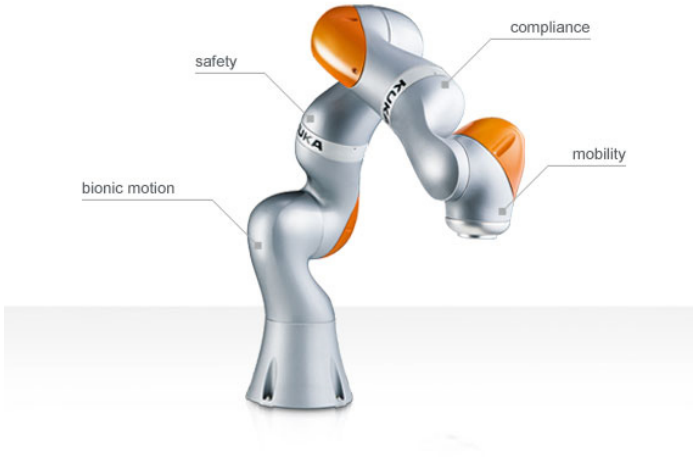
HS Augsburg
Fak. Informatik

CIM & Robotik
Prof. G. Stark

Modellbasierte Programmierung einer Simulationskomponente für die KUKA-Robotersteuerung *Sunrise*



Hochschule Augsburg, Labor für CIM & Robotik, Prof. Dipl.-Ing. Georg Stark
Email: Georg.Stark@hs-augsburg.de

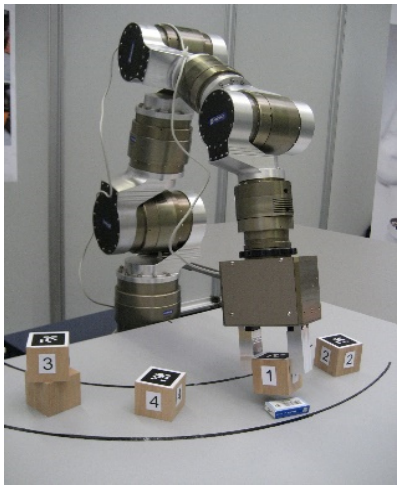
Übersicht

1. Hohe Softwarequalität durch modellbasierte Programmierung
2. Intelligente und mobile Robotersysteme
3. Simulationskomponente ***SunSim*** für die Steuerung ***Sunrise*** von KUKA Roboter
4. Schnittstelle für Realistische Robotersimulation
5. Anwendung an der Hochschule Augsburg

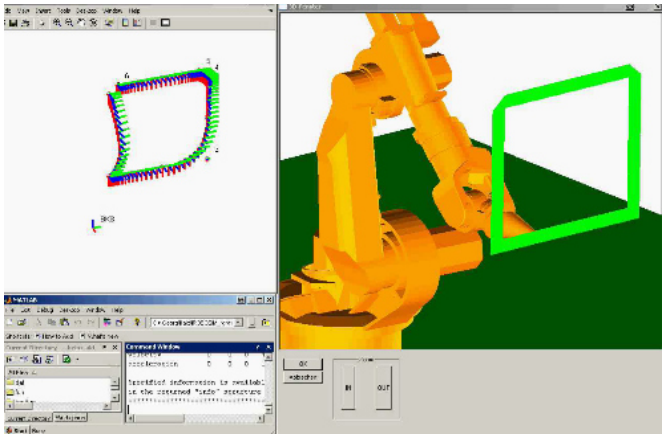
Labor CIM & Robotik 1

Eigene Steuerung

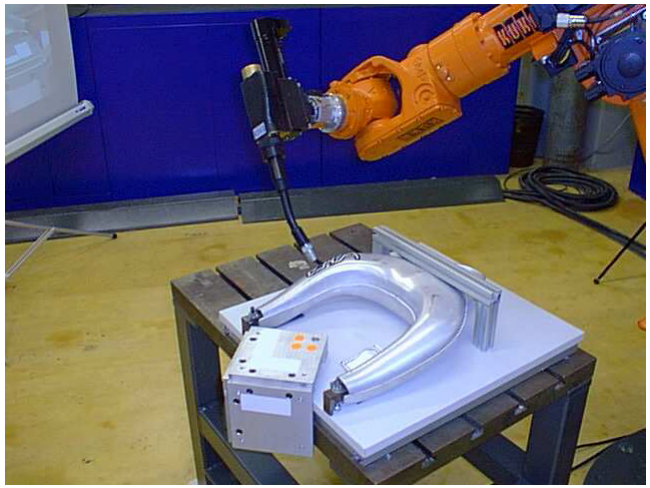
MRobot



Simulation



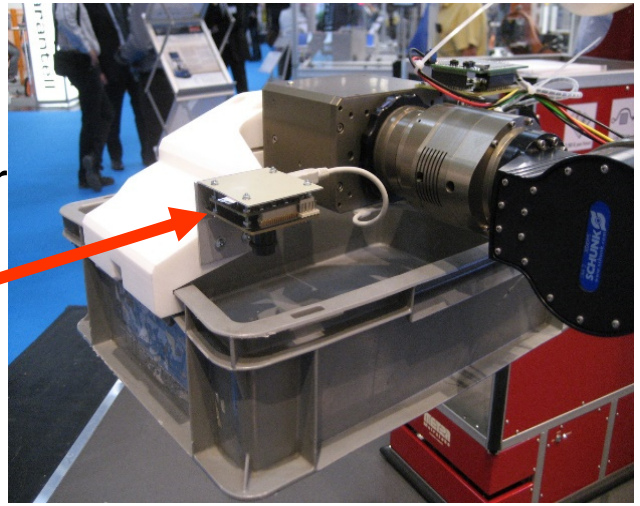
Prog. mit 3D-Bilddatendaten



EU-Projekt

Mobile Roboter

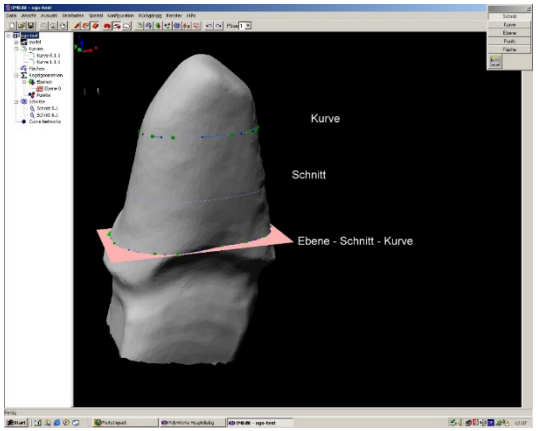
Greiferkamera

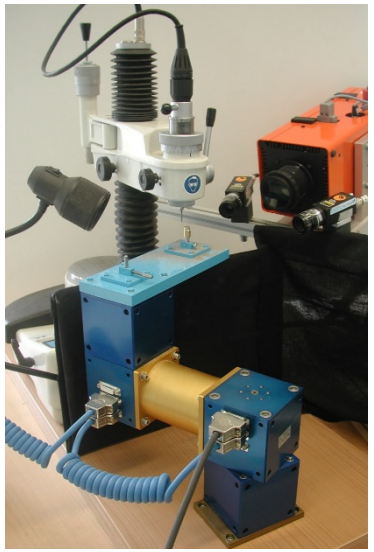


Labor CIM & Robotik 2

Fräsen

Zahnkronen



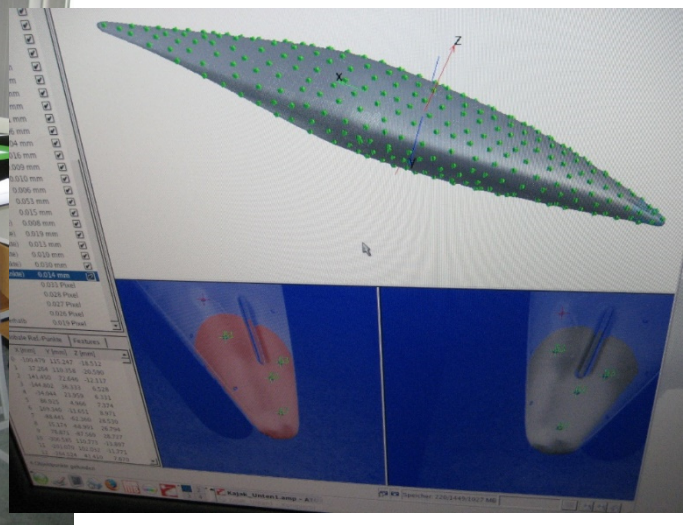


Kajak

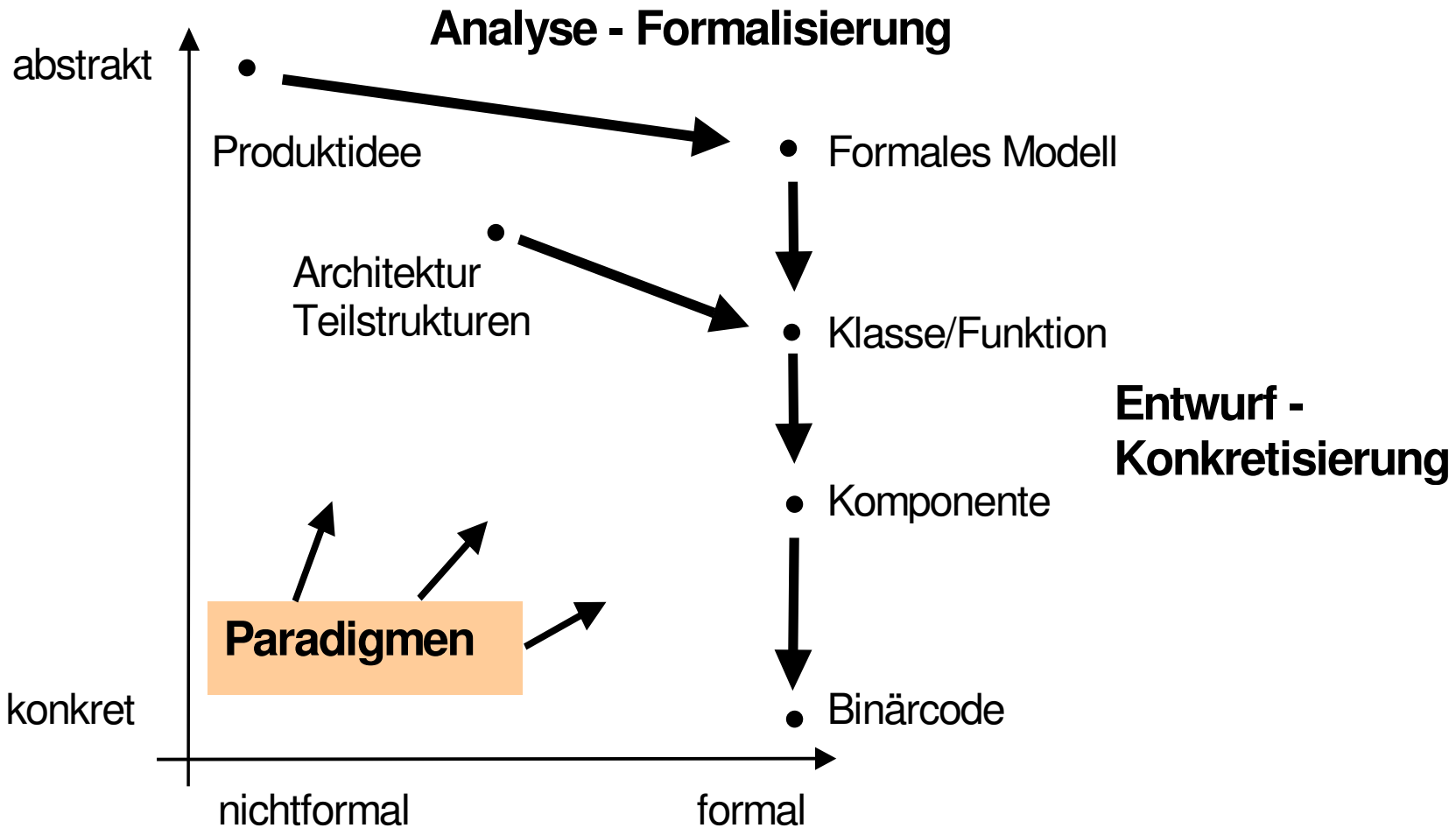
Olympia-

Sieger

A. Grimm



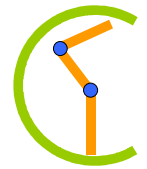
Darstellung des Programmwissens in der Entwurfsebene



Vergleich der Paradigmen

Paradigma	**Primäre Darstellung**	**Wissensdomäne**	**Abstraktions-ebene**
Imperativ	prozedural	Prozess (parallel, sequentiell)	niedrig
Objektorientiert	deklarativ	Struktur	mittel
Komponenten-orientiert	deklarativ	Struktur	mittel
Datenfluss-orientiert	deklarativ	Inhalt	hoch
Modellbasiert	deklarativ	Inhalt	hoch

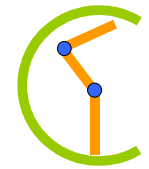
Modellbasierte Softwareentwicklung



- Formale, abstrakte Darstellung der Wissensinhalte
  - keine Realisierungsdetails
  - weitgehende Plattformunabhängigkeit
- Unterschiedliche Modellbegriffe
  - Physikalische Systeme / Prozesse
  - Datenstrukturen
- Domänenspezifische Sprache – Text/Grafik
  - einfach und prägnant
  - Benutzung ohne umfangreiche Programmierkenntnisse
- Simulation und Codegenerierung

Was ist die Besonderheit ?

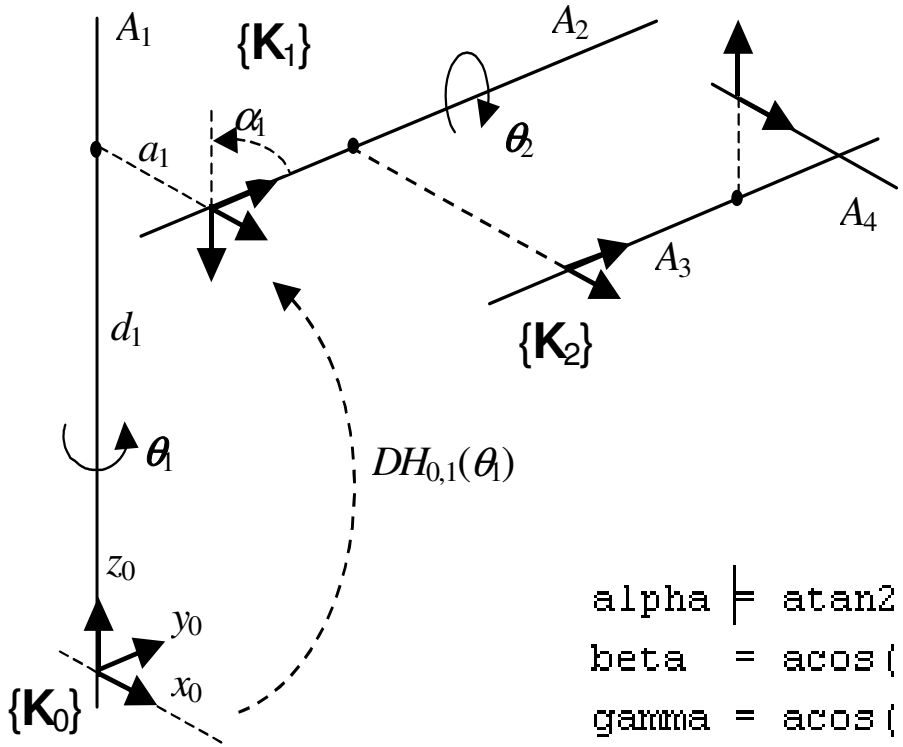
MATLAB-Code: Planung Kreisinterpolation



File Edit Text Desktop Window Help

```
1   function  [s1 KR rad]=kreis_plan(P1, P2, P3)
2
3   global q_akt rob_para ipo_takt
4
5   u1=P1(1:3,4); u2=P2(1:3,4); u3=P3(1:3,4);
6   zk=cross(u3-u1,u2-u1); zk=zk/norm(zk);
7   hv1=(u1+u2)/2; rv1=cross(u2-u1,zk);
8   hv2=(u1+u3)/2; rv2=cross(u3-u1,zk);
9
10  A=[rv1 -rv2]; k=hv2-hv1;
11  l=A\k;
12  m1=hv1+l(1)*rv1;
13  m2=hv2+l(2)*rv2;
14  m=(m1+m2)/2;                  % Kreismittelpunkt
15  rad=norm (u1-m);              % Radius
16
17  xk=u1-m; xk=xk/norm(xk);
18  yk=cross(zk,xk);
19  KR=[xk yk zk m; 0 0 0 1];     % Lokales Koordinatensystem
20  P2_KR=inv(KR)*P2;
21  phi=atan2(P2_KR(2,4), P2_KR(1,4));
22  if phi<0 phi=2*pi+phi; end % Winkelbereich: 0<phi<2*pi
23  s1=phi*rad;                  % Bogenlänge Kreissegment
```

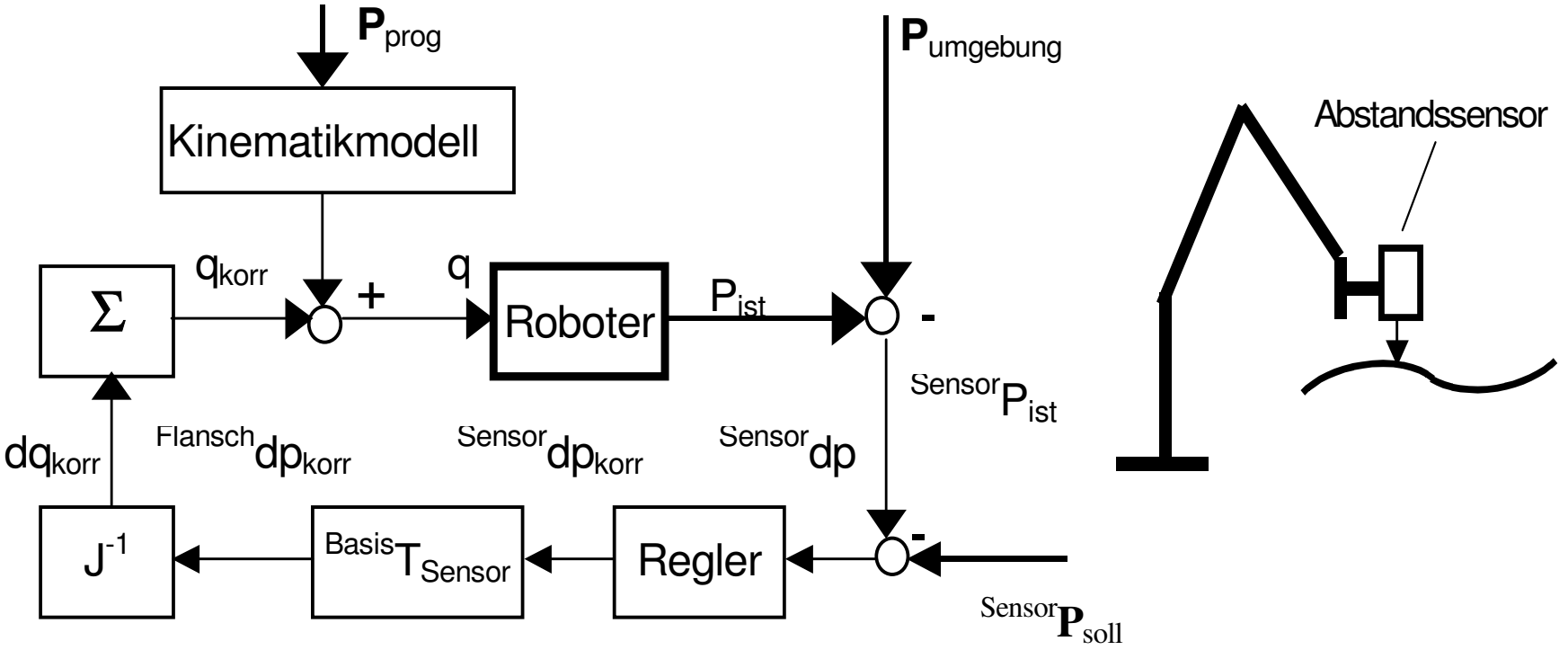
Beispiel: Geometriemodell - Kinematik




```
dhp = [  0       0.4    0      -pi/2;
         0       0      0.2        0;
         -pi/2   0      0      -pi/2;
         0       0.3    0      -pi/2;
         0       0      0       pi/2;
         0       0.1    0       0  ];
```

```
alpha = atan2(hy1,hx1);
beta  = acos( (oa^2 - ua^2 + l^2)/(2 * l * oa) );
gamma = acos( (oa^2 + ua^2 - l^2)/(2 * oa * ua) );
```

Beispiel: Signalflussmodell - Regelung



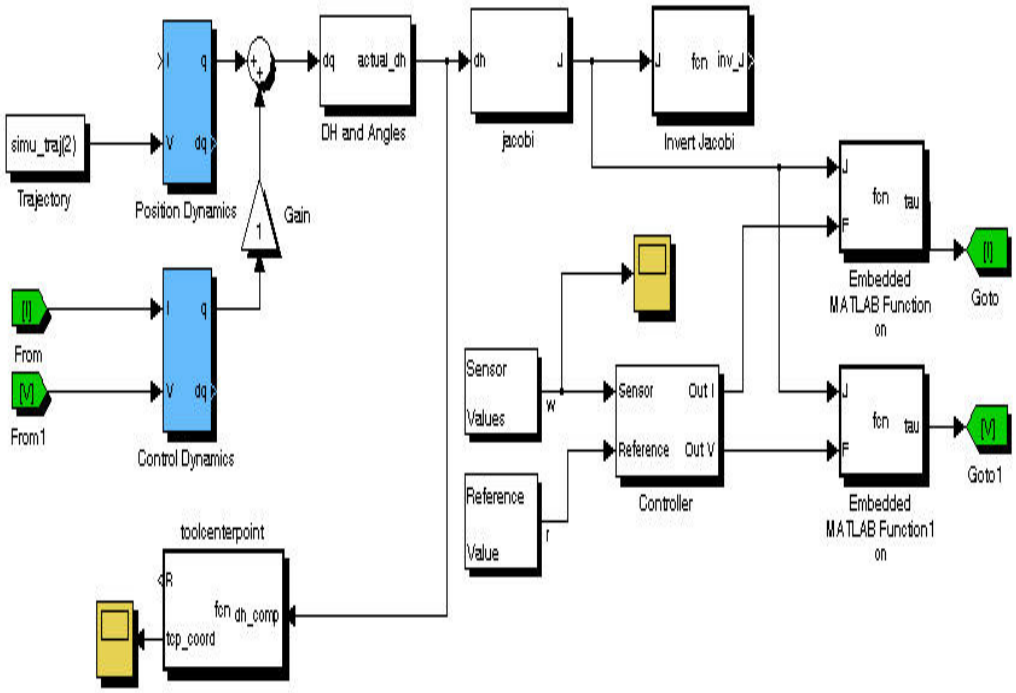
P: kartesische Werte, q: achsbezogene Werte

Implementierung - Domänensprachen

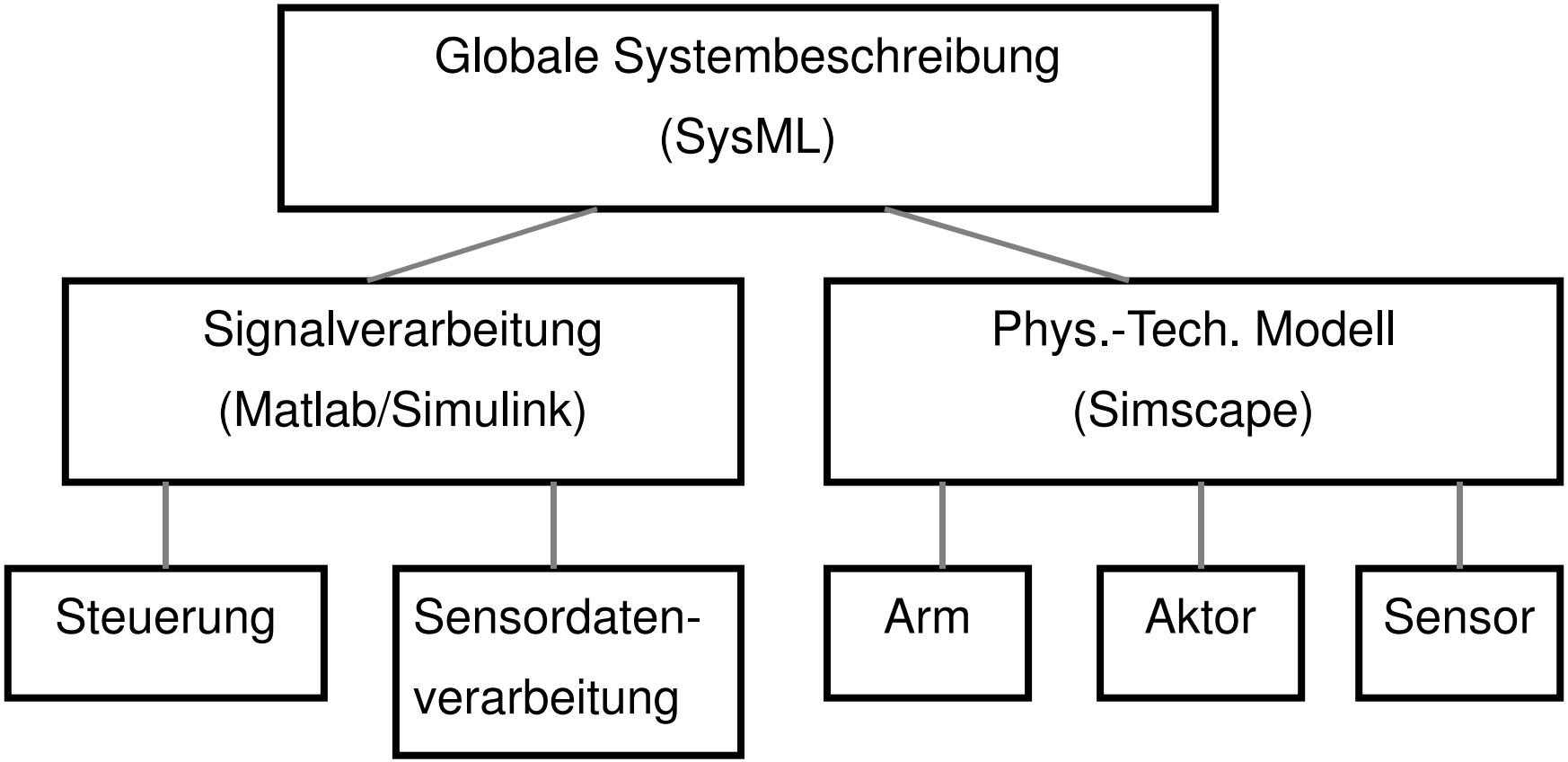
Matlab - Text

```
% Transformation P2 nach KR
xk=u1-mk;    xk=xk/norm(xk);
yk=cross(zk, xk);
KR=[xk yk zk mk; 0 0 0 1];
P2_KR=inv(KR) * P2;
P2_KR(1,4));
phi=atan2(P2_KR(2,4),□
```

Simulink - Grafik



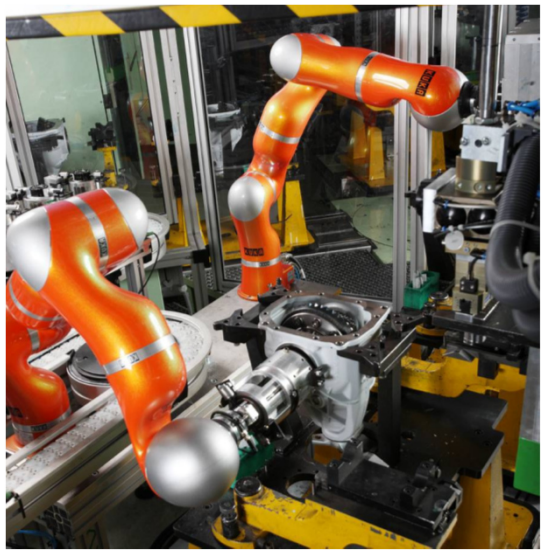
Modellbasierte Systementwicklung



SysML: standardisierte Modellierungssprache für Systeme

Intelligente Robotersysteme in der Fertigung

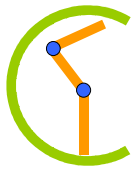
Getriebemontage

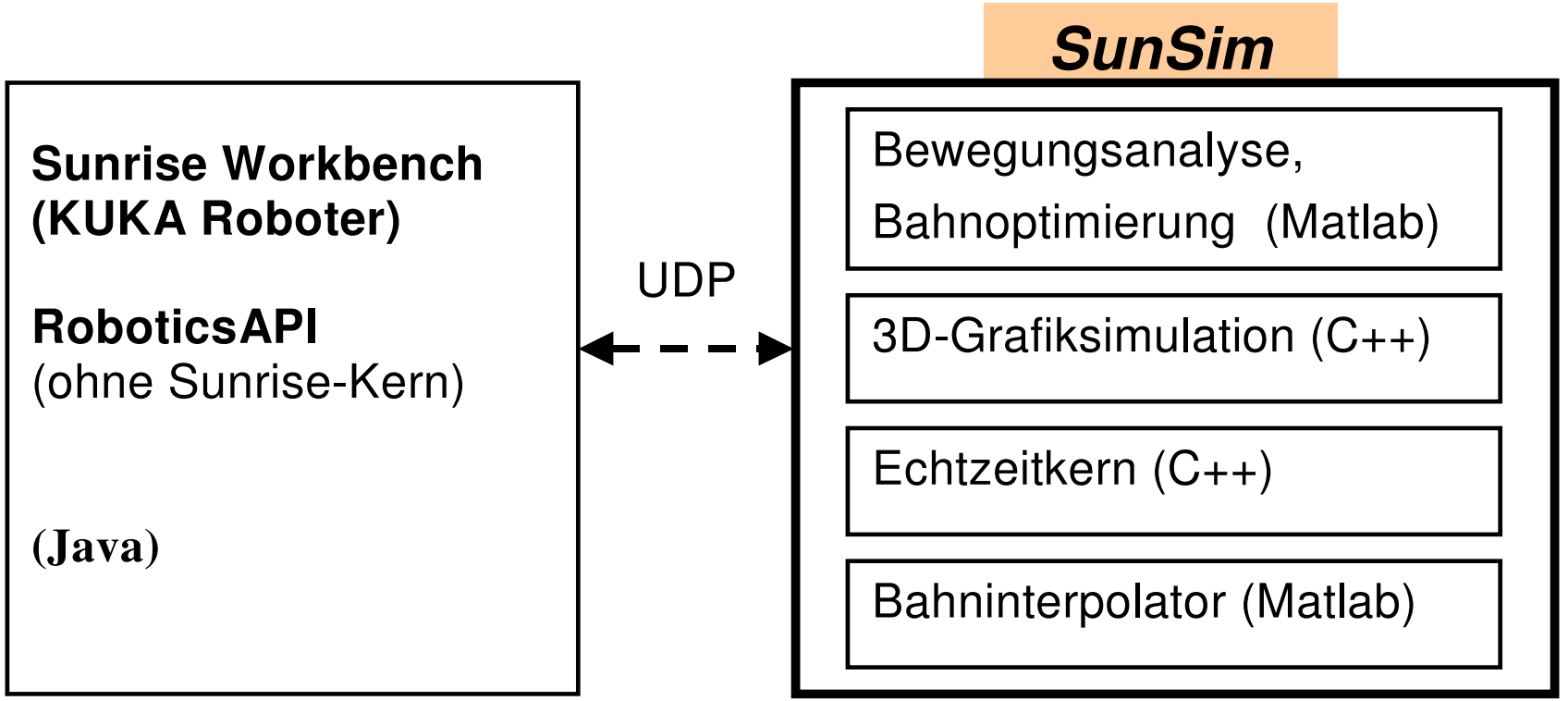


Mobile Plattform

Roboter als mobiler, flexibler Assistent (flexFELLOW)

Struktur der Simulationskomponente *SunSim*





UDP: einfaches, weitverbreitetes Netzwerkprotokoll

Bewegungssimulation - Verfahrarten

Der *Sunrise*-Kern wird emuliert.
Dies ergibt eine stabile, wartungsfreundliche Software mit ausreichender Genauigkeit.

Realisierungsprinzip Sunrise-Kern?

Intelligenter Roboterarm

- PTP
- LIN, mit Überschleifen
- CIRC
- SPLINE

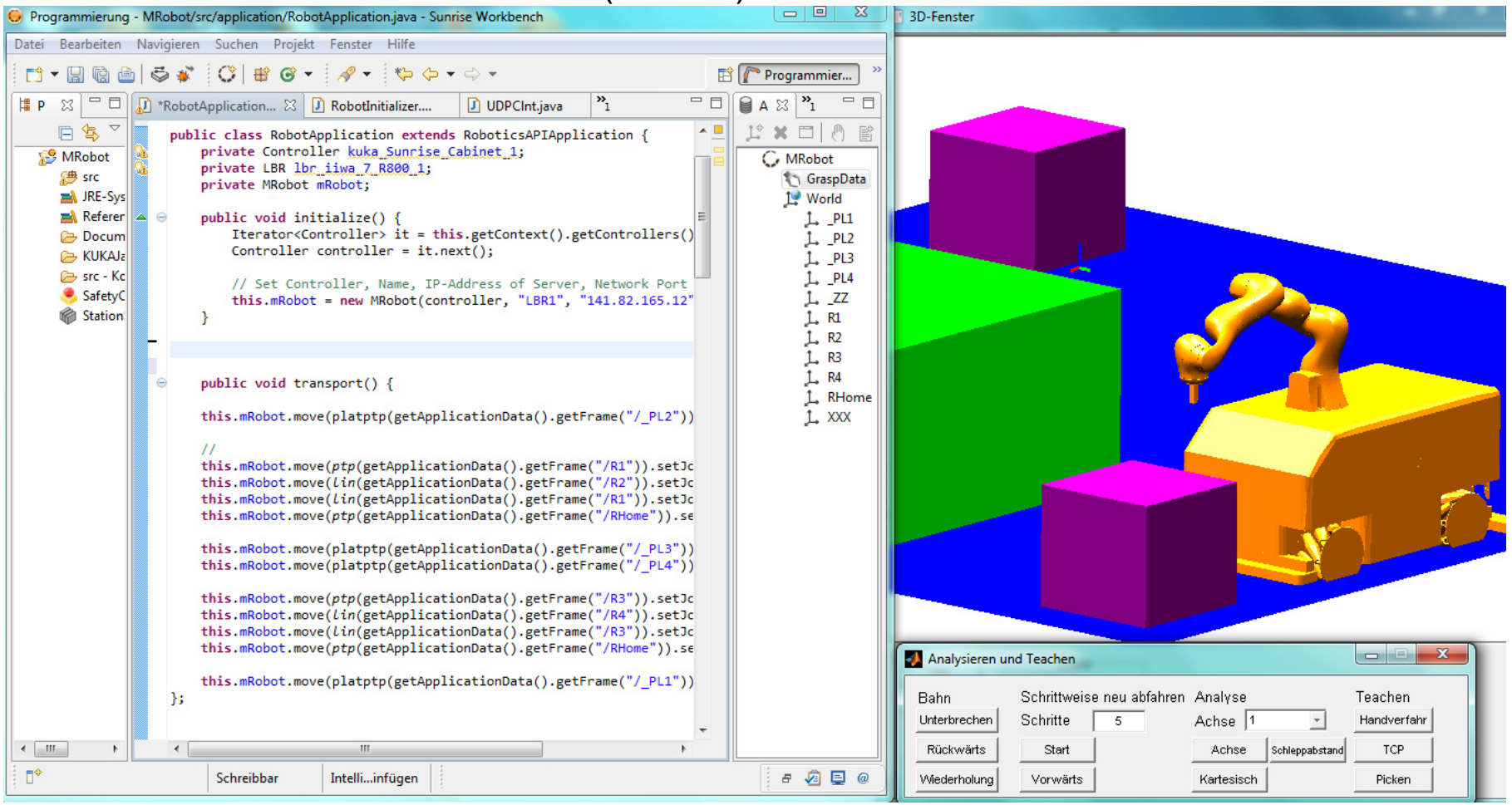
Omnidirektionale Plattform

- PTP (entspricht LIN)
- Relativbewegung
- Globale Bewegung mit Zielmarke (entspricht Navigation)

Bedienoberfläche

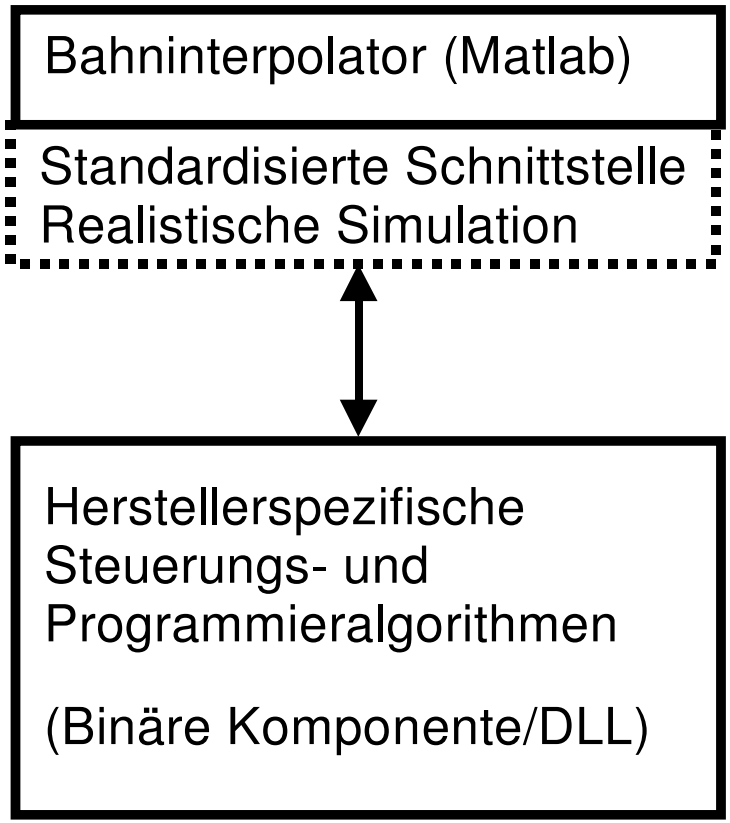
Sunrise Workbench (KUKA)

SunSim



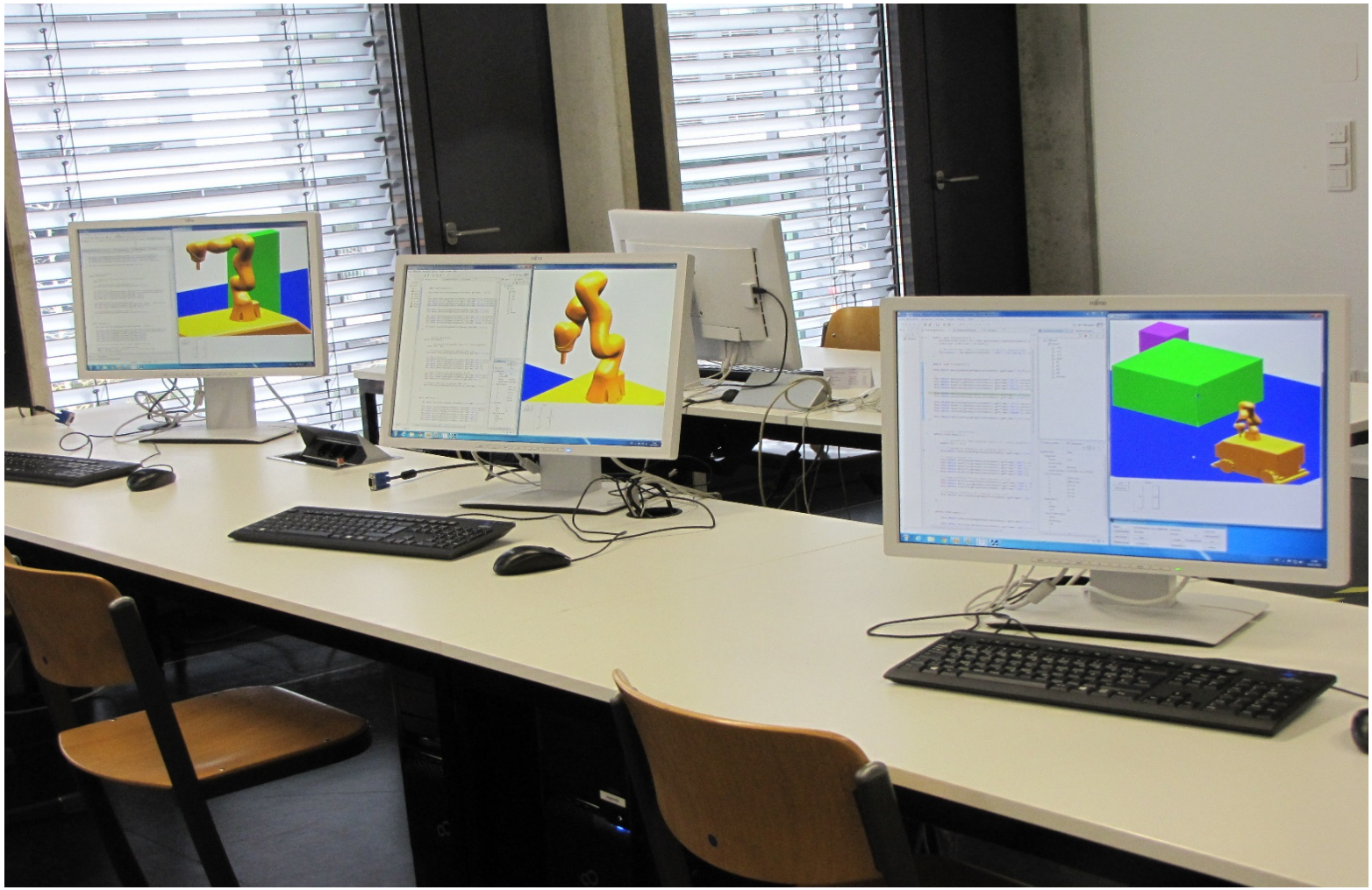
Schnittstelle Realistische Robotersimulation

- Darstellung der hersteller-spezifischen Verfahren in Matlab-Skript oder C/C++
- Integration in *SunSim* als binäre Software-komponente (DLL)

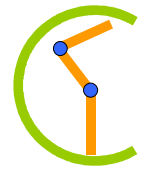


Anwendung an der Hochschule Augsburg

Praktikum Robotersimulation



Zusammenfassung



- Erweiterbare Simulationssoftware ***SunSim*** für die neue KUKA-Steuerung *Sunrise*
- Geschützte Integration herstellerspezifischer Algorithmen
- Modellbasierte Programmierung
  - Implementierung mit MATLAB
  - Hohe Softwarequalität bei reduzierten Kosten
- Programmierung und Optimierung von mobilen Robotersystemen für die flexible Fertigung.

Modellbasierte Prog: Robotik mit Matlab

Lehrbuch

Programmierung von Robotersteuerungen

Geeignet für

- Technikerschulen
- Oberstufe Gymnasien
- Hochschulen
- Universitäten

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!