



Steuerung + Stabilisierung dynamischer Systeme

Team *Computer Aided Control System Design*

(CACSD)

Anwendungsbeispiele

Für viele Geräte, Maschinen, Fahrzeuge sind Steuerung und Stabilisierung entscheidend für deren Funktionsweise. Grob gesagt sollen bestimmte Komponenten auf eine vorgegebene Bahn gebracht beziehungsweise in einer bestimmten Position stabil gehalten werden.



Autopilot in Flugzeugen



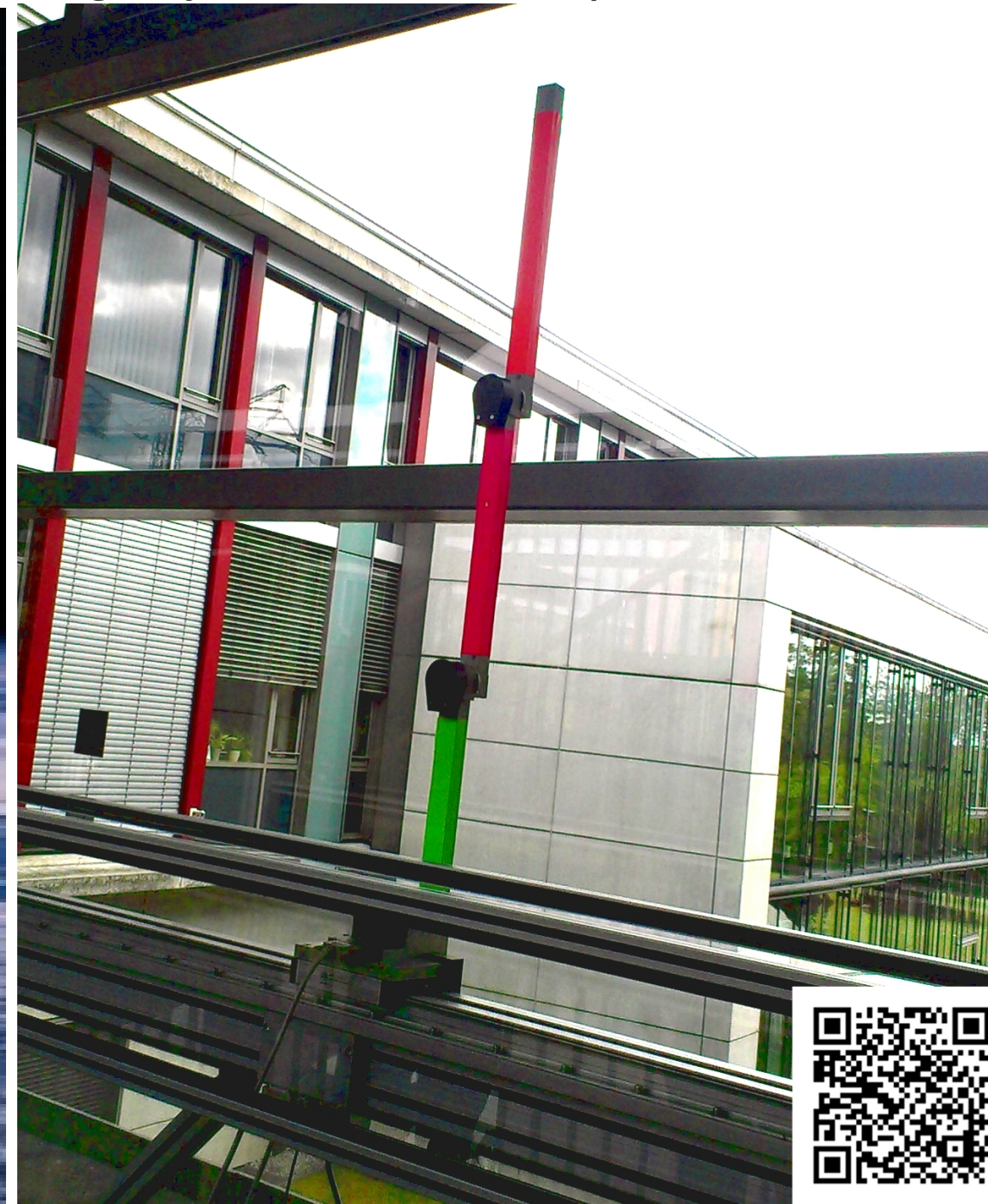
Segway Personal Transporter



Containerkran



Geostationäre Satelliten



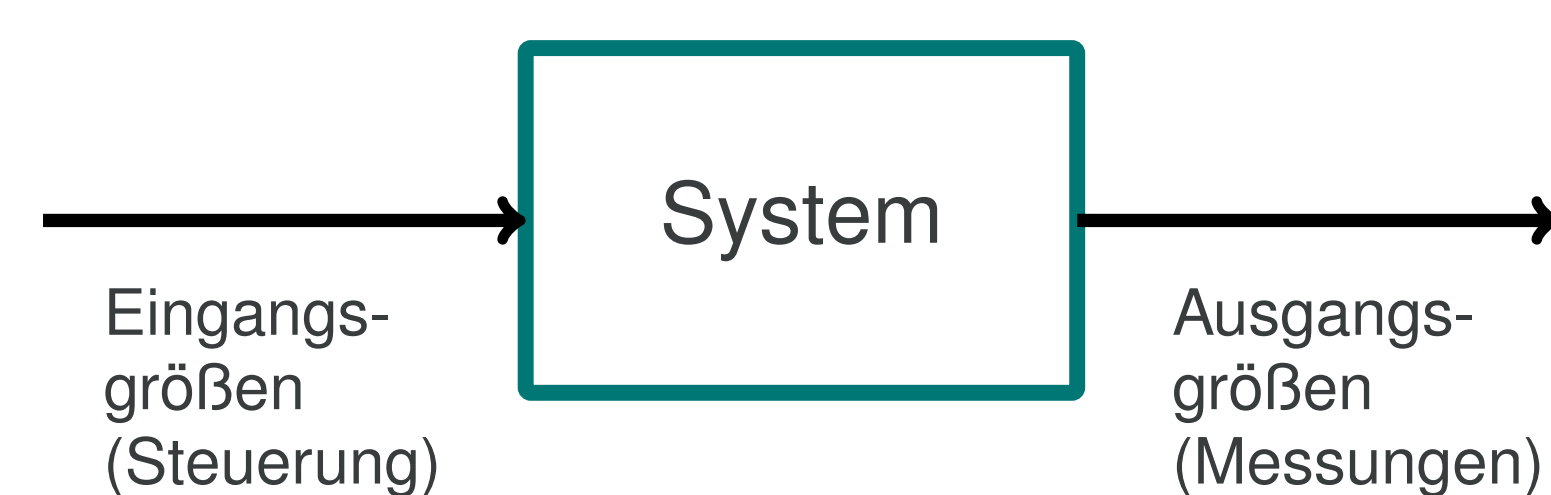
Dreifachpendel im MPI



Elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP) in Fahrzeugen

Mathematisches Modell

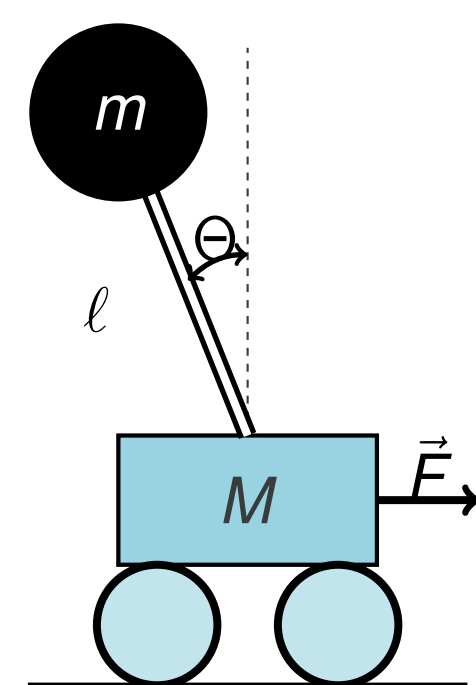
Die reale Problemstellung wird zunächst als mathematisches Regulationssystem abstrahiert.



Beispiel

Inverses Pendel auf einem Wagen

Durch eine geeignete Bewegung des Wagens soll das Pendel in der oberen (instabilen) Lage gehalten werden.



Das Regelungssystem ist wie folgt gegeben:

- Die Eingangsgröße ist die Kraft, die auf den Wagen einwirkt.
- Das dynamische System wird mathematisch durch eine Differentialgleichung beschrieben:

$$\ddot{\Theta}(t) = f(\Theta(t), \dot{\Theta}(t), F(t)).$$

- Die gemessene Ausgangsgröße ist der Auslenkwinkel Θ oder dessen Winkelgeschwindigkeit.

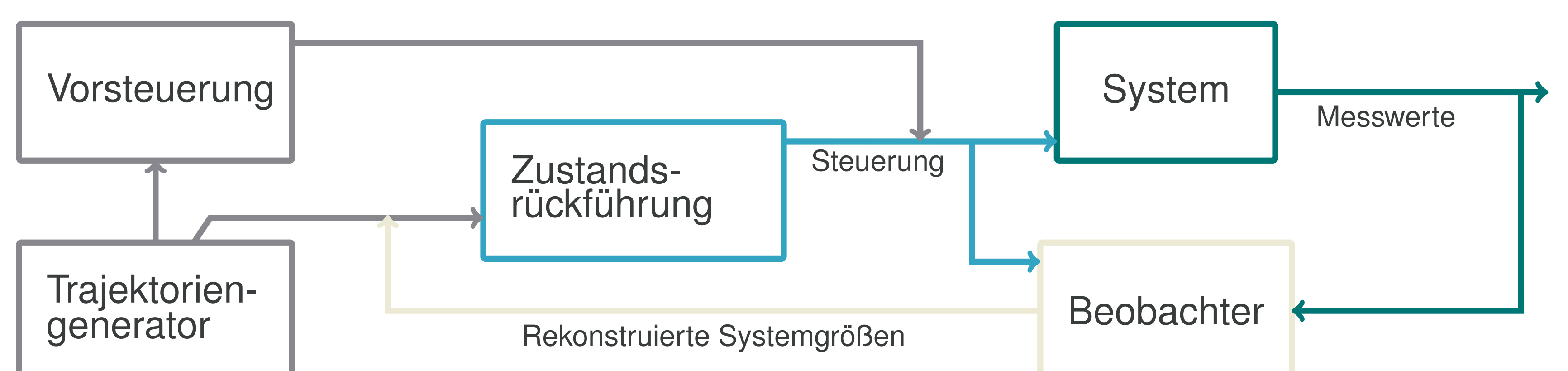
Kontakt

Jan Heiland
Peter Benner
CSC Gruppe am MPI

heiland@mpi-magdeburg.mpg.de
benner@mpi-magdeburg.mpg.de
www.mpi-magdeburg.mpg.de/csc

Zwei-Freiheitsgrade Reglerdesign

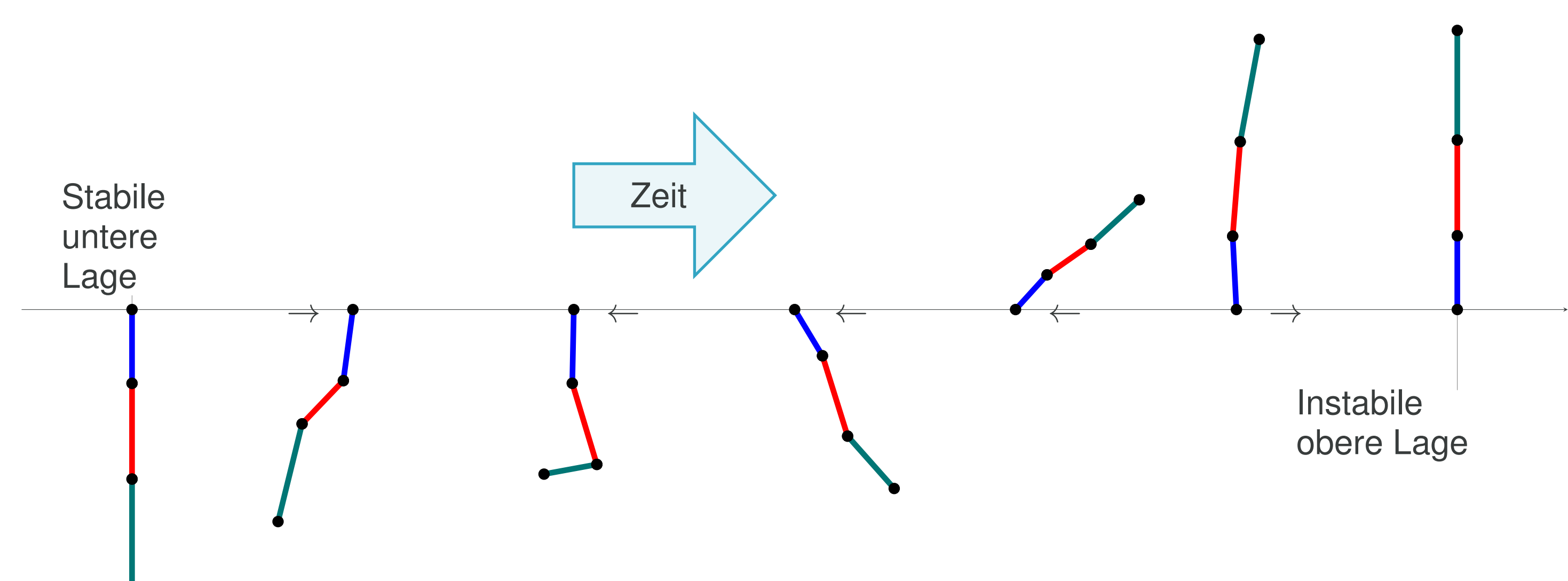
Um ein System in eine vorgegebene Bahn zu lenken, wird das Modell um Vorsteuerung, Beobachter und Zustandsrückführung erweitert.



- Zweiter Regler-Freiheitsgrad:** Berechnung einer Bahn durch den Trajektoriengenerator. Die Vorsteuerung rechnet diese Bahn in die entsprechenden Eingangsgrößen um.
- Erster Regler-Freiheitsgrad:** Stabilisierung des Systems entlang der vorgegebenen Bahn mit Hilfe von Zustandsrückführung um externen Störungen und Messfehlern entgegenzuwirken.
- Zustandsschätzung:** Rekonstruktion und Schätzung von fehlenden Daten aus den Messwerten durch den Beobachter.

Umgedrehtes Dreifachpendel in Aktion

Aufschwingen eines Dreifachpendels



Unter Anwendung des obigen Zwei-Freiheitsgrade Reglerentwurfs wird das auf einem Wagen befestigte Dreifachpendel von der stabilen unteren Position in die obere instabile Position gebracht und dort gehalten.