

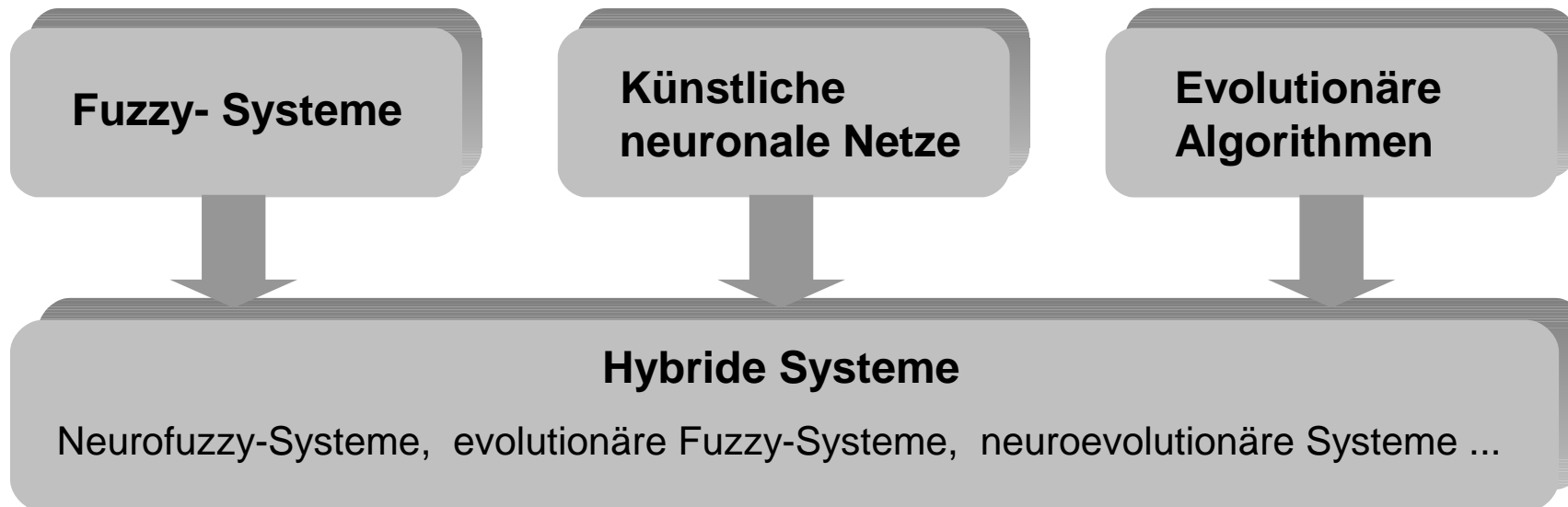
# Realisierung von CI- Regelalgorithmen auf verschiedenen Hardwareplattformen

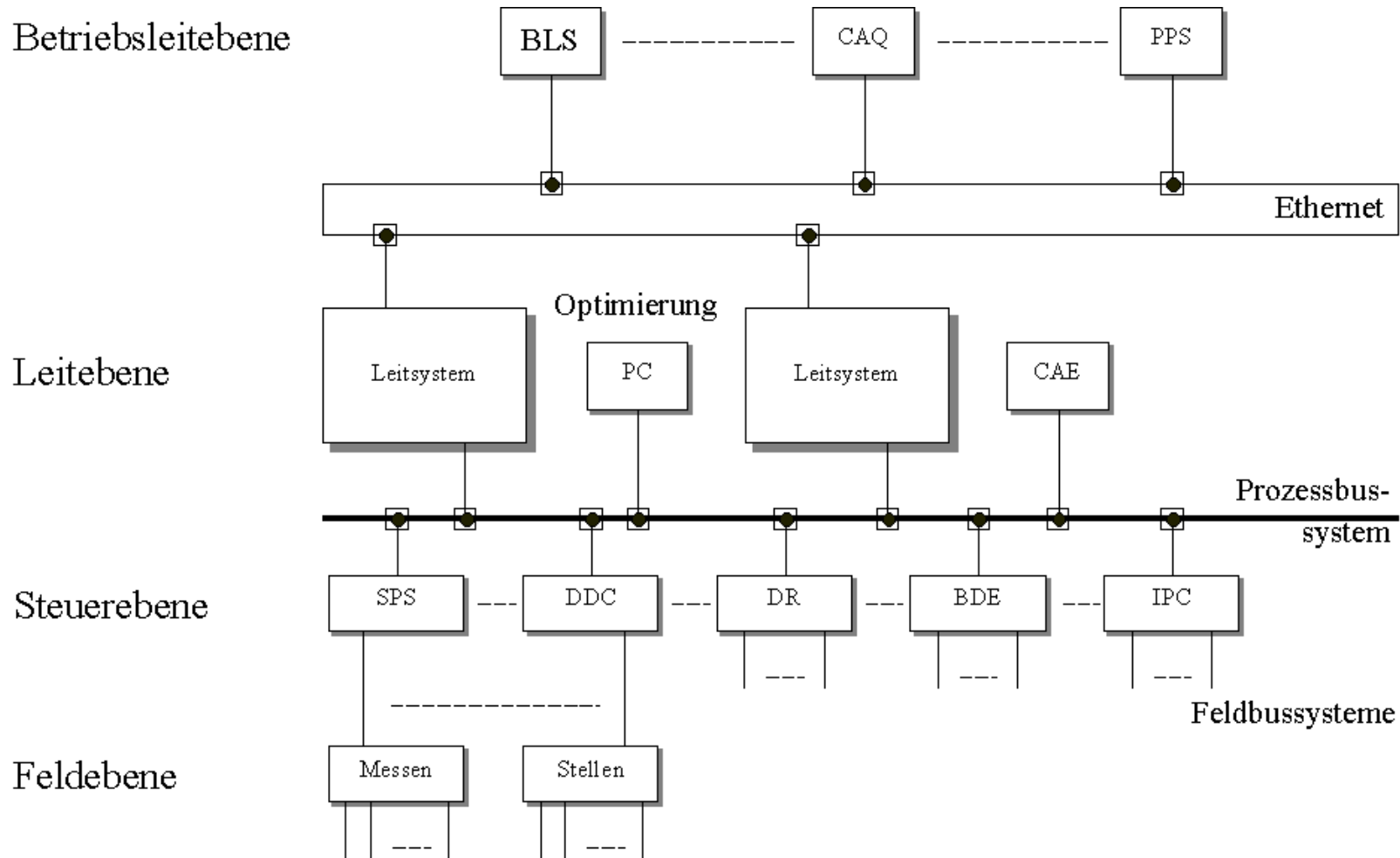
**Prof.Dr.-Ing. K.-D. Morgeneier**  
FH Jena, FB Elektrotechnik und Informationstechnik

### Gliederung

2. Einführung
3. PC-/ Leitsystemlösung
4. SPS- Plattform/ PAC/ Hutschienen-IPC
5. Embedded Systeme
6. Zusammenfassung

### 1. Einführung





## 2. PC-/ Leitsystemlösung

- Neuro- Fuzzy- Regelung einer Zementmühle
- Neuro- Fuzzy- Regelung eines Belebungsbeckens

### Lösungswege:

- Datenanalyse und Training des KNN mit DataEngine Vi; Realisierung des Regelalgorithmus mit LabVIEW (s. 1. AALE 2004 in Pforzheim)
- Lösung für das Belebungsbecken im Leitsystem mit WinCC (KNN- Realisierung mit NeuroSystems) und Hardwarebasis SIMATIC- S7
- Entwicklung von Programmbausteinen in LabVIEW (z.B. Fuzzy-PID, Neural Network, ...); Vorteile: relativ offene Kommunikation; Unterstützung verschiedener Hardwareplattformen.

### 3.SPS- Plattform/ PAC/ Hutschienen- IPC

PAC: Programmable Automation Controller;  
Beispiel CompactRIO von NI

Rekonfigurierbarer FPGA

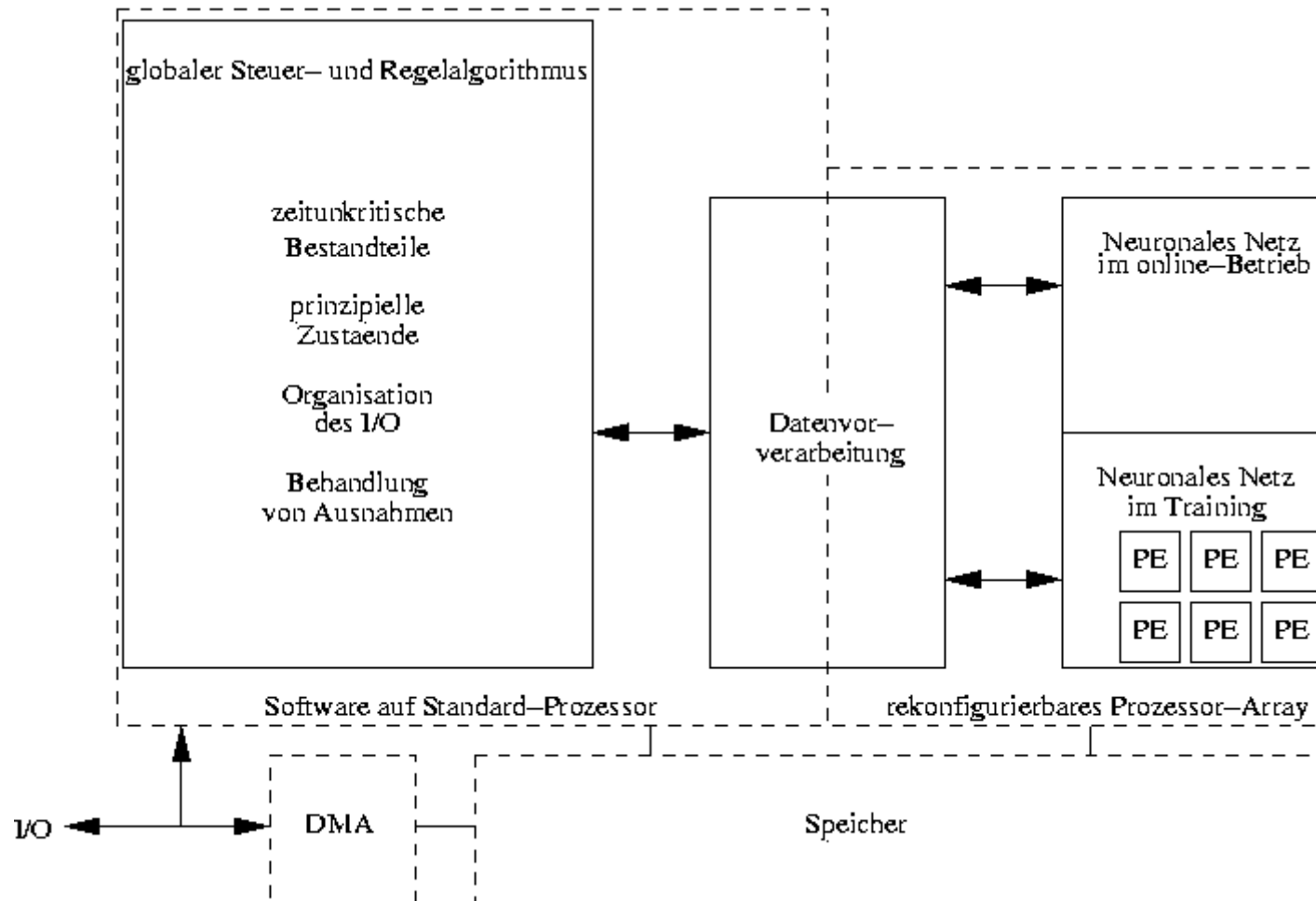
Echtzeitbetriebssystem  
200 MHz Pentium äquivalent

Isolierte Industrie-I/O  
Signalkonditionierung für  $\pm 80$  mV  
bis  $\pm 250$ V; Integrierte Anschlusstechnik

Geringe Abmessungen, geringe Leistungsaufnahme 11 bis 30 VDC,  
17 W max ( i. d. R. 7–10W)



## Hardwarebasierte Regelung mit rekonfigurierbarem FPGA und KNN



### 4. Embedded Systeme

Vorteile bei schärferen Anforderungen an die Laufzeit des Algorithmus

Beispiel: Neuro-ASIC DANA 23 (GEMAC mbH Chemnitz)

23 260 Synapsen mit adaptierbaren 10 - Bit  
Gewichtsspeichern,

Bias – Register,

23 Slope - Register zur Einstellung der Steilheit der  
Aktivierungsfunktion,

Konfigurationsregister für variable Neuronenstruktur  
Register für Einstellung der Lernparameter,

16-Bit Adress-/Datenbus, 4-Bit Steuerbus,

Maximal 23 Neuronen in maximal 2 verdeckten Schichten.

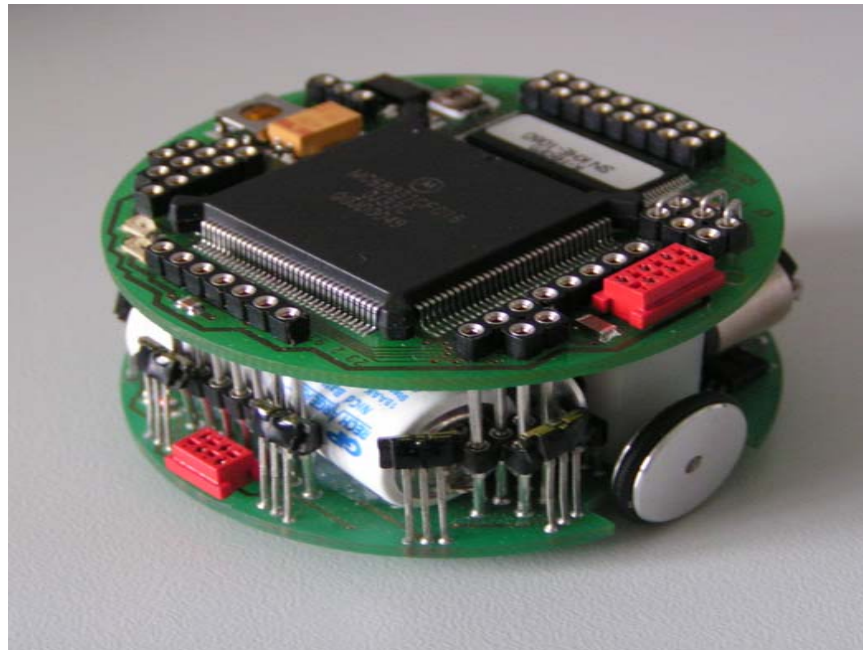


### **Beispiel: Embedded- Lösung für Kleinstroboter**

Test von verschiedenen Steuerungsalgorithmen mit dem Kleinstroboter Khepera<sup>®</sup>

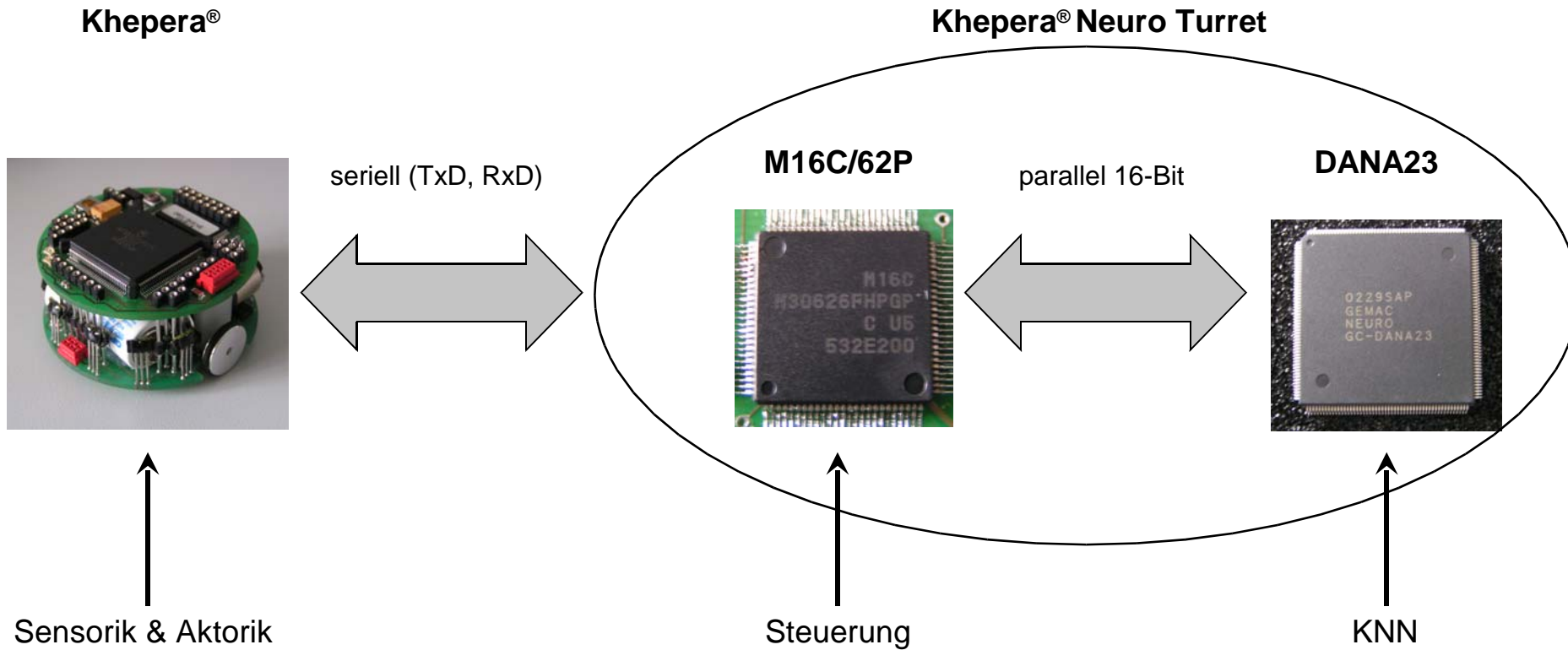
Realisierung der Steuerungsalgorithmen mit Hilfe künstlicher neuronaler Netze (KNN)

Berechnung der KNN mit Hilfe von MATLAB<sup>®</sup> - Funktionen

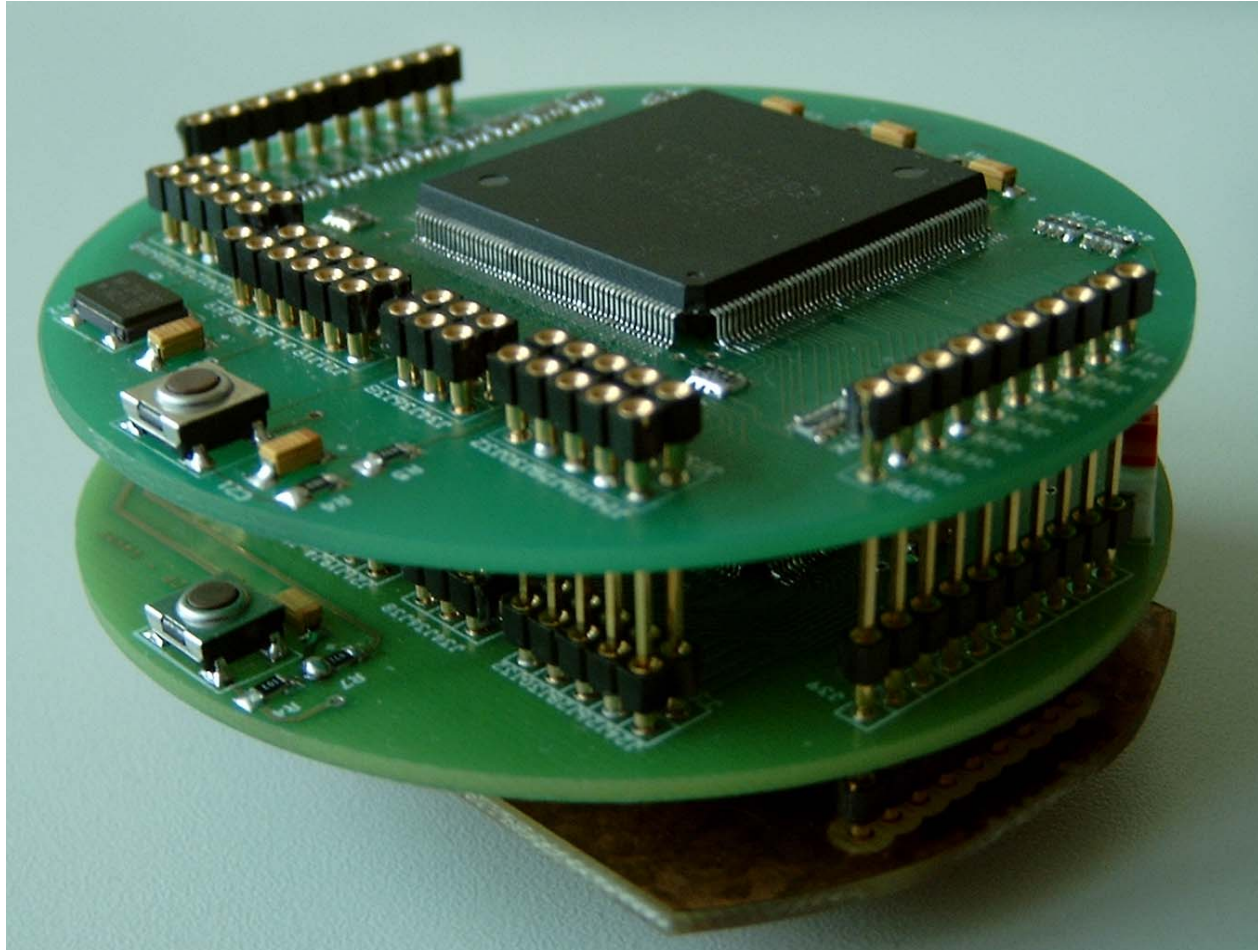




## Blockdiagramm des Khepera<sup>®</sup> Neuro Turret



### Khepera<sup>®</sup> Neuro Turret





### Hindernisausweichalgorithmus für den Khepera®

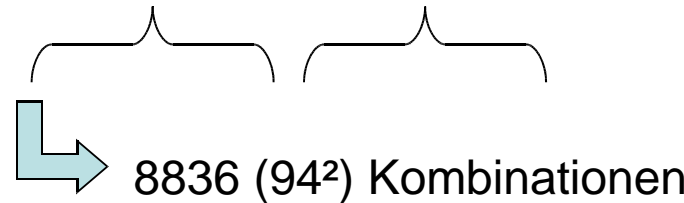
Festlegung der KNN – Topologie (2x10x2)

Erzeugung der Trainingsdaten

Erzeugung der Motordaten

Wertebereich 0 bis 1023  
wurde durch 11 geteilt

Linker Mittelwert    Rechter Mittelwert



$$Mot\_L = ((MW\_L \div 1023 - MW\_R \div 1023 \cdot 5) \cdot 8) + 4$$

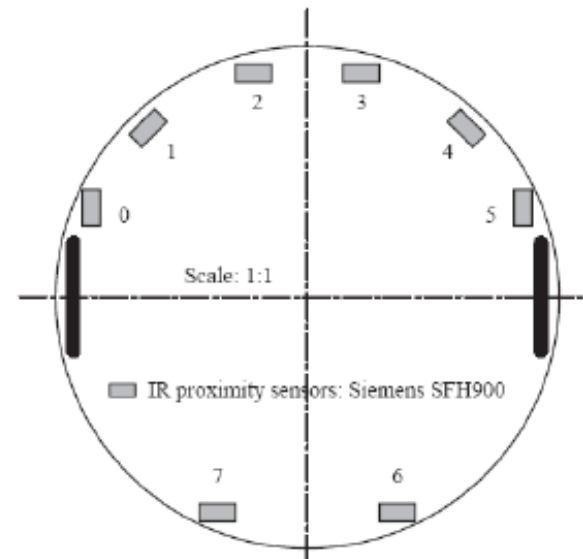
$$Mot\_R = ((MW\_R \div 1023 - MW\_L \div 1023 \cdot 5) \cdot 8) + 4$$

MW\_L → Sensormittelwert links (0 bis 2)

MW\_R → Sensormittelwert rechts (3 bis 5)

Mot\_L → Motorgeschwindigkeit links (in 1 Impuls/10ms)

Mot\_R → Motorgeschwindigkeit rechts (in 1 Impuls/10ms)

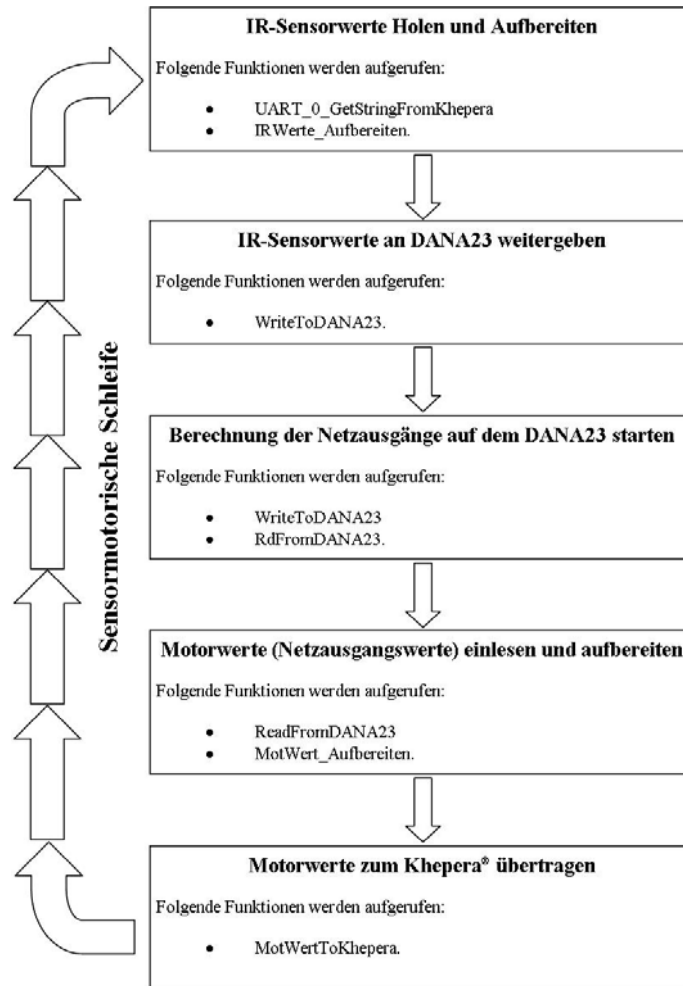


### Training nach Marquardt - Levenberg

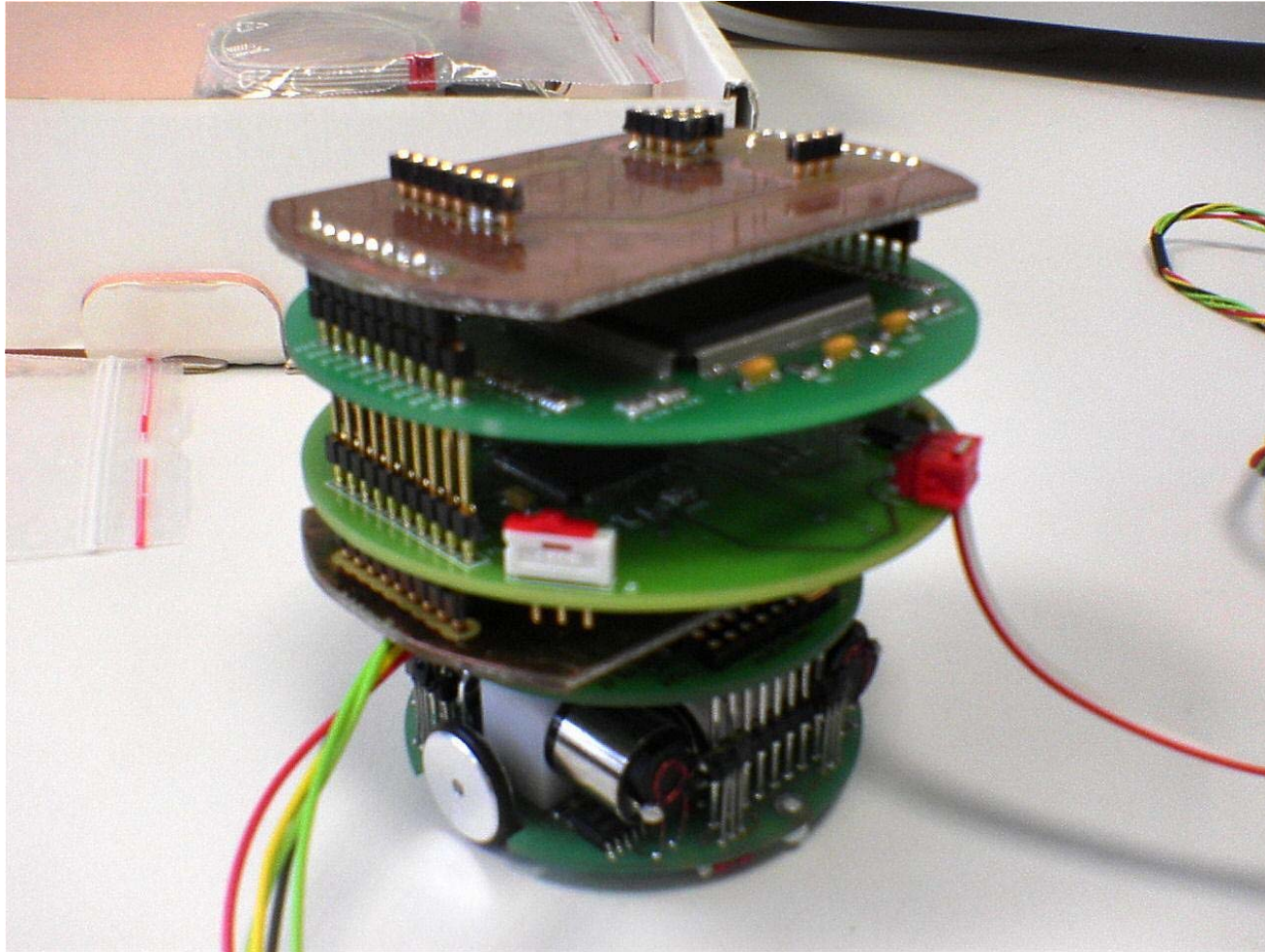
- Netztopologie 2x10x2
- Slope-Wert aller verdeckten Neuronen gleich 8
- Slope-Wert aller Ausgangsneuronen gleich 5
- Normierung des Eingangsbereiches auf -0.998046875 bis 0.998046875
- Denormierung des Ausgangsbereiches auf -100 bis +100
- Trainingsdauer 500 Epochen.



## Struktogramm des Hauptprogrammes im M16C/62P



### Khepera mit dem Khepera Neuro Turret



### 5. Zusammenfassung

- Fortschritte in der Hardware ermöglichen die Realisierung intelligenter Regelungssysteme, verbunden mit einer höheren Funktionalität.
- Die Integration mathematischer Modelle oder CI- Algorithmen in die Automatisierungslösung wird für „ausgewählte“ Regelstrecken (Nichtlinearität, Totzeiten, hohe Modellordnung,...) sinnvoll und einfacher möglich.
- Hardware- und Software- Engineering bieten viele Möglichkeiten für anwendungsspezifische Realisierungen und offene Kommunikationslösungen.
- Die Integration in SCADA- Applikationen ist durch offene Kommunikationsschnittstellen leicht möglich.
- Es können unterschiedliche Anwendungen bzw. Systeme auf einer einheitlichen Hardware- Plattform realisiert werden, wie z.B. beim PAC.

## Kennlinien der IR\_ Sensoren

