

# pH-Regelung für die Biotechnologie

## Modellierung und Regelung von Säure-Base-Titrationen

### Studenten



Giovanni Triulzi



Gafur MEMETI

### Ausgangslage:

Die pH-Regelung bietet durch ihre ausgeprägte Nichtlinearität spannende Herausforderungen.

Besonders in biologischen und biotechnologischen Prozessen (z.B. bei der Herstellung von Virus-Impfstoffen) führt eine ungenaue und/oder langsame Regelung entweder zu nicht inaktivierten Viren, welche ein Infektionsrisiko darstellen, oder zu übermässig zersetzten Produkten, welche weniger wirksam sind und starke Nebenwirkungen auslösen.

In dieser Arbeit wurde für dieses Anwendungsbeispiel ein Regler mit Einsatz eines Synthese-Instruments entwickelt und getestet.

### Vorgehen:

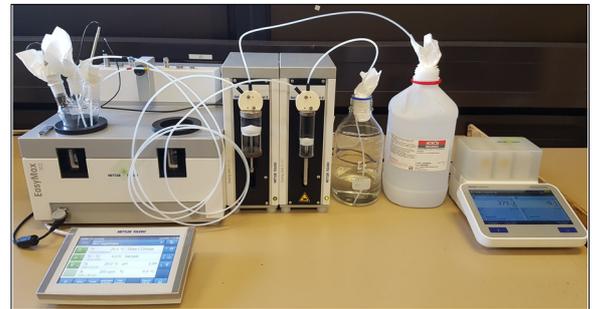
Es wurden eine Simulink Hardware-in-the-Loop Schnittstelle sowie mehrere Simulink-Modelle für einfache und gepufferte pH-Systeme erstellt, verglichen und verifiziert.

Die erarbeiteten Regelansätze (Gain-Scheduling/Smith-Predictor) wurden simuliert und mithilfe der HIL-Schnittstelle am realen Prozess verifiziert. Letztlich wurden die neuen Regelansätze mit dem bestehendem Regler verglichen.

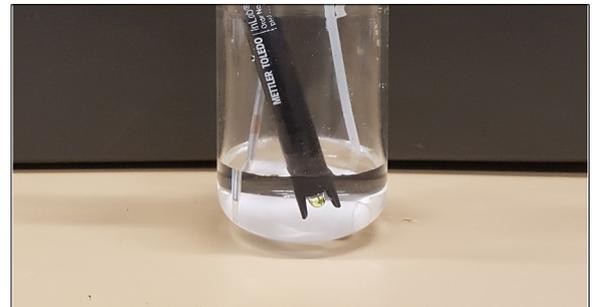
### Ergebnis:

Beide Regelansätze (Gain-Scheduling/Smith-Predictor) übertreffen den bestehenden Regler im Rahmen der definierten Anforderungen. Der Gain-Scheduling Ansatz übertrifft aufgrund nicht konstanter Totzeit den Smith-Predictor.

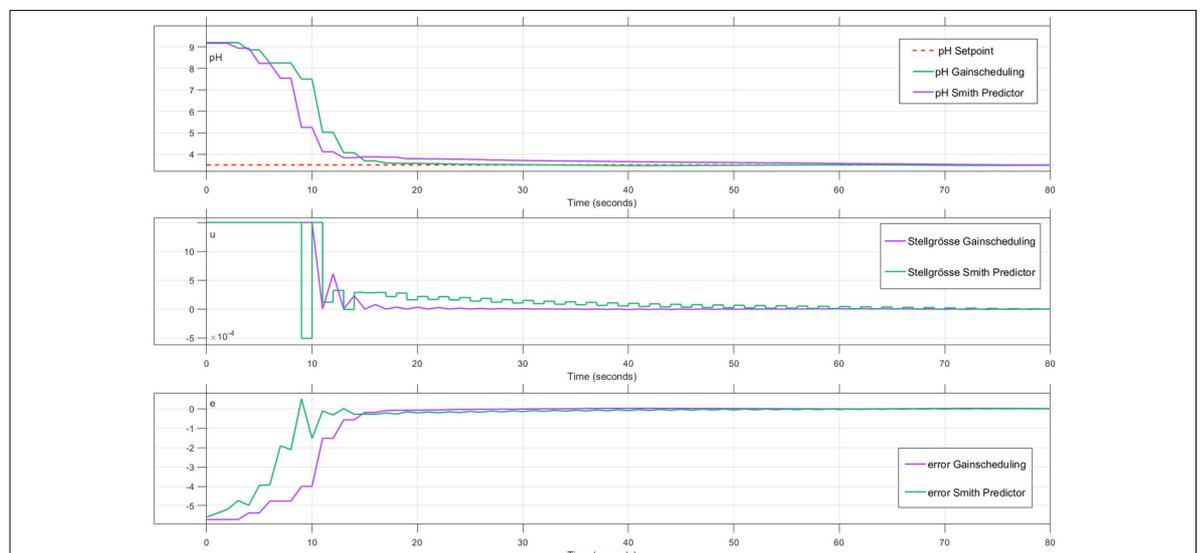
### Versuchsaufbau. Eigene Darstellung



### Reaktor mit pH-Sonde Eigene Darstellung



### Messergebnisse der Regelansätze Eigene Darstellung



Examinator  
Prof. Dr. Markus  
Kottmann

Themengebiet  
Regelungstechnik /  
Control Theory

Projektpartner  
Mettler-Toledo GmbH,  
Greifensee, ZH