



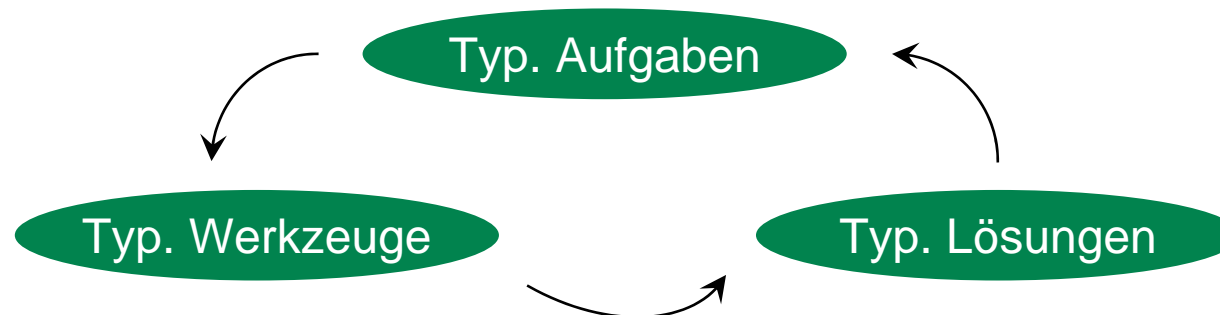
## Echtzeitsysteme in der Lehre Erfahrungen mit LabVIEW-RealTime

Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kutzner

FH Hannover, Fachbereich Elektro- und Informationstechnik

# Lehrveranstaltung Regelungstechnik

- ◆ Vorlesung & Labor
  - Für alle Studierende der Elektrotechnik
- ◆ Labor
  - Praktische Aufgaben in Kleingruppen
  - Vertiefung der Vorlesungsinhalte  
(Überwindung häufig auftretender Verständnisschwierigkeiten)
  - Praxisnahe Anwendungen

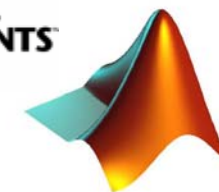


# Labor Regelungstechnik

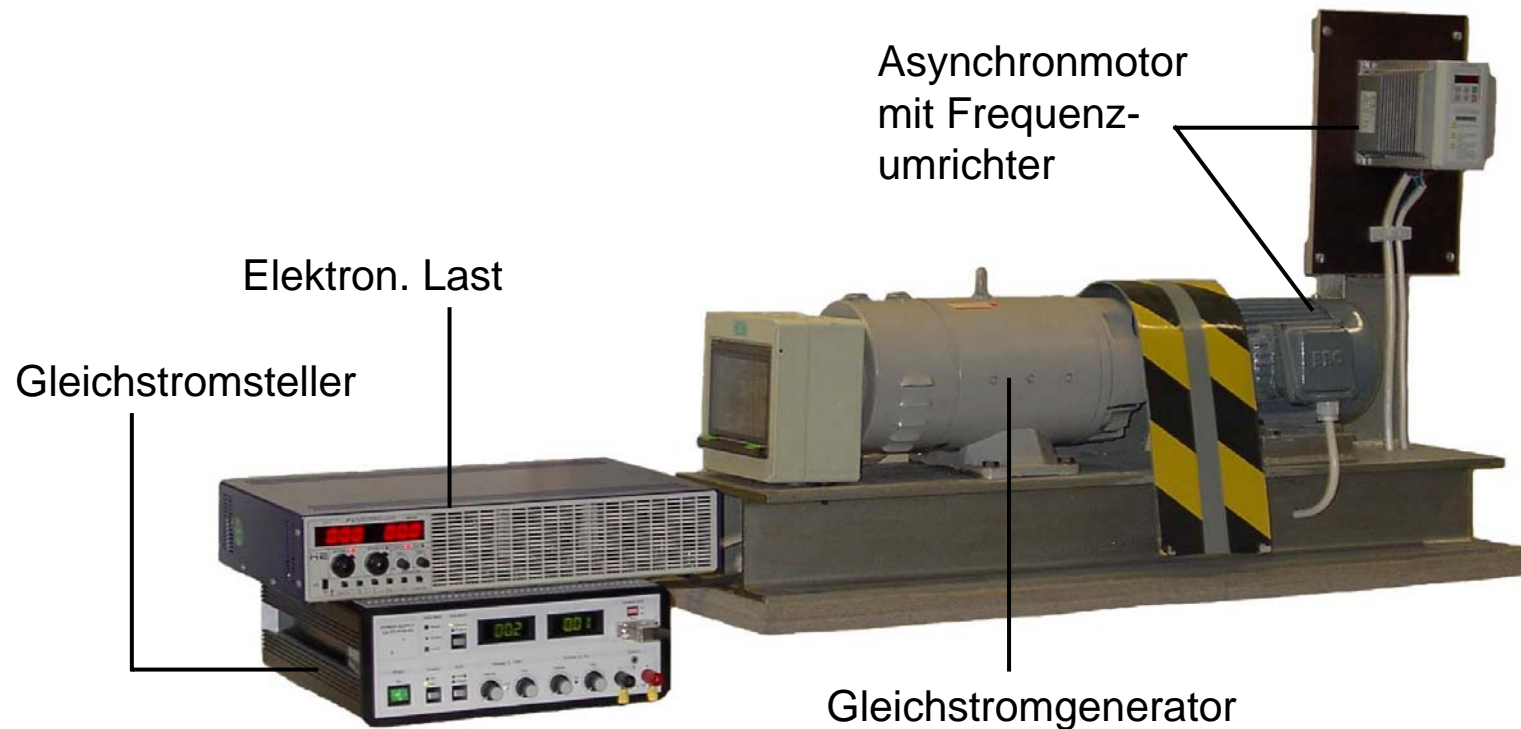
- ◆ Lernziele
  - Stationäres Verhalten – Dynamik
  - Zeitbereich – Frequenzbereich
  - Entwurf linearer Regler
  - Eigenschaften verschiedener Regler
  - Kaskadenregelung
  - Simulation
  - ...
  
- ◆ Echtzeitsysteme werden häufig eingesetzt!

# Echtzeitsysteme in der Regelungstechnik

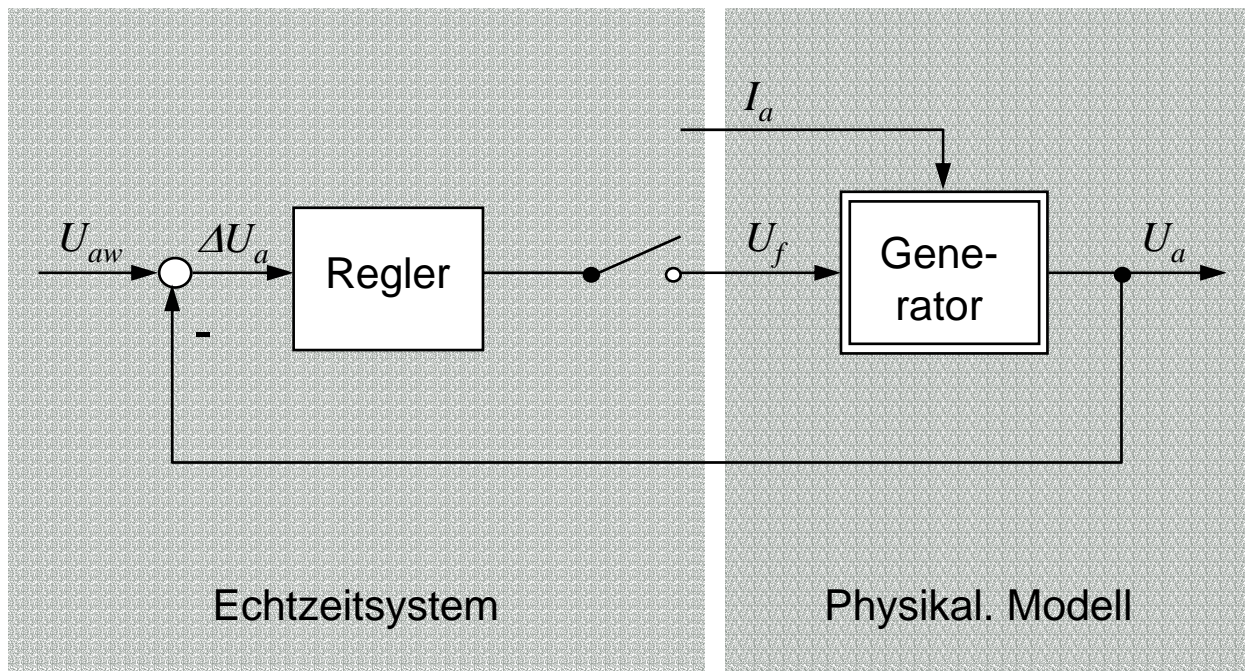
- ◆ Vorgaben
  - Industrielle Standardprodukte
  - Spezielle Anforderungen des Laborbetriebes
    - Didaktische Ziele
    - Einfache Bedienung
    - Ergebnissicherung, Auswertung
  - Kostengünstige Lösungen
- ◆ Produktvielfalt
  - LabVIEW-RealTime
  - Matlab/Simulink – dSPACE
  - VxWorks, Pearl, ...



# Beispiel: Regelung eines Generators



# Blockschaltbild



# Aufgaben

- ◆ Verhalten der Regelstrecke
  - $U_a/U_f$  Kennlinie (nichtlinear)
  - Lasteinfluss
  - Drehzahleinfluss
  
- ◆ Verhalten im geschlossenen Regelkreis
  - P-Regler
  - PI-Regler
  - Stellgrößenbegrenzung

# Systemanforderungen

- ◆ Schnittstelle
  - 2 DAU, 12 bit
  - 3 ADU, 12 bit
  - 1 DO
- ◆ Zykluszeit: max. 5 ms
- ◆ Filter- und Regelalgorithmen
- ◆ online-Auswertung
- ◆ Dokumentation
- ◆ Ablaufsteuerung
- ◆ Grafische Benutzeroberfläche
- ◆ Grafische Projektierung statt klassischer Programmierung (Text)

# Systemkonzept

## Host-PC

- Entwicklung
- Grafische Benutzeroberfläche (MMI)
- LabVIEW 8

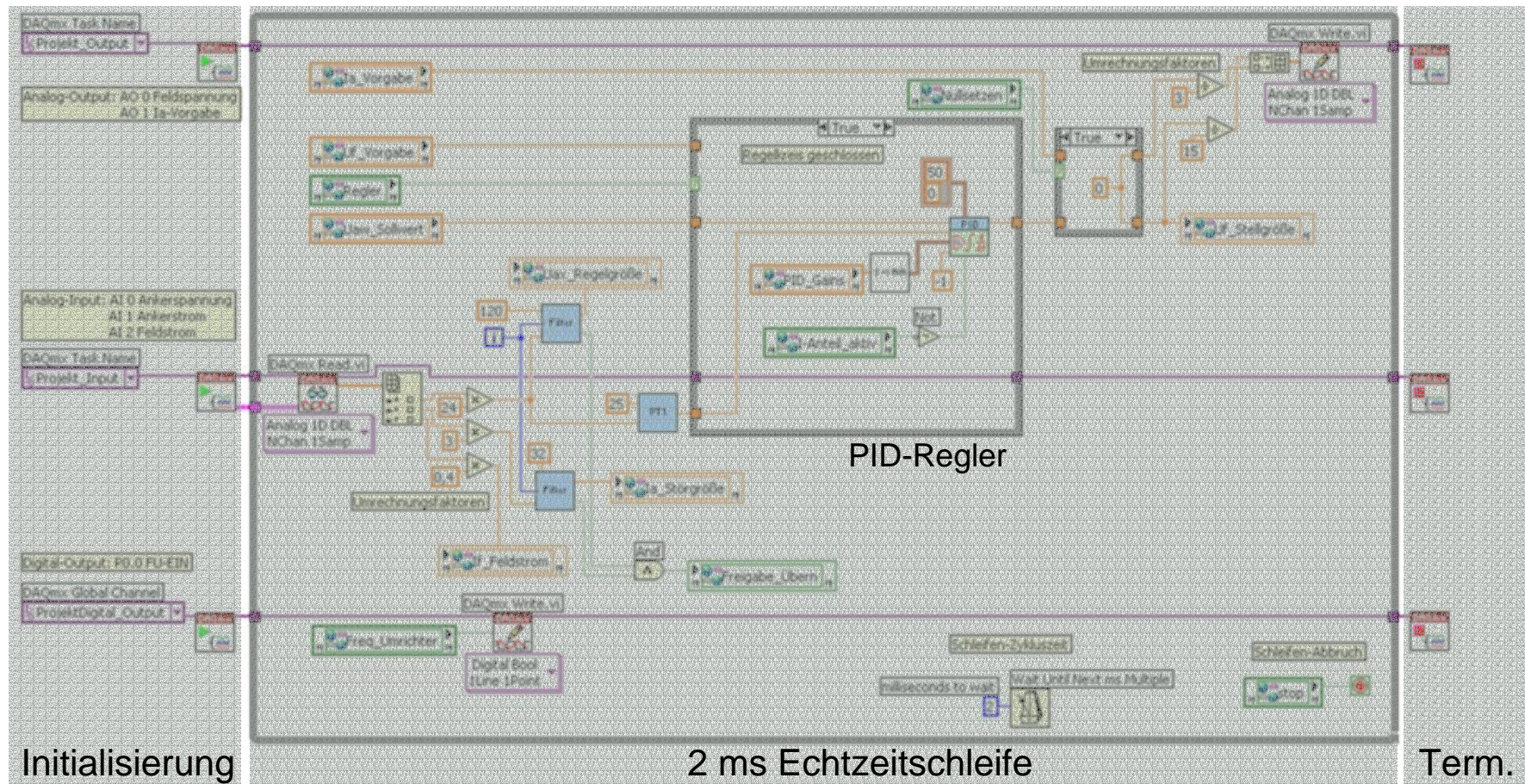


## PXI-Target

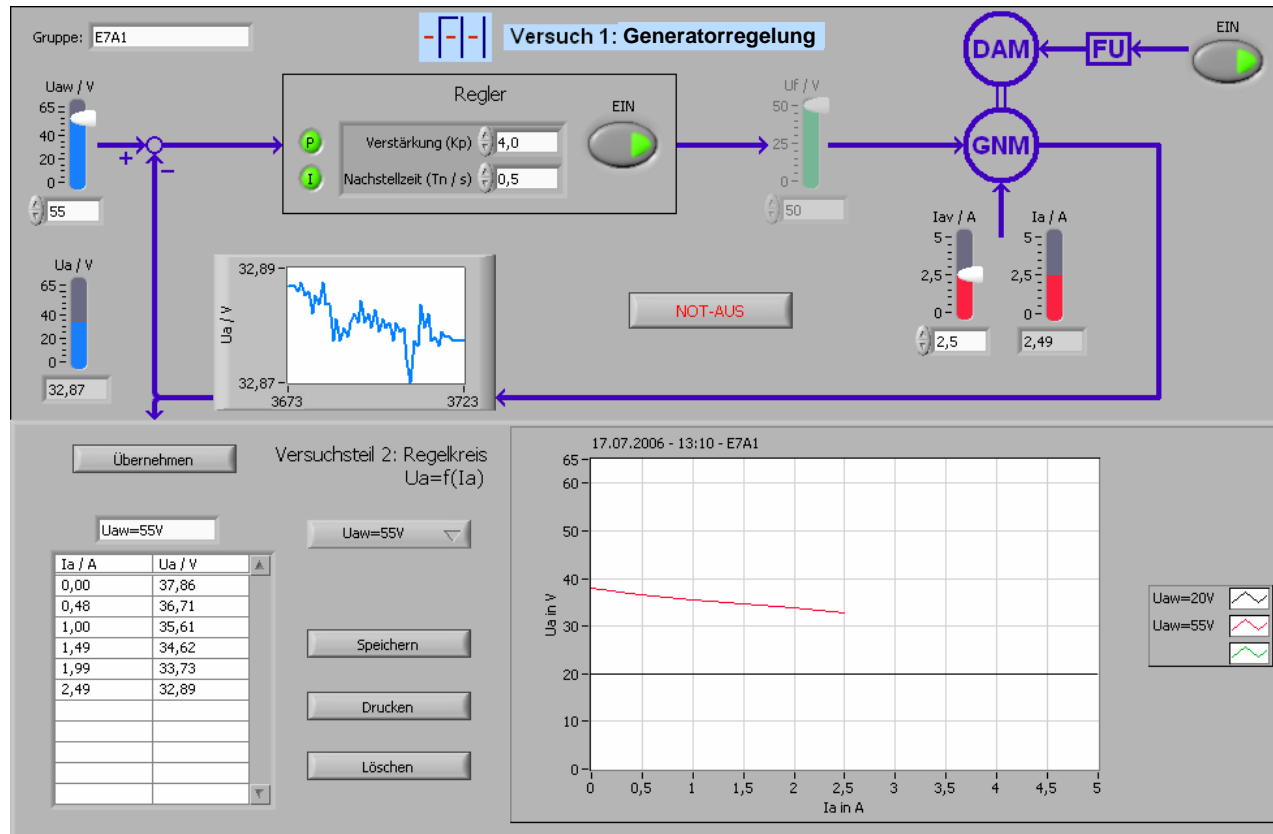
- Echtzeitprg.
- I/O
- LabVIEW RT 8

Kommunikation über Ethernet

# Echtzeitprogramm



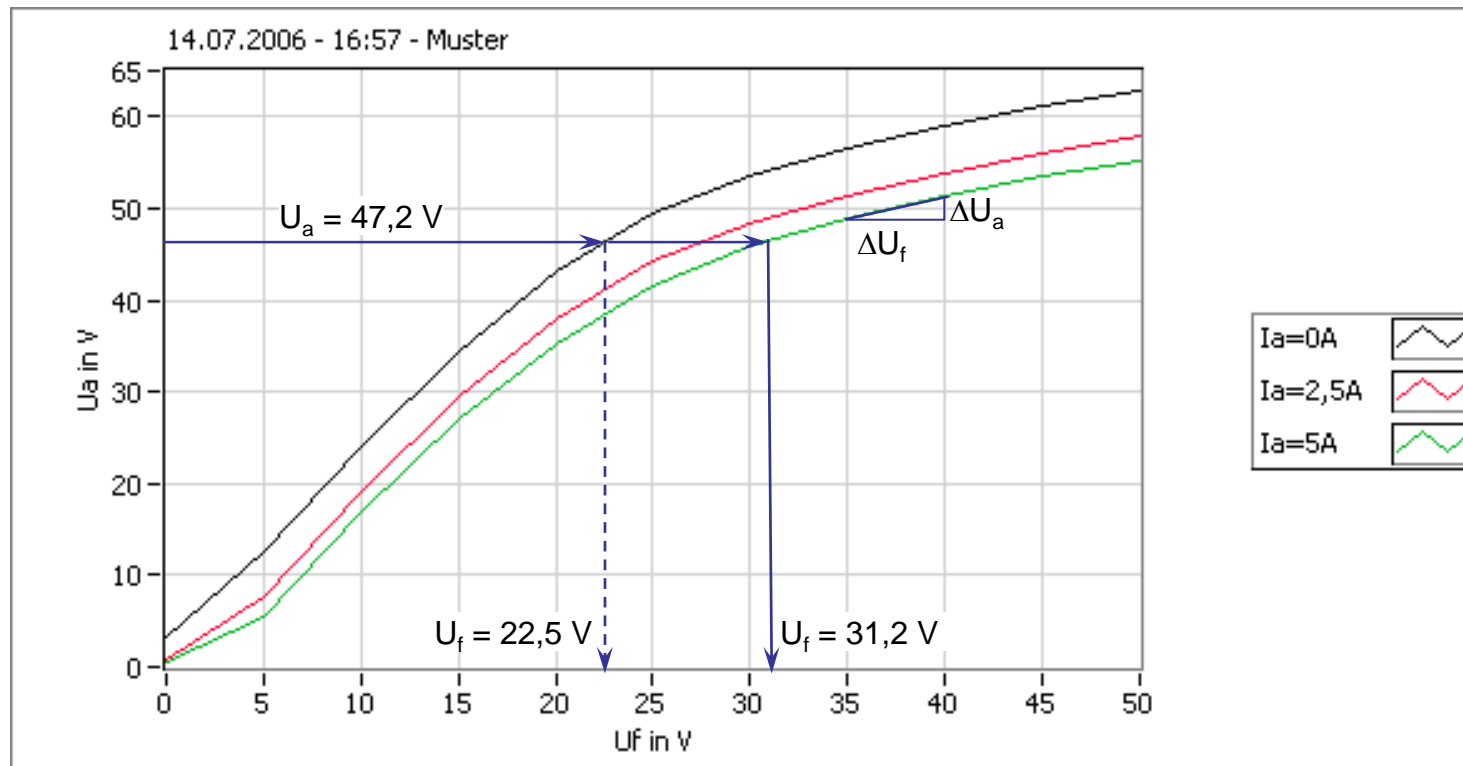
# Bedienoberfläche



Wirkplan der  
Regelung mit  
Soll- und  
Istwerten

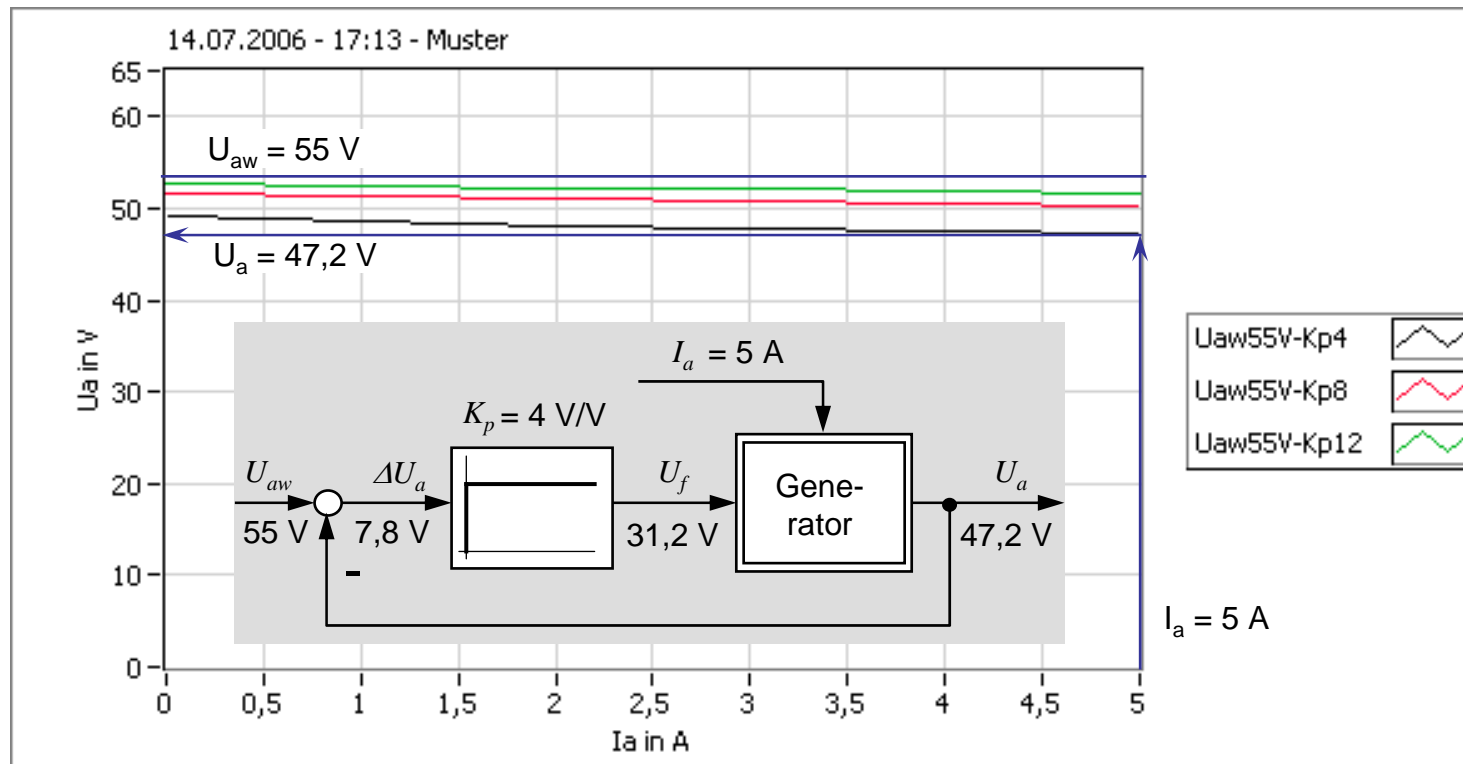
Tabellarische  
und grafische  
Auswertung

# Auswertung: $U_a/U_f$ -Kennlinien

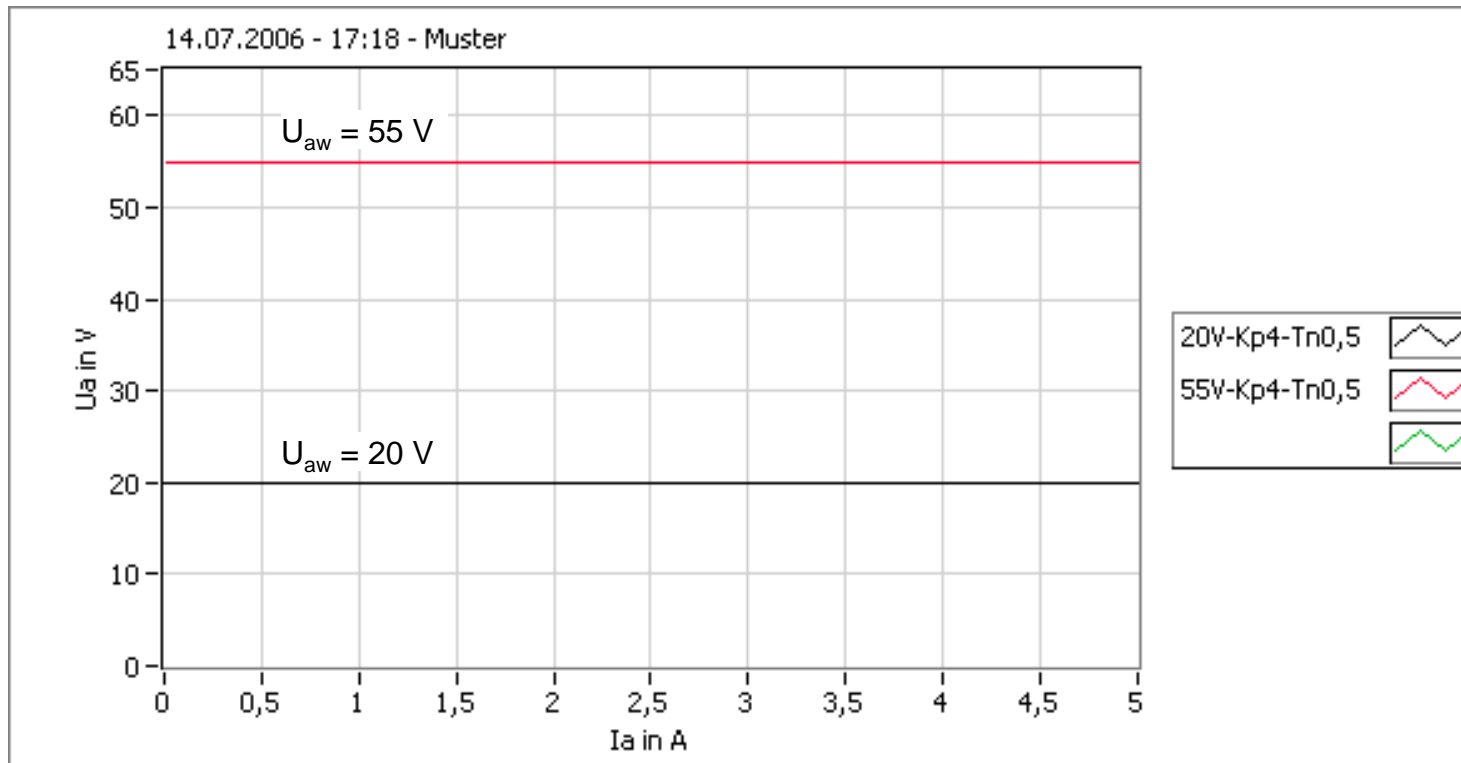


Linearisierung am Arbeitspunkt ( $U_{a0}$ ,  $U_{f0}$ ):  $K_S = \Delta U_a / \Delta U_f$

# Auswertung: P-Regler

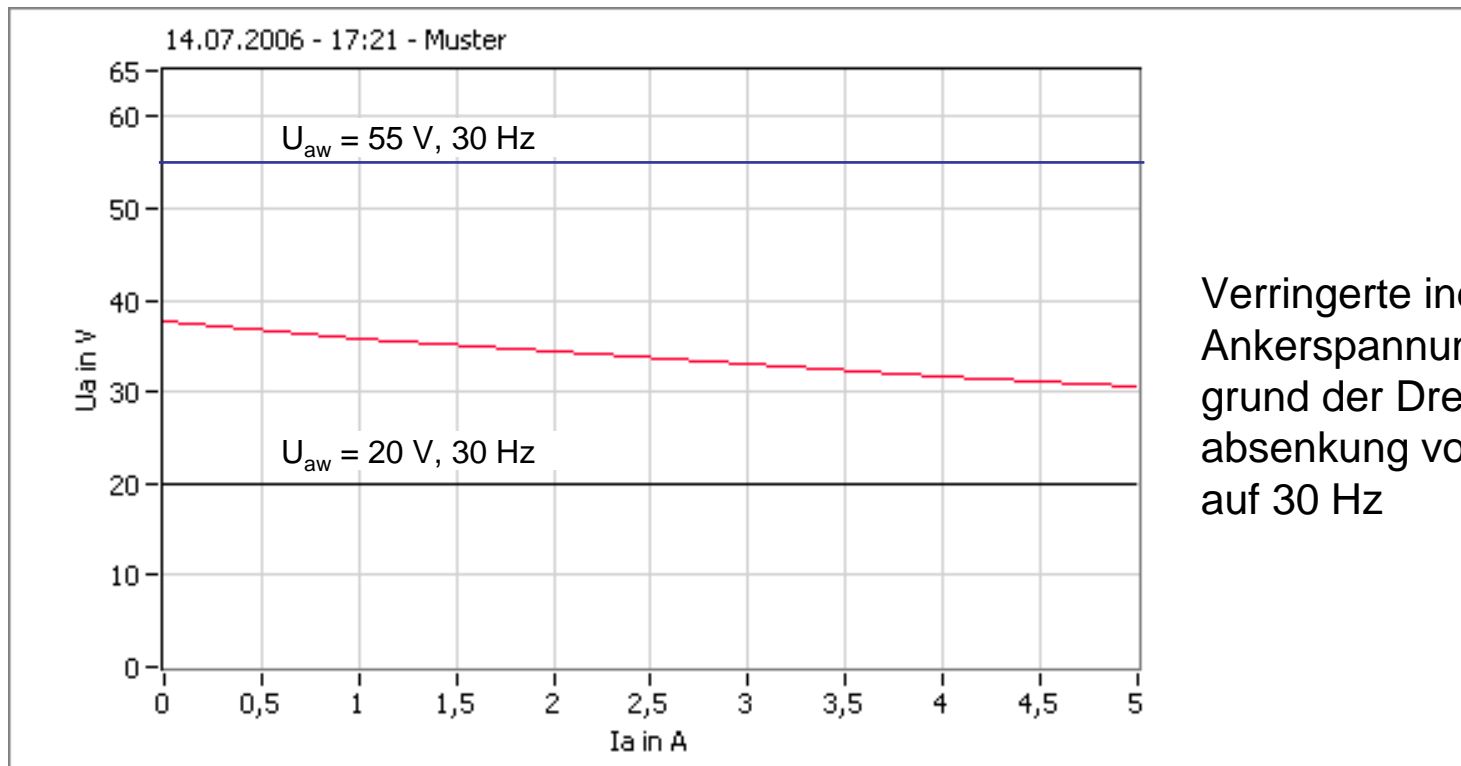


# Auswertung: PI-Regler



Stationärere Genauigkeit durch I-Anteil

# Auswertung: PI-Regler



Verringerte induzierte Ankerspannung aufgrund der Drehzahlabsenkung von 50 Hz auf 30 Hz

Die Stellgrößenbegrenzung öffnet den Regelkreis

## Fazit

- ◆ State-of-the-Art Lösung
- ◆ Praxisnahe Diplomarbeit
  - Moderne, industrielle Werkzeuge und Methoden
  - Grafische Projektierung
  - Übertragbar auf andere Aufgabenstellungen (HIL-Simulator, Prüfstand)
- ◆ Praxisnaher Laborversuch
  - Keine singuläre Lösung, sondern weit verbreitetes System
  - Einfache, intuitive Bedienung (GUI)
  - Regelungstechnische Auswertung
- ◆ Überwiegend sehr positive Rückmeldungen von den Studenten

## Ausblick

- ◆ Hervorragend geeignet für Echtzeitanwendungen
- ◆ Erweiterung des Versuchsumfangs
  - Identifikation
  - Simulation
  - Reglerauslegung
- ◆ Übertragbar auf weitere Versuche