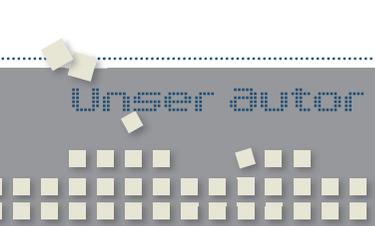


# Autotuning für PID-Regler in verfahrenstechnischen Anlagen

ProLeiT: Ausgezeichnet mit dem Molkerei-Technik-Preis 2012



**Roland Riedl**, ProLeiT AG, Einsteinstr. 8, 91074 Herzogenaurach, Tel.: +49 9132 777 113, E-Mail: roland.riedl@proleit.com; Web: proleit.de

In verfahrenstechnischen Anlagen gehören PID-Regler schon immer zur Ausrüstung. In der Praxis stellen aber selbst erfahrene Ingenieure die Regelungsparameter mehr nach Gefühl als nach tatsächlichen Gegebenheiten ein. Oft entsprechen dann die Parameter der Regelstrecken nicht den technologischen Erfordernissen. Andererseits sind Sensoren und Aktoren an Stellen eingebaut, die leicht erreichbar sind, aber nicht den Einbaurichtlinien entsprechen.

Zur Inbetriebnahme treten diese Fehler zu Tage und werden zu Problemen. Solange sich die Ergebnisse in einem Toleranzbereich bewegen, werden diese schlecht eingestellten Regler hingenommen. Schwingungen im System sind akzeptiert oder dringen nicht bis zu den Prozessverantwortlichen durch. Doch schon mit dem nächsten neuen Produkt kommt das Regelungssystem nicht mehr zurecht. Ein Anruf beim Projektingenieur ist die Folge.

Die ProLeiT AG hat dieses zentrale Problem erkannt und eine innovative Lösung dafür entwickelt: die Autotuning-Funktion für PID-Regler, ausgezeichnet mit dem Molkerei-Technik-Preis 2012.

Diese neue Selbstoptimierungsfunktion für PID-Regler ergänzt nun die bewährten

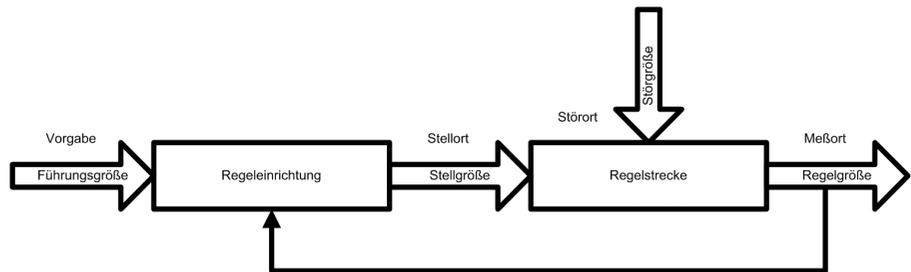


Abbildung 1: Regelkreis

Softwareregler als fester Bestandteil des Prozessleitsystems Plant iT. Die Kunden von ProLeiT verfügen zukünftig mit der neuen Autotuning-Funktion über die folgenden konkreten Vorteile:

- Absolute Praxisorientierung mit dem Zulassen von Abweichungen zu bekannten Regelungsmodellen
- Stoßfreie Übergänge vom Regelungsprozess in den Selbstoptimierungsmodus (Autotuning)
- Automatisches Erkennen der Beeinflussung durch Störgrößen, wie z.B. weiteren Regelstrecken und deren Berücksichtigung

## Funktion einer Regelung im allgemeinen

Das Ziel von technischen Regelungen ist die Verbesserung des zeitlichen Verhaltens von physikalischen Größen. Die Regelstrecke ist dabei der Teil eines technischen

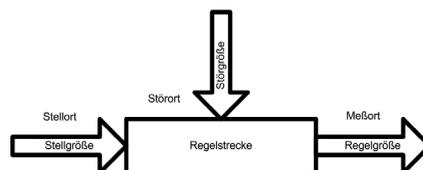


Abbildung 2: Regelstrecke

Systems, der beeinflusst werden soll. Die Eingangsgröße der Regelstrecke ist die Stellgröße, die zu regelnde Größe ist die Regelgröße. Störungen greifen an Störorten an und beeinflussen damit die Regelgröße.

Die Regelgröße (das kann eine Temperatur, ein Druck oder ein Durchfluss sein) wird am Messort erfasst und mit der Führungsgröße durch Differenzbildung verglichen. Die Führungsgröße (der Sollwert) wird der Regelung von außen vorgegeben. Die Regelgröße soll der Vorgabe der Führungsgröße folgen. Die Differenz aus Führungsgröße und Regelgröße wird als Regeldifferenz bezeichnet. Eine wichtige Aufgabe der Regelung ist es, den Einfluss der Störgrößen auf die Regelgröße zu unterdrücken.

## Führungsgröße Regeleinrichtung

Die Regeldifferenz ist die Eingangsgröße der Regeleinrichtung. Die Regeleinrichtung gibt am Ausgang die Stellgröße vor, die am Stellort auf die Regelstrecke wirkt. Alle durch Konstruktion und Anlagenkonzept vorgegebenen, nicht veränderbaren Teile des Regelungssystems sollten zur Regelstrecke gerechnet werden. Die regelungstechnischen Untersuchungen beziehen sich dann auf die Eigenschaften von Reglern, die wählbar

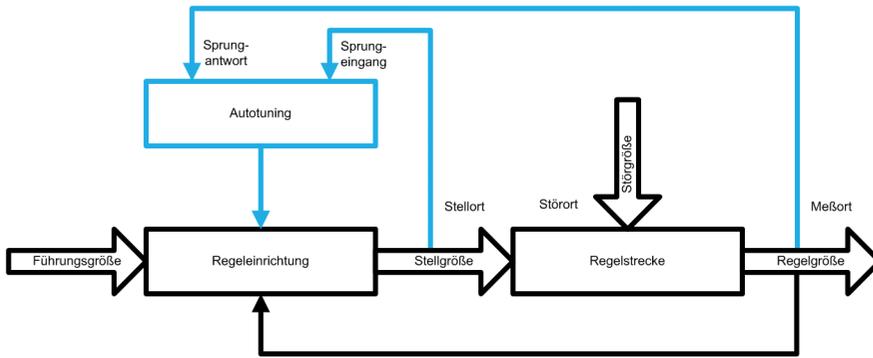


Abbildung 3: Selbstoptimierender Regelkreis

oder einstellbar (Struktur und Parameter) sind und bei der Regelsynthese bestimmt werden müssen.

Wenn die Struktur des Reglers fest steht, müssen die Parameter des Reglers bestimmt werden. Dafür gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Die Parameter zur Regleroptimierung werden aus der Sprungantwort der Regelstrecke ermittelt
- Aus einem stabilen Zustand der Regelstrecke heraus, wird der Verstärkungsfaktor ( $K_r$ ) solange erhöht, bis das System an die Stabilitätsgrenze kommt. Daraus werden dann die Parameter abgeleitet
- Erstellen eines Modells der Regelstrecke und Bestimmung der Reglerparameter durch Methoden numerischer Optimierung.

### Autotuning

Mit dem Autotuning wird ein Weg für die Automatisierung der Abläufe zur Einstellung der Reglerparameter gesucht. Autotuning bezeichnet

- 1) die automatisierte Sprungantwortaufnahme
- 2) die Identifizierung der Parameter von der Regelstrecke und
- 3) die Berechnung der Parameter eines PI- oder PID-Reglers, damit dieser optimal auf Führungsgrößenveränderungen und Störungen reagieren kann.

Ein wesentlicher Effekt des Autotuning liegt in der Qualitätssicherung durch die eingesetzte auditierte Software, d.h. eine Reduzierung von Produktverlust. Weitere Effekte liegen in der Aufwands-

und damit auch der Kostenreduktion während der Inbetriebnahmephase bei Änderungen von Parametern, z.B. andere Temperaturen, Drücke, Durchflüsse.

Da Produktionsprozesse mit immer kleiner werdenden Chargen eines Produktes belastet sind, müssen den unterschiedlichen Produktparametern (z.B. Viskosität) entsprechend flexible Regelalgorithmen zur Verfügung gestellt werden. Ein nicht zu unterschätzender Effekt liegt hierbei in der Arbeitserleichterung für den Instandhalter oder für den verantwortlichen Mitarbeiter, denen Detailkenntnisse auf dem Gebiet der Regelungstechnik oftmals fehlen. Das Autotuning als Möglichkeit der Optimierung und Beherrschung von technologischen Prozessen kann aber nicht als Allheilmittel für fehlerhaft projektierte Anlagen dienen. In der Lebensmittelindustrie, deren technologische Prozesse eher langsam verlaufen und die dazu oft auch noch mit langen Totzeiten behaftet sind, ist der Einsatz der ProLeiT Autotuning-Funktion allerdings äußerst sinnvoll.

Gegenüber herkömmlichen Lösungen überzeugt die ProLeiT Autotuning-Funktion auch unter schwierigen Prozessbedingungen:

- Eine maximale Praxisorientierung durch die Nutzung speziell entwickelter Algorithmen der Signalverarbeitung, die eine zuverlässige Erkennung der Prozessdynamik und der korrekten Identifizierung der Streckenparameter gewährleisten
- Ein Erkennen und Berücksichtigen von großen Totzeiten
- Ein stabiles asymptotisches Einschwingverhalten des Regelkreises wird auch unter intensiver Störbeeinflussung durch Änderungen von Systemparametern in der eigenen Regelstrecke sowie durch weitere Regelstrecken erreicht

- Eine stoßfreie Umschaltung vom Arbeitspunkt in den Autotuning-Modus
- Auswahlmöglichkeiten zur Prozessdynamik (Hohe Dynamik mit kurzen Ansprechzeiten oder stabiler Verlauf mit geringer Überschwingung)

### Integration in das Prozessleitsystem

Das Autotuning ist ein Verfahren, mit dem die PID-Parameter eines PID-Reglers au-

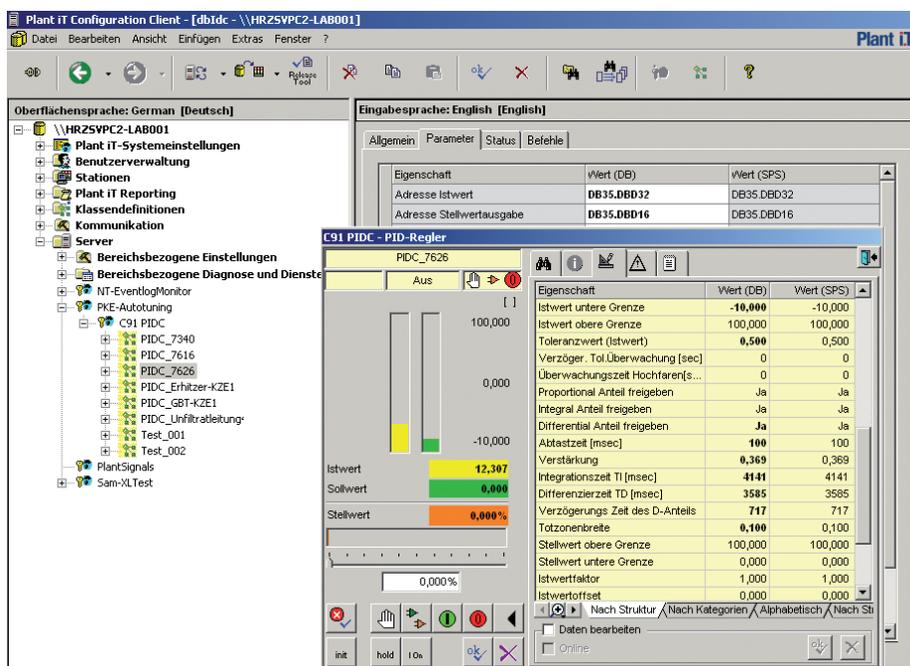


Abbildung 4: Integriert in die Prozessleitsysteme Plant iT/brewmaxx

tomatisch berechnet werden. Die Eigenschaften der Regelstrecke werden ermittelt und damit die Parameter berechnet. Diese berechneten Parameter können dann zum PID-Regler übertragen werden.

Die neue Autotuning-Funktion steht als Add-On für die aktuellen ProLeiT Prozessleitsysteme Plant iT und brewmaxx für Simatic-Steuerungen zur Verfügung. Konkret ist dies eine Erweiterung der Automatisierungsklassen für:

- Kontinuierliche P-, I-, PI-, PD- und PID-Regler
- Kaskadenregler
- Mischungsregler
- Verhältnisregler.

## Performancevergleich mit anderen Systemen

Bei einem Kunden von ProLeiT wurden Tests zum Autotuning mit unterschiedlichen Automatisierungsplattformen gemacht.

Abbildung 6 zeigt die Unterschiede zwischen einem ProLeiT-System auf Simatic-Basis (lila Kurve) und einem anderen Steuerungssystem (gelbe Kurve) unter gleichen Voraussetzungen. Abgesehen von der deutlich größeren Verstärkung als in der realen Strecke des gelben Systems ist die optimale Reaktion des ProLeiT-Systems auch mit der großen Totzeit gut zu erkennen.

Beim Einsatz der Autotuning-Funktion bei ineinander wirkenden komplexen PID-Regelungen einer Eindampfanlage bei BASF Personal Care and Nutrition GmbH in Illertissen wurde der Mehrwert für den Kunden dargestellt. Nicolai Ziegler, verantwortlicher Instandhalter, brachte es auf den Punkt: „Das Autotuning für die Softwareregler von ProLeiT ist der Hammer! Es sind keinerlei Kenntnisse zur Reglerparametrierung notwendig. Es müssen keine Parameter ( $K_r$ ,  $T_n$ ,  $T_v$  usw.) vorgegeben werden, da sich der PID-Regler völlig selbstständig optimiert. Nach dem Autotuning ist der Regler so optimal eingestellt, wie es sonst kaum erfahrene Mess- und Regelungstechniker hinbekommen.“

Auch Andreas Höpfl, Head of Maintenance BASF Personal Care and Nutrition GmbH, konnte diese Aussage nur bestätigen. „Die Lösung von ProLeiT beim Autotuning der PID-Regelkreise führt trotz der langen Totzeiten bei unseren technologischen Prozessen zu hervorragenden Ergebnissen.“

Fazit: Die neue Autotuning-Funktion bietet als fester Bestandteil der aktuellen Prozessleitsysteme Plant iT und

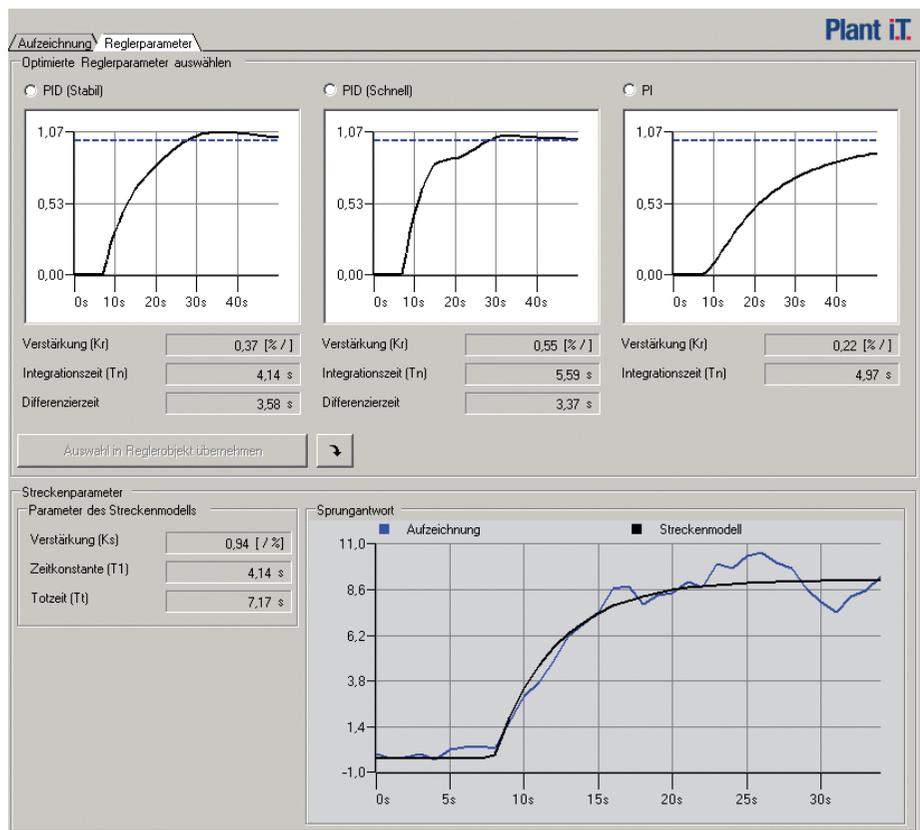


Abbildung 5: Übersichtliche Vergleichsansicht der Reglerparameter

brewmaxx optimale Ergebnisse für die Reglerparametrierung. Die Bedienung ist einfach und intuitiv gestaltet. Selbst unerfahrene Bediener erreichen in kurzer Zeit optimale Ergebnisse.

Interessenten können diese Funktion sowie die Prozessleitsysteme der ProLeiT AG in diesem Jahr noch auf den Messen iba und Brau Beviale sehen. Weitere Informationen sind auf proleit.de zu finden.

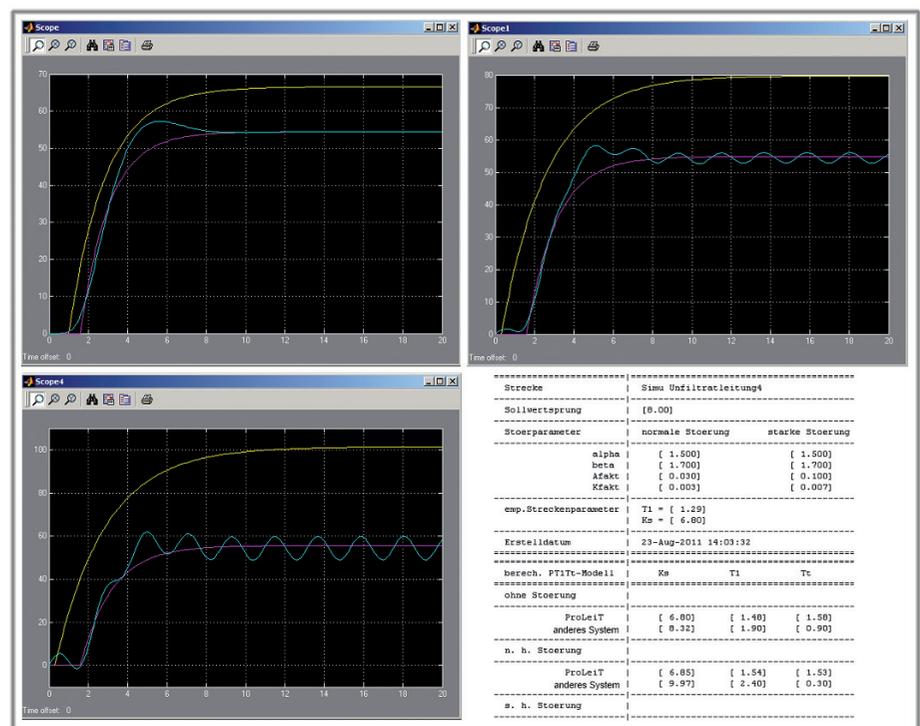


Abbildung 6: Vergleichstest - optimale Regelstrecke mit der neuen Autotuning-Funktion von ProLeiT