

## EINFÜHRUNG

In der Industrie sind PI- oder PID-Regler der Standard für die Regelung des Füllstands in Kesseltrommeln. Obwohl diese Regelung im Normalfall ausreichend ist, um den Füllstand innerhalb sicherheitsrelevanter Grenzwerte zu halten, bleibt der Prozess kritisch, denn es handelt sich um ein multivariables Nichtminimalphasensystem mit inverser Anfangsreaktion und verkoppelten Eingangsgrößen, das je nach Betriebssituation auch noch variieren kann. Die nicht optimale Wahl der PID-Regelparameter führt bei dynamischer Blockführung, wie sie bei regelleistungsfähigen Anlagen notwendig ist, leicht zu einem mangelhaften Regelverhalten, das letztendlich zum Abschalten des Blocks führen kann. Wir stellen eine moderne, beobachterbasierte Mehrgrößenregelung vor, die in einem 450 MW GuD-Kraftwerk der Stadtwerke München zum Einsatz kommt. Diese Regelung wurde so in die bestehenden Strukturen integriert, dass sie vom Betriebspersonal gut beherrschbar ist.

## ZIEL

1. Identifizierung der wesentlichen Mängel in der vorhandenen Regelstruktur
2. Entwurf eines realisierbaren, modernen Regelkonzepts, ausgelegt auf das Worst-Case-Szenario der Doppelhöckerkurve
3. Umsetzung der Regelung im Mauell Kraftwerksleitsystem mit minimalem Eingriff in die vorhandene Regelstruktur
4. Implementierung einer Umschaltlogik, die den Wechsel zwischen der alten und neuen Regelstruktur während des Betriebs durch den Bediener ermöglicht

## VORGEHENSWEISE

Die bisherige Sollwertregelung mit Istwertrückführung wird durch eine Regelung mit Zustandsrückführung unter Verwendung eines Riccati-Reglers mit Beobachter ersetzt. Dadurch wird ein ausgewogenes Verhältnis aus Effizienz und Regelungsaufwand erreicht. Die daraus resultierende optimierte Verstärkungsmatrix stabilisiert den Regelkreis und minimiert zugleich die Gütefunktion  $J$ . Das erzeugte Stellsignal für die Öffnung der Durchflussregelventile dient der Sollwertnachführung und dem Störgrössenausgleich und reagiert auf Lastwechsel der Gasturbine.

$$J = \int_0^{\infty} (x^T(t)Qx(t) + u^T(t)Ru(t))dt$$

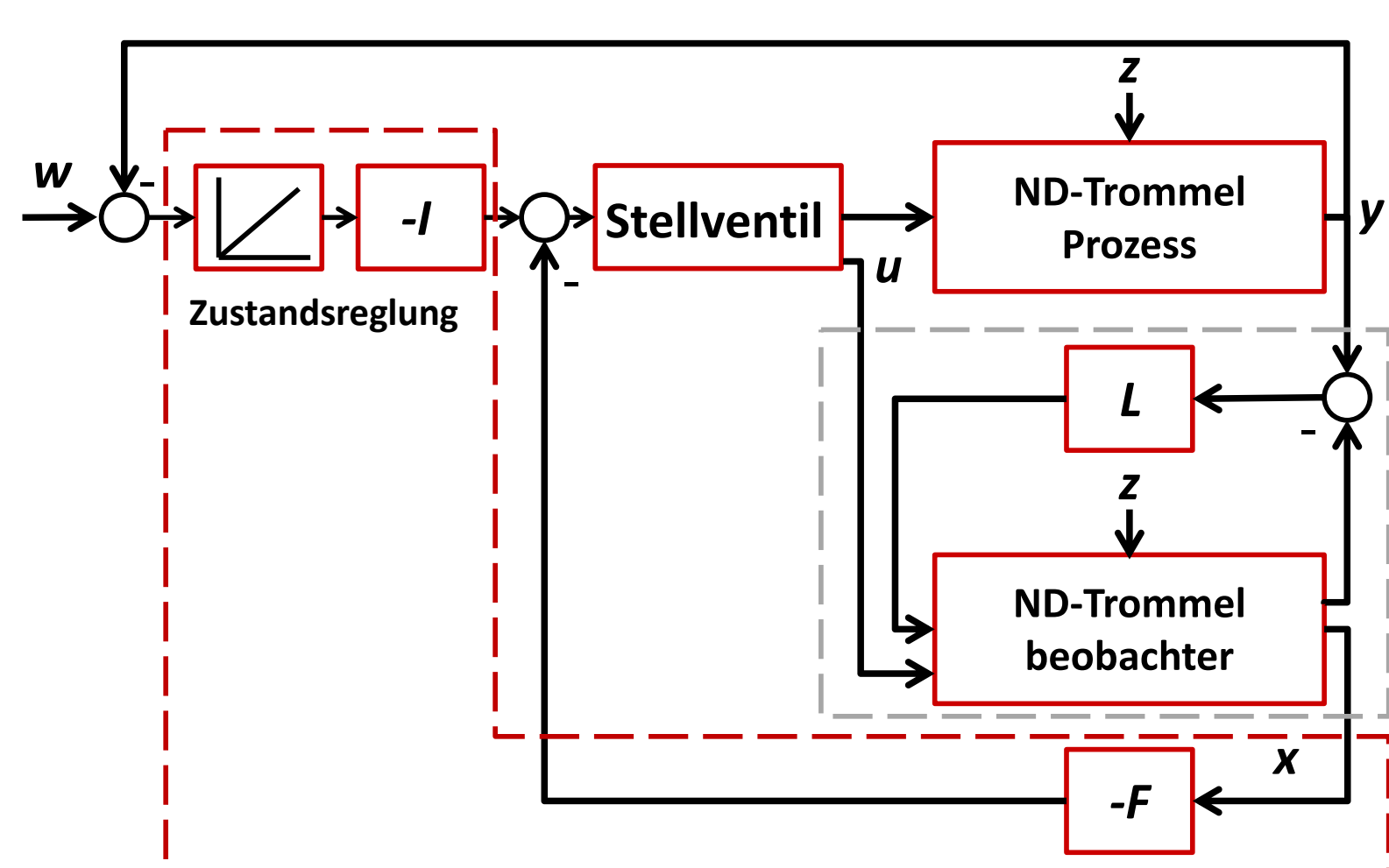


Abb. 1: Blockdiagramm der neuen Regelstruktur

## ZUGRUNDELIEGENDES MODELL

Betrachtet wird das Åström-Bell-Modell [1]. Der Hauptteil des Systems kann durch ein nichtlineares Modell vierter Ordnung abgedeckt werden, indem man Massen- und Energieerhalt definiert. Das Modell wurde im Vorfeld in einer MATLAB/Simulink-Umgebung implementiert und intensiv untersucht, bevor es im Mauell-Leitsystem umgesetzt wurde. Durch die Verwendung der vorhandenen Echtzeit-Messdaten zur Korrektur fungiert das Modell als Luenberger-Beobachter in einem dynamischen System.

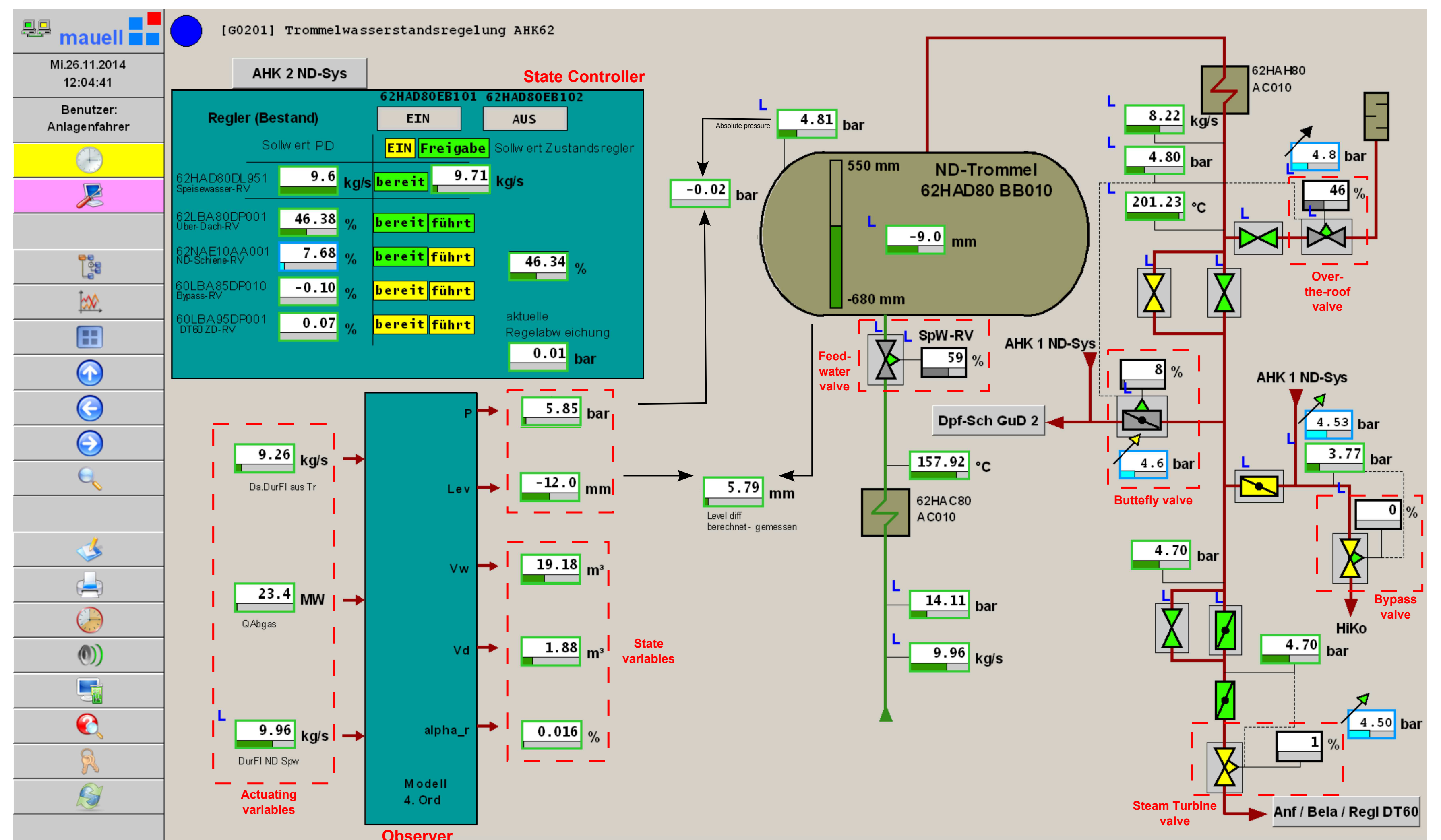


Abb. 2: Screenshot aus dem Mauell-Bedienbild mit dem neuen Regler

## ERGEBNISSE

Die erarbeiteten Ergebnisse der neuentwickelten Regelung zeigen, dass die verwendete multivariable Regelungstechnologie den bisherigen PID-Regler in vielen Aspekten übertrifft. Das Regelverhalten wird signifikant verbessert, während die Regelabweichung bei Lastwechseln viel geringer ausfällt, sogar im Worst-Case-Szenario.

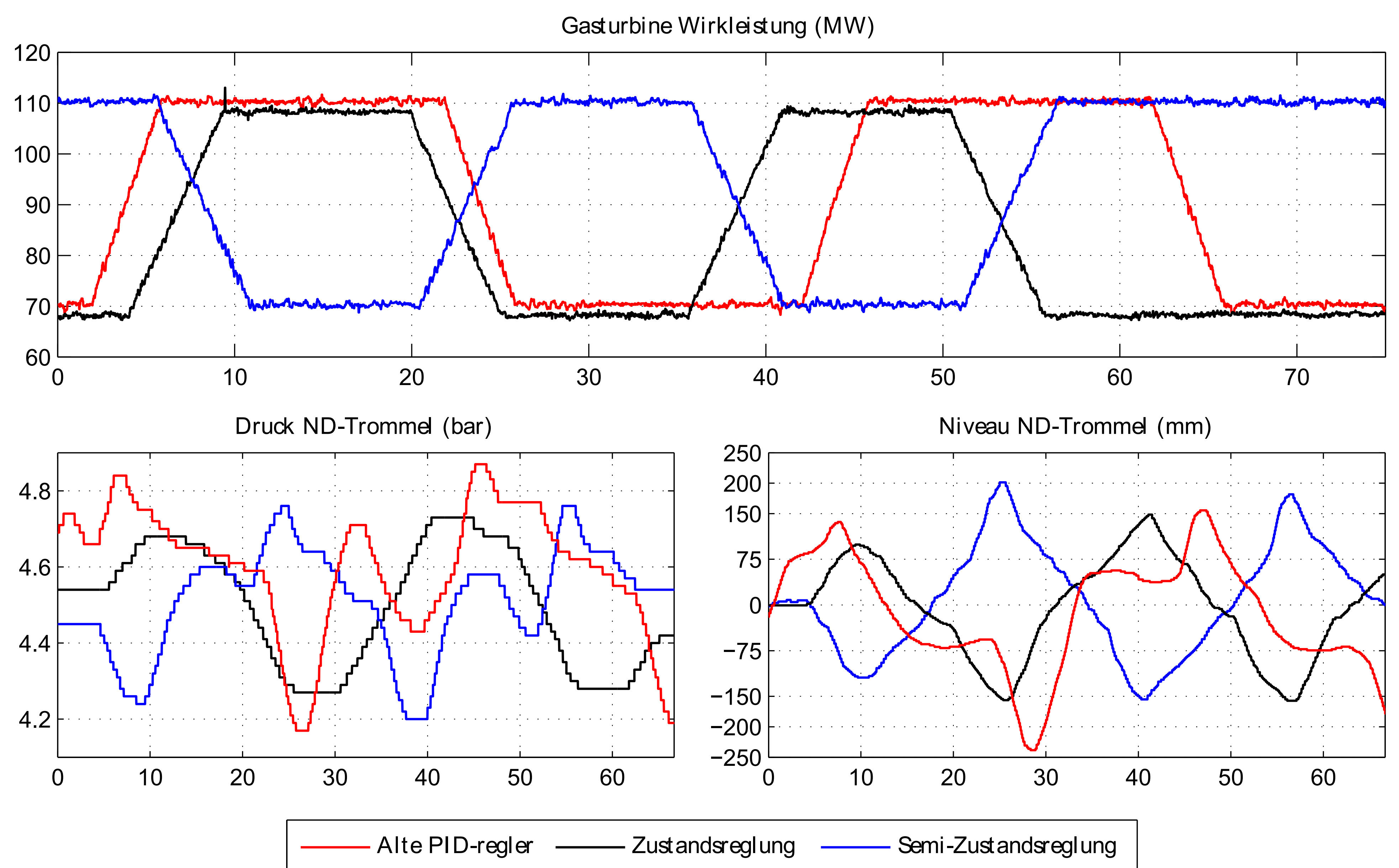


Abb. 3: Regelverhalten bei Abfahren der Doppelhöckerkurve

## PROJEKTPARTNER

Diese Arbeit ist ein Gemeinschaftsprojekt des Instituts für Automatisierungstechnik (IAT) der Universität Bremen und der Stadtwerke München (SWM).

## LITERATURVERZEICHNIS

- [1] K.J. Åström, D. Bell: Drum-Boiler Dynamics, *Automatica*, 36: 363-378, 2000.
- [2] D. G. Luenberger: Observers for multivariable systems, *IEEE Trans. on Automatic Control*, 11: 190-197, 1966.