen:** Üben, Aufsätze lesen, Diskutieren, Programmieren, Teilnahme an Projektseminaren des AB-TAMS.

# Die Lehre und das Lernen - II

- **Benötigte Kenntnisse:** Grundlagen der Physik, Grundlagen der Elektronik, Robotik I, Lineare Algebra, elementare Matrizenalgebra, Wahrscheinlichkeitstheorie, Grundlagen der statistischen Methoden, Grundlagen der Algorithmen und Programmierung.
- **Relevante Vorlesungen:** Signalverarbeitung, Regelungstechnik, Leistungselektronik, Bildverarbeitung, Fuzzy-Systeme, Neuronale Netze, KI.

# Robotikpraktikum

Im Rahmen dieses Praktikums können Sie die in Robotik I und II gewonnenen Kenntnisse in ein reales Robotersystem mit realen Sensoren umsetzen.

Der Experimentaufbau besteht aus einem Roboterarm vom Typ PUMA-260, einem Kamerasystem und einem Barcode-Scanner.

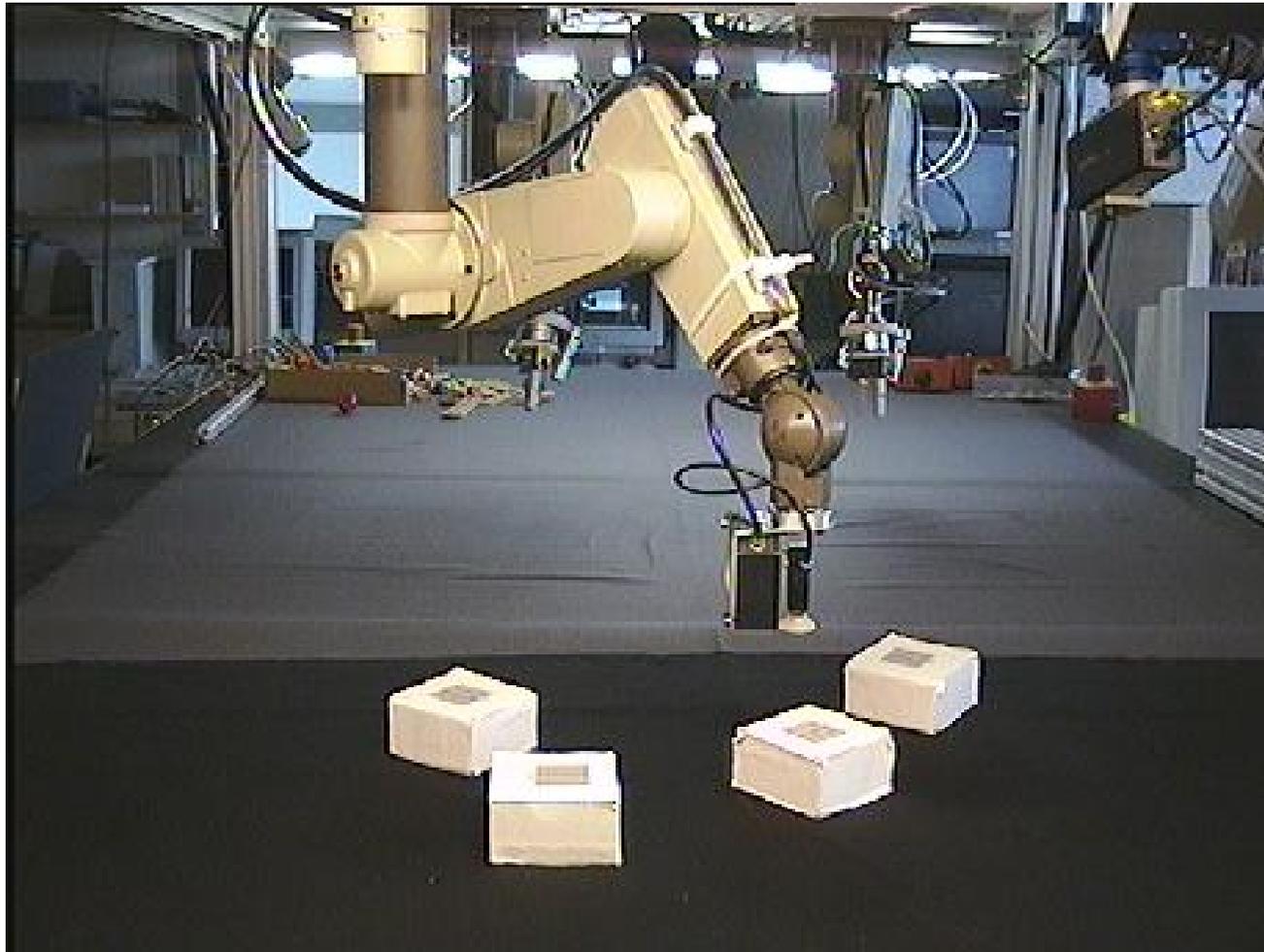
Die Aufgabe ist das automatische Sortieren von beliebig gelegten Objekten durch das korrekte Scannen des Barcodes der jeweiligen Objekte.

Die einzelnen Praktikumsaufgaben sind folgende:

1. Grundlagen von RCCL (Robot Control C Language) lernen, z.B. einfache Pick-and-Place Aufgaben.
2. Umgang mit dem Barcode Scanner, z.B. vorgegebene Positionen anfahren und Barcode scannen.
3. Vertrautmachen mit Kamera und Grabber, z.B. programmgesteuerte Aufnahme von Bildern.
4. Kamerakalibration, besonders die Bestimmung von extrinsischen Parametern.
5. Bildeverarbeitung. Sie arbeiten entweder mit HORUS (einer C-Bibliothek zur Bildverarbeitung) oder wenn sie wollen, schreiben sie alles selber.

6. Integration der Bildverarbeitung in die RCCL-Steuerung, d.h. Anfahren der durch die Bildverarbeitung erkannten Objekte, Scannen und sortieren.

# Robotikpraktikum – Aufbau

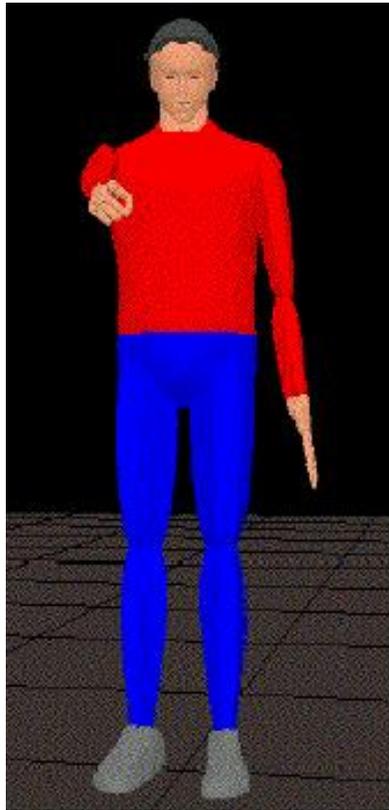


# Einige Stufen der Intelligenz

- **Einfache Systeme** (Messen-Reaktion): automatische Schaltung der Straßenbeleuchtung, automatische Türöffnung, Airbag-Steuerung, “Smog Detector”, “Denkende Kühlschranks” .
- **Komplexere Systeme** (Erkennen-Aktion): Geldautomat mit der Erkennung biometrischer Merkmale (Gesicht, Fingerdruck, Stimme ...), intelligente Klimaanlage, adaptive Regelung einer Verkehrsrampe.

- **Robotersysteme** (Messen-Modellierung-Bewegung): Kollisionvermeidung, Greifen von beliebigen Objekten, Verfolgen von beweglichen Zielen, komplizierte Montage, Erkennung von Situationen.
- **Autonome Systeme**: Maschinen-Intelligenz erreicht natürliche Intelligenz.

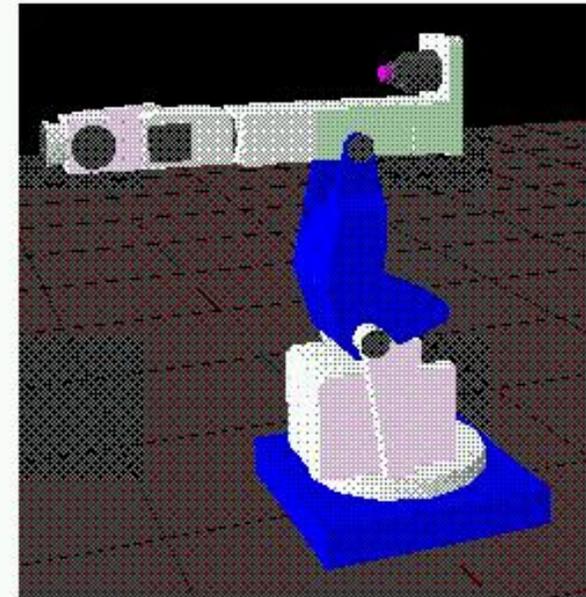
# Vereinfachung der Nutzung von Maschinen



← inter-human like →  
(natural speech, gestures, view ...)

← implicit →  
(task, simple speech)

← explicit →  
(program, panel, ...)



# Weitere Ziele Sensor-basierter Anwendungen

- Anwendung in Mechatronik
- Erhöhung des “MIQ - Machine Intelligence Quotient”
- Beherrschen von komplexen Systemen
- Erweiterung der Medien

# Einführung in die Terminologie

- **Ein physikalischer Sensor** ist ein Gerät, welches ein physikalisches Phänomen in ein elektrisches Signal umwandelt. Sensoren repräsentieren den Teil der Schnittstelle zwischen der physikalischen Welt und einem elektronischen Gerät, z.B. einem Computer.
- Basierend auf dem ausgewerteten elektrischen Signal (analog / digital), wandelt ein Aktuator elektrische Signale in physikalische Bewegungen oder physikalische Phänomene um.

- Nach der physikalisch-elektrischen Konvertierung dient die **Signalverarbeitung** (Vorverarbeitung) zum Filtern, Normieren, usw. von Signalen
- Sind redundante Sensormessungen vorhanden, kann **Sensordatenfusion** dazu beitragen, genaue und robuste Meßwerte zu ermitteln.
- Werden Sensoren für die technische Realisierung biologischer / menschlicher Wahrnehmung (Perzeption) eingesetzt, ist eine **Merkmalsextraktion** in vielen Fällen notwendig, um die Perzeption mathematisch zu beschreiben. - Danach kann eine **Mustererkennung** auf den extrahierten Merkmalen

durchgeführt werden.

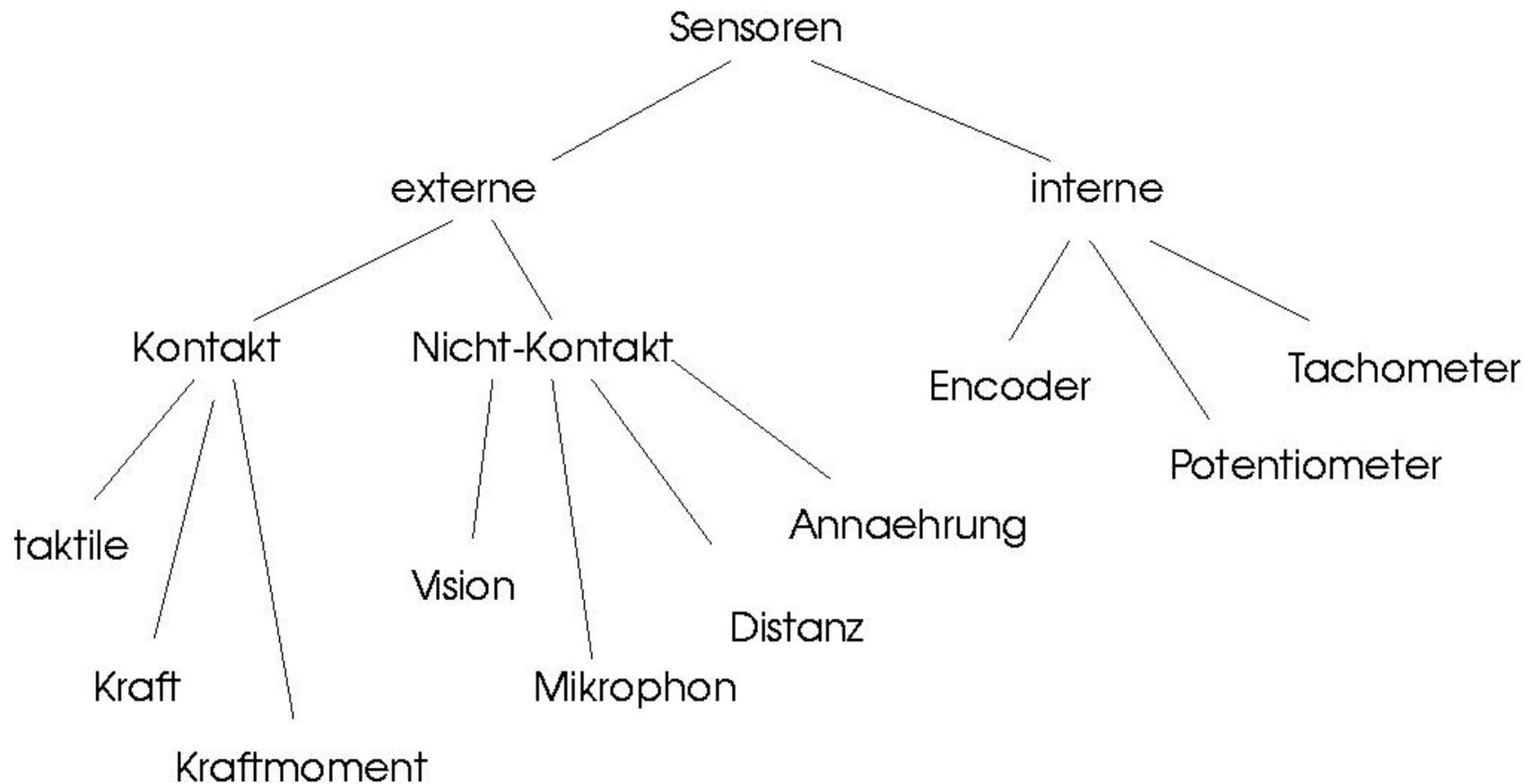
- Um die Umwelt zu verstehen und zu beschreiben, kann die **Umweltmodellierung** benutzt werden. Sie dient zur Rekonstruktion von Objekten oder Teile der Objekteigenschaften, sowie deren Lokationen zu ermitteln.
- Um die Umwelt wie gewünscht zu verändern, soll der **Perzeption-Aktion-Zyklus** über intelligente Steuerung kontinuierlich realisiert werden. Dies kann auch ohne Umweltmodellierung geschehen. Dafür sind nicht nur die originalen Sensoren?Sensordaten?, sondern auch die transformierten Sensordaten, wie

Information aus einer Sensordaten-Reihenfolge oder dem Vergleich der Modelldaten mit den realen Sensordaten zu verwenden.

# Detektionsmöglichkeiten für Sensoren

- Biologisch (biochemische Transformation, physikalische Transformation, Spektroskopie ...)
- Chemisch (chemische Transformation, physikalische Transformation, Elektrochemischer Prozeß, Spektroskopie, ...)
- Physisch (elektrisch, magnetisch oder elektronmagnetische Welle, Wärme, Temperatur, mechanische Versetzung oder Welle, Radioaktivität, Strahlen ...)

# Sensoren in der Robotik: Klassifikationshierarchie



# Anwendung von Sensoren in Robotik - I

- **Interne Sensoren**

Die Sensoren befinden sich im Roboter und erfassen den internen Zustand des Roboters, z. B. die aktuelle Position und Geschwindigkeit jedes Gelenkes.

**Positionsmeßsysteme:** Drehimpulsgeber (Encoder), Potentiometer, Inkrementeller Weggeber, Resolver.

**Geschwindigkeitsmessung:** Tachometer oder indirekte Bestimmung mit Positionsmessungen.

- **Externe Kraftsensoren**

Externe Sensoren dienen zur Messung und Wahrnehmung von Relation und Interaktion des Roboters und der Umwelt.

**Kraftsensoren:** Dehnungsmeßstreifen, Piezokristall und -keramik, Induktivität, Kapazität.

# Anwendung von Sensoren in Robotik - II

- **Externe taktile Sensoren**

Mikroschalter, Piezokristall, Kohlefaser, Faseroptik, Hall-Schalter, Künstliche Haut.

- **Externe nichttaktile, nichtvisuelle Sensoren**

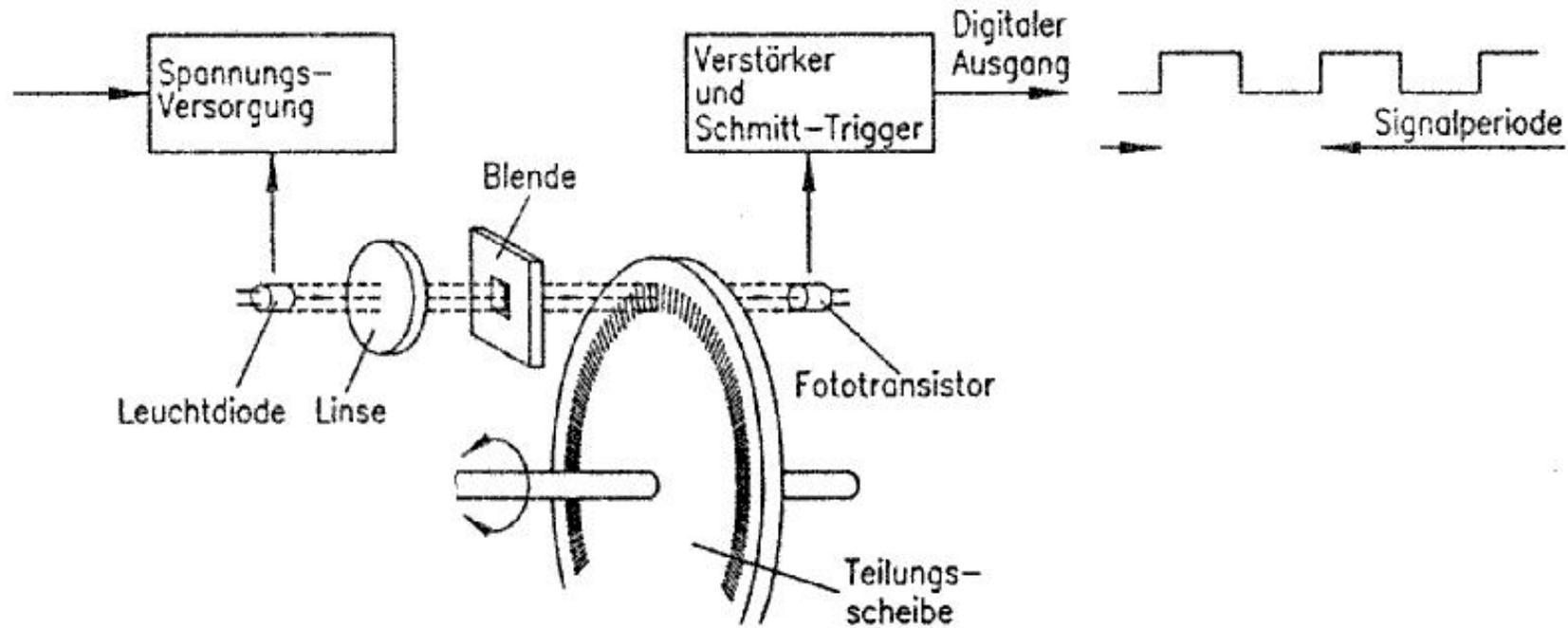
Ultraschall, Infrarot, Laser, Induktivität, Kapazität, Fotodiode.

Mikrophone, Spracherkennungssysteme.

- **Visuelle Sensoren**

Lineare Kameras, CCD-Kameras, Laser-Scanner,  
Farbfilter, Farbdiode, Fototransistor.

# Optische Encoder in einem Roboter



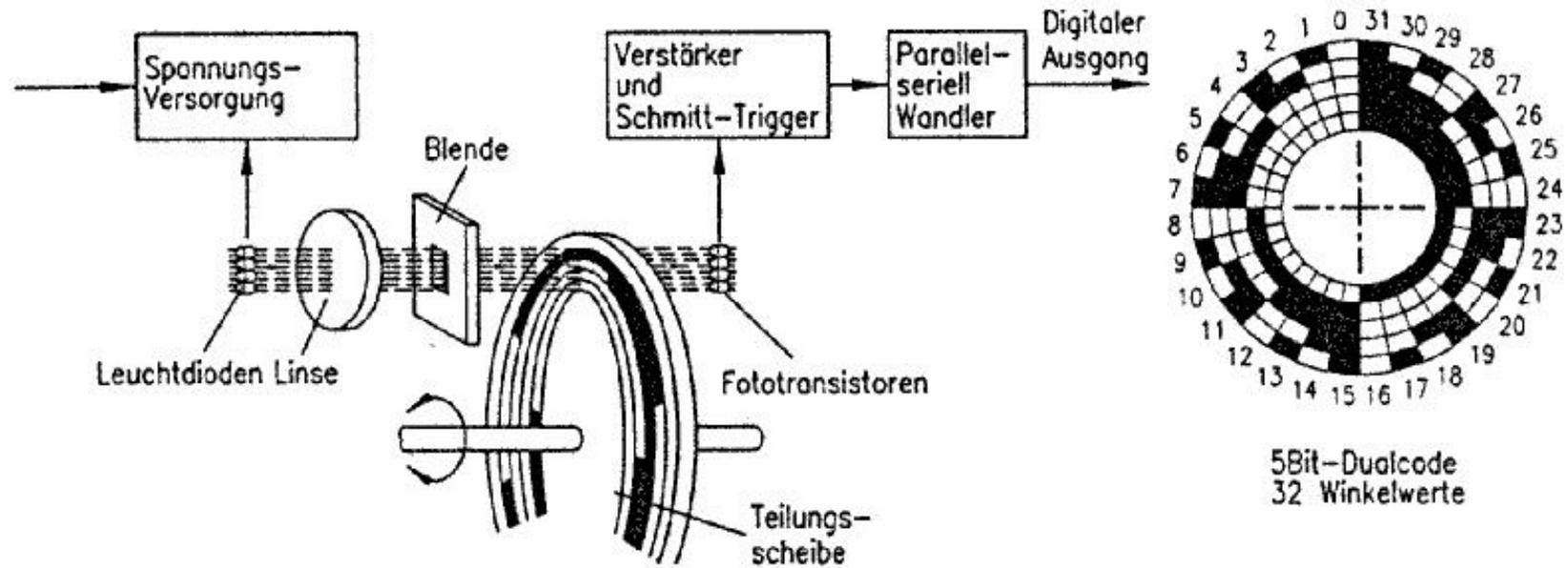
(ASM Robotik)

- Ein optischer Leser liest die Linien.
- Die Scheibe dreht sich wenn der Gelenkmotor sich

bewegt (mit einem Verhältnis 1:1 am Beispiel des PUMA-Roboters).

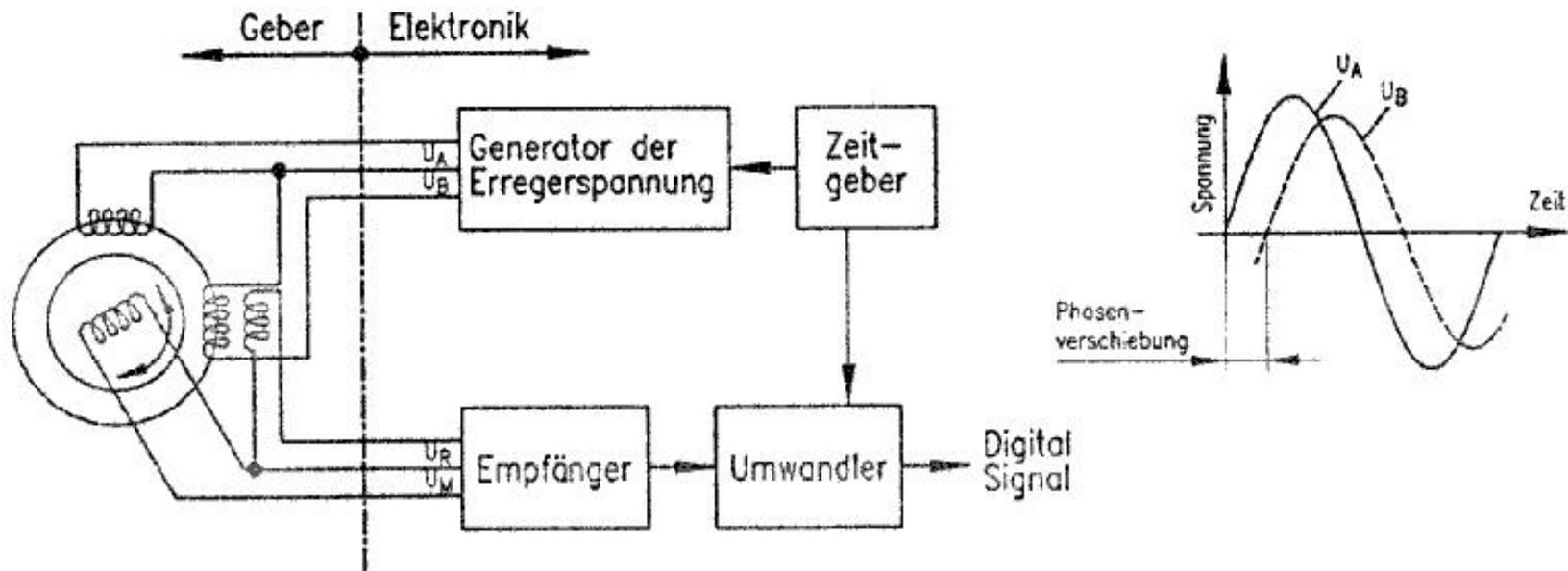
- Eine spezielle Linie wird als “Null-Anzeige” markiert.

# Arbeitsprinzip eines Winkelgebers



(ASM Robotik)

# Arbeitsprinzip eines Resolvers (Drehmelders)



ASM Robotik

# Anwendungen von Sensoren in anderen Bereichen

- **Automobil**

Chemische Sensoren für Emission-Control, Drucksensoren, Beschleunigungssensoren (für Airbag), Temperatursensoren, magnetische Sensoren, Positionssensoren, Navigationssysteme.

- **Luft- und Raumfahrt**

Positionssensoren für Flugzeug-Komponenten, Navigationssensoren (Gyroskop, Beschleunigung).

- **Umweltüberwachung**

Temperatursensoren, Feuchtigkeitssensoren  
Giftstoff-Sensoren.

- **Fertigungsüberwachung**

Temperatur, Druck, Chemische Komposition,  
Vibrationssensoren, Oberflächebeschaffenheit.

- **Haushalt**

Thermostat, Feuchtigkeitssensoren, Pulsmeßgeräten,  
Smog-Detektor, Digitale Nase, Digitale Augen.

- **Militär**

Infrarotsensoren, Sonar/Radar-Sensoren,  
Unterwasser-Akustik, Navigationssensoren,  
Kommunikationssensoren.

und weitere Anwendungen in der Unterhaltung, bei  
Spielzeugen, Medizintechnik, usw.

# Sensorspezifikationen

- Übertragungsfunktion
- Sensitivität
- Genauigkeit
- Auflösung
- Linearität
- Stimulusbereich

- Reaktionsgeschwindigkeit
- Stabilität (Rauschen)
- Betriebszeit
- Kosten, Größe, Gewicht
- Umgebungskonditionen
- Totband
- Ausgangsformat
- ...

# Aufgabe 1

Machen Sie sich vertraut mit dem Thermostat in Ihrem Haus. Identifizieren Sie das Modell und sein ungefähres Alter. Denken Sie an die Charakteristika des Sensors bei dieser Anwendung, z.B. Linearität, dynamischer Bereich, Bandbreite, Auflösung, usw. Stellen Sie ihn auf eine Temperatur ein, die über der Zimmertemperatur liegt. Wird die Heizung eingeschaltet? Wie lange dauert es? Beschreiben Sie das Phänomen.