



Sprungantwortverhalten des geregelten Systems auf eine signifikante äußere Änderung der Regelgröße. Gezeigt sind einzelne Verläufe mit zu null gesetztem Startwert, an dem der kleinste noch sinnvolle Systemeingriff erfolgte. Die gemittelte Antwort (schwarz) nutzt das neue PTB-Verfahren, um äußere Störungen nachzufahren und Regelschwingungen zu vermeiden.

### Vorteile

- **Stabilisierung der Regelgröße bis an das Istwert-Rauschen bzw. an die Größe des kleinstmöglichen Systemeingriffs**
- **keine Regelschwingungen**
- **eindeutige Regeln zur optimalen Einstellung des Reglers**
- **automatische Einstellung der Regelparameter möglich**
- **Vorhersage der Präzision**
- **kostengünstige Implementierung**

### Ansprechpartner:

Andreas Barthel  
Technologietransfer  
Telefon: +49 531 592-8307

E-Mail: [Technologietransfer@ptb.de](mailto:Technologietransfer@ptb.de)

Allard Schnabel  
8.2 Magnetische Schirmung



Physikalisch-Technische  
Bundesanstalt  
Bundesallee 100  
D-38116 Braunschweig

[www.technologietransfer.ptb.de](http://www.technologietransfer.ptb.de)

## Präzises Regelungsverfahren

**PID-Regler (proportional-integral-derivative controller) gelten als Universallösung zur Stabilisierung einer Regelgröße. Die Theorie des PID erwartet einen rauschfreien Istwert und setzt im gesamten Regelkreis quasianaloge Signale voraus. Eine Stabilisierung der Regelgröße auf die Größenordnung des Rauschens des Istwertes bzw. an eine vorhandene digitale Stufe im Regelkreis ist durch einsetzende Regelschwingungen limitiert. Das neue PTB-Verfahren SIF (stepwise immediate follower) vermeidet die Regelschwingungen. Die erreichbare Regelgenauigkeit und die zugehörigen Regelparameter sind aus einfach messbaren Systemeigenschaften berechenbar und führen direkt zur optimalen Einstellung.**

PID-Regler zur Stabilisierung einer Regelgröße sind Standard in den gebräuchlichsten Softwarepaketen zur Steuerung von technischen Anlagen. PID-Regler erwarten einen rauschfreien Istwert und setzen im gesamten Regelkreis quasianaloge Signale voraus. Eine Stabilisierung der Regelgröße auf die Größenordnung des Rauschens des Istwertes bzw. an eine vorhandene digitale Stufe im Regelkreis ist durch einsetzende Regelschwingungen limitiert. Eine optimale Einstellung ist erreicht kurz bevor Regelschwingungen auftreten. Die zu erwartende Standardabweichung der Regelgröße liegt dabei deutlich über dem Rauschen des Istwertes bzw. der kleinsten möglichen Zustandsänderung des zu regelnden Systems. Das neue SIF Konzept der PTB ermöglicht deutlich kleinere Regelabweichungen. Zur Einstellung des SIF werden aus dem System bestimmbare Messwerte genutzt, die auch automatisch ermittelt werden können. Aus ihnen ergeben sich die einzustellenden optimalen Regelparameter und die erreichbare Standardabweichung der Regelgröße. Die SIF-Reglung erkennt auch kleinste Zeitabschnitte, in denen die optimalen Regelbedingungen nicht eingehalten werden. Die aktuell auf das System einwirkende äußere Störung ist auch bei aktiver Regelung mit hoher Genauigkeit anzeigebar. Ein Schutz gegen kurze Störungen auf dem Referenzsignal ist einfach. Die Langzeitstabilität ist nur durch die Langzeitstabilität des verwendeten Detektors zur Erfassung der Regelgröße bestimmt, die allgemein ein Regler nicht von einer äußeren Störung unterscheiden kann. Einzige Einschränkung ist ein ausreichend reproduzierbares Verhalten des Systems auf kleine Stellgliedänderungen im gesamten Aussteuerbereich des Stellglieds.

## Wirtschaftliche Bedeutung

Das neue Regelverfahren SIF ist im Bereich der präzisen Regelungstechnik von Nutzen. SIF ist ein allgemeines Regelungsverfahren und kann in diversen Anwendungen genutzt werden, in denen die Steuerung softwarebasiert ist. Zur Implementierung des Verfahrens ist lediglich eine Ergänzung der vorhandenen Software um ein entsprechendes Reglermodul notwendig.

## Entwicklungsstand

Mit dem SIF Verfahren wurde in der PTB eine präzise Langzeitstabilisierung eines Magnetfeldes in einer magnetisch geschirmten Umgebung erfolgreich realisiert und übertraf deutlich die mit einer PID Regelung erreichte Stabilität. Weitere Vergleiche mit bisher PID geregelten Systemen zur weiteren Demonstration der Vorteile sind geplant. Die Erfindung wurde zum deutschen Patent angemeldet. Lizenzen für die Nutzung sind verfügbar.