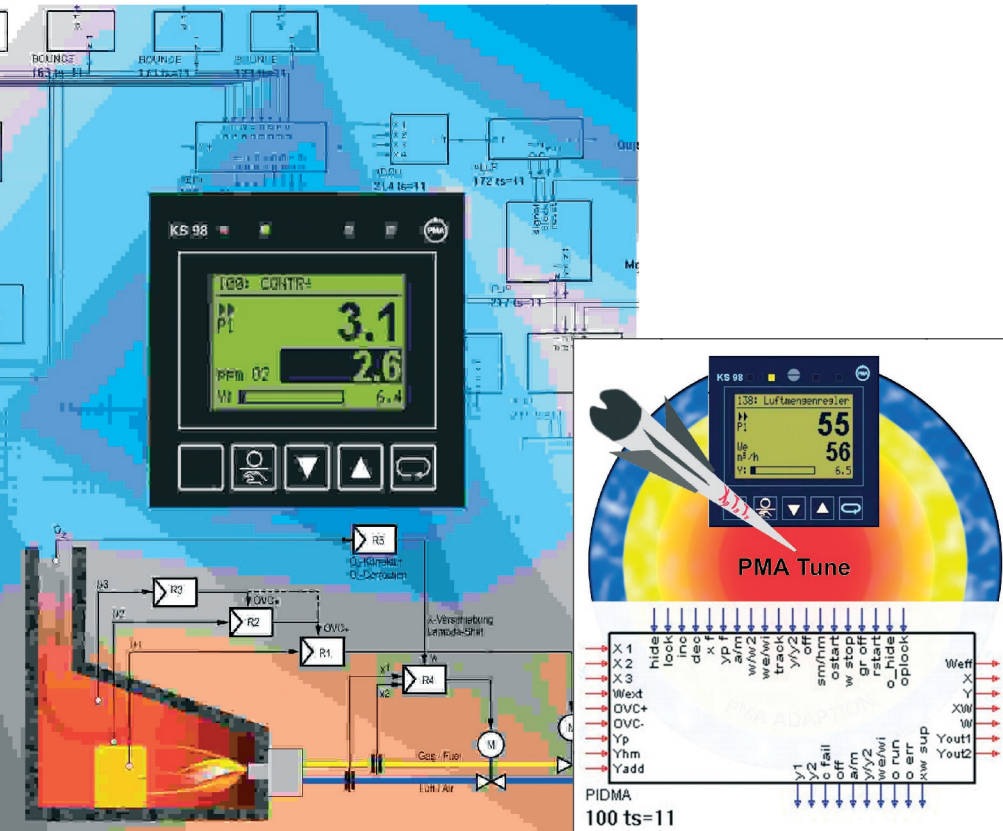


Erfahrung mit an Bord

PID-Regler brauchen für den optimalen Betrieb geschulte Fachleute – gibt es Alternativen?



Klaus Vogelei

Allein in Deutschland werden jährlich zunehmend etwa 300 000 Regelkreise neu eingerichtet oder erneuert. Das Hauptproblem dabei ist, die drei wesentlichen Reglerparameter Proportionalbereich, Nachstellzeit und Vorhaltzeit richtig einzustellen, und dies besonders unter Zeitdruck. Gestützt auf Untersuchungen tatsächlich erzielter Regelgüte vermuten Qualitätsmanager, dass über die Hälfte aller Prozesse mehr schlecht als recht geregelt werden – doch wie kann man dem Abhilfe schaffen?

Autor: Klaus Vogelei ist Produktmanager bei der PMA Prozess- und Maschinen-Automation GmbH in Kassel

Dass die den PID-Reglern mitgelieferte Selbsteinstellverfahren und Optimierungshilfen nicht nur unerlässlich sind, sondern auch noch viel Raum für Verbesserungen aufweisen, wird im folgenden klar.

Zur optimalen Einstellung von Regelkreisen sind Grundkenntnisse gefragt, die heute vielfach nicht mehr vor Ort präsent sind. Inbetriebnahmen von Anlagen werden inzwischen mangels eigener erfahrener Fachleute notgedrungen von vorhandenem Personal ausgeführt. Regelungstechniker mit langjähriger Erfahrung sind in den Betrieben kaum noch anzutreffen. Fachleute werden im Bedarfsfall dann zeitweise eingekauft. Steht der Inbetriebnahmetermin unverrückbar fest, darf sich der beauftragte Techniker begründete Sorgen machen, ob er diese Aufgabe in der gegebenen Zeit mit der selbstverständlich erwarteten Qualität auch bewältigen kann. Am Ende stehen entweder Erfolg oder Verzweiflung.

Was an dieser Stelle überheblich anmutet, soll keinesfalls heißen, dass diese Personen nicht qualifiziert wären. Sicher sind sie in ihrem gelernten Beruf gut und erfahren und mit dem Prozess selbst bis in die Einzelheiten vertraut.

Stets neue Anforderungen

Aber oft fehlt in Sachen Regelungstechnik das notwendige Gespür für dynamische Vorgänge, und sie sind damit für die Aufgabe der Optimierung in vielen Fällen hoffnungslos überfordert. Schließlich kann an den drei Knöpfen für die Reglerparameter X_p (bzw. K_p), T_n und T_v jeweils rauf oder runter gestellt werden, und die Beobachtung der Wirkung mit der Beurteilung gut/schlecht kann je nach Trägheit des Prozesses viele Stunden dauern. Ohne intuitives Einfühlungsvermögen und entsprechender Erfahrung geht es auf keinen Fall!

Aber was heißt Erfahrung in diesem Bereich genau? Mit modernen Konstruktionen verändern sich auch die dynamischen Eigenschaften von Maschinen, Anlagen und Verfahren. Energie-, Massen- oder Produktionsdurchsatz werden bis zur Leistungsgrenze gefahren, die Prozesse werden kompakter und masseärmer und reagieren schneller. Sie sind besser isoliert und nähern sich in ihrem Verhalten mehr und mehr Prozessen ohne Ausgleich, wie sie von Füllstandsbehältern bekannt sind. Einmal in einen Ofen eingebrachte Energie wird nur langsam als Verlustwärme an die Umwelt abgegeben. Ein 60 t-Dampfkessel moderner Bauart z. B. reagiert natürlich nicht wie seine altertümlichen Vorgänger. Also können auch Erfahrungen aus der Vergangenheit nur bedingt

Am Ende der Inbetriebnahme stehen entweder Erfolg oder Verzweiflung

auf die Moderne übertragen werden. Statt sich also mit Versuch und Irrtum herumzuschlagen, verlässt man sich in der Praxis doch lieber auf die automatischen Einstellungshilfen, die inzwischen fast alle namhaften Hersteller von PID-Reglern ihren Produkten mit auf den Weg geben.

Ist Entwarnung angesagt ?

Erst durch die optimale Anpassung der Reglerparameter an die dynamischen Eigenschaften der Regelstrecke mit ihren charakteristischen Kennwerten Verzugszeit T_u und Ausgleichszeit T_g (bzw. maximaler Änderungsgeschwindigkeit V_{max}) wird der PID-Regler in die Lage versetzt, optimal und angemessen auf Störungen und Sollwertwechsel zu reagieren, um somit die Regelgröße

stabil und schwingungsfrei auf Sollwert zu halten. Das aber scheint kein Problem mehr zu sein, verfügen doch heute fast alle PID-Regler über Selbsteinstellverfahren, die ohne große Detailkenntnisse per Bedienung leicht gestartet werden können und automatisch gute Ergebnisse erzielen sollten. Ist vielleicht die eingangs beschriebene orakelhafte Einschätzung nicht mehr zutreffend? Sieht man da nicht allzu schwarz?

Die Antwort lautet: teils Ja und teils Nein. Sicher werden in einem Großteil der Fälle gute bis befriedigende Ergebnisse erzielt, vor allem bei den Zielanwendungen, für die Selbstoptimierungsverfahren und Entwurfsmethoden entwickelt wurden.

Allerdings basieren alle gebräuchlichen Verfahren, gleich welchen Reglerherstellers, auf Erkenntnissen von Ziegler & Nichols, und verwenden entweder den Sprungversuch mit Verzugs- und Ausgleichszeit, oder den Schwingversuch mit kritischer Verstärkung und Periodendauer an der Stabilitätsgrenze, um daraus für ihre Hauptanwendungsgebiete optimale Parameter zu ermitteln. Alle automatischen Verfahren erwarten zudem vor dem Start des Versuches konstante Ruhebedingungen, die oft schon deshalb nicht zu erzielen sind, weil aufgrund der Trägheit trotz Handbetrieb allmählich driftende Messgrößen einfach nicht in kurzer Zeit zur Ruhe kommen können. Ungeduld oder Zeitdruck verleiten dann zum frühzeitigen Starten der Selbstoptimierung, was dann gewöhnlich auch zu schlechten Ergebnissen, wenn nicht gar zum vorzeitigen Abbruch, führen muss.

PID-Reglern wird bekanntermaßen hohe Regelgüte für Prozesse mit einem Verhältnis von Ausgleichszeit zu Verzugszeit von $T_g/T_u > 10$ nachgesagt. Für $T_g/T_u > 3$ wird es schon schwieriger, und für $T_g/T_u < 3$ versagen so ziemlich alle Verfahren, gute Regelparameter zu gewinnen. Böse Zungen behaupten sogar, dass in letzterem Fall PID-Regler völlig ungeeignet wären. Das solche Fälle immer häufiger anzutreffen sind, ist bekannt. Gründe sind einerseits die bereits angedeutete Modernisierung von Anlagen und Maschinen, andererseits aber auch die Nichtbeachtung regelungstechnischer Aspekte bereits in der Konstruktionsphase. So sitzen Sensoren an ungünstigen Stellen, oder Ventile und Rohrleitungen sind zu klein bzw. zu groß ausgelegt. Auch können u. a. Ein- und Auslaufstrecken für Durchflüsse zu kurz gewählt worden sein. Regelungstechnische Probleme sind daher keine Seltenheit mehr!

Lösungen in Sicht?

Den Beweis dafür, dass diese Behauptung hinsichtlich der Einsatzgrenzen von PID-Reglern nicht zutrifft, hat man bei PMA mit dem PC-gestützten Optimierungswerkzeug PMATune angetreten. Das Werkzeug ermittelt mit nur einem Impulsversuch für alle

Bild 1: Istwert-/ Sollwertverlauf diverser PID-Einstellungen im Vergleich

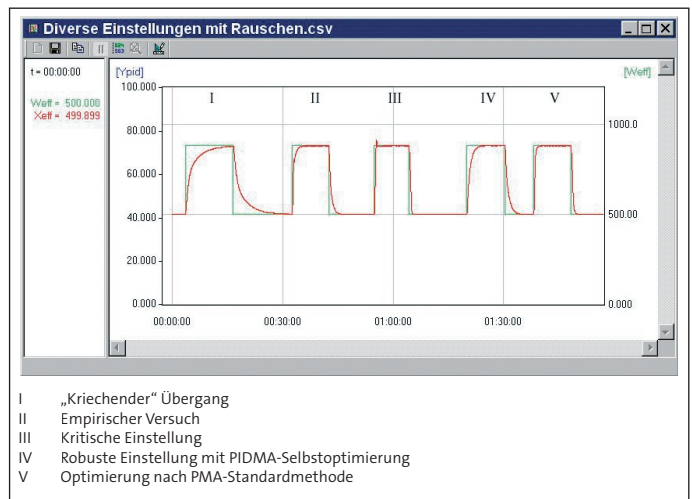
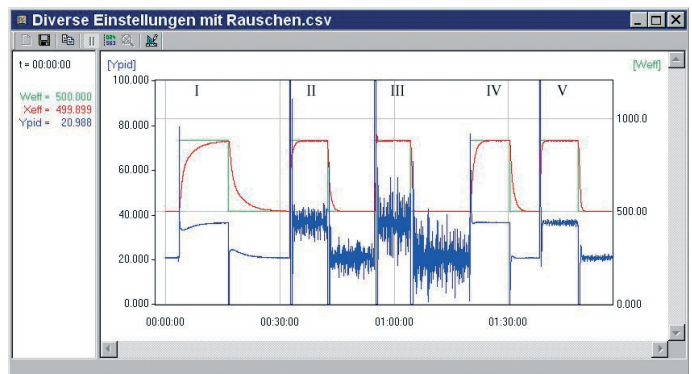


Bild 2: Die Stellgrößenaktivität ist entscheidend für die Lebensdauer des Aktors



Prozesse mit $T_g/T_u = 0$, also unter schwierigsten Umständen, optimale Regelparameter für Führungs- und Störverhalten, mit denen eine vorhergesagte eingestellte Regelgüte sicher erzielt wird. Ganz gleich, ob beim Anfahren oder am Sollwert, ob es sich um Stetig-, Zweipunkt- oder Motorschritt-

Das praxiserprobte Hilfsmittel spart nicht nur Zeit, sondern schont auch die Nerven aller Beteiligten

regler an Strecken mit oder ohne Ausgleich handelt. Lediglich eigenschwingfähige Regelstrecken und solche mit ausgeprägtem Allpassverhalten sind ausgeschlossen. Sprunghöhe und -richtung der Stellgröße sowie die Auslenkung der Regelgröße bestimmt der Anwender.

Nach einem Jahr Praxiserprobung kann nun davon gesprochen werden, dass mit PMATune ein Hilfsmittel zur Verfügung steht, welches nicht nur Zeit und Geld während der Inbetriebnahme spart, sondern auch die Nerven aller Beteiligten schont. Möglich wurde dies durch ein komplexes mathematisch exaktes Verfahren, das mit Ziegler & Nichols nur noch den Versuchsaufbau gemein hat.

Was dem Praktiker hilft

PC-gestützte Hilfsmittel zur Optimierung sind sicher eine gute Hilfe. Noch einfacher wäre es allerdings, wenn auf diese Hilfsmittel völlig verzichtet werden könnte. Dieser Schritt wurde jetzt mit der Multifunktions-einheit KS 98 vollzogen. Die Funktionsbibliothek ist um den Reglerblock PIDMA erweitert, der bereits die beschriebenen Eigenschaften von PMATune enthält. Der Optimierungsversuch kann in gewohnt einfacher Weise durch Bedienung gestartet und beobachtet werden und liefert einen robusten Entwurf der PID-Parameter. Die verbleibende Versuchsdauer wird geschätzt und angezeigt. Gefundene Parameter werden automatisch wirksam.

Mit PIDMA hat jeder Regler ein universelles Optimierungsverfahren bereits im Gepäck, das nicht vergessen werden kann und erst nachträglich auf die Schnelle beschafft werden müsste. Einer Inbetriebnahme steht jetzt nichts mehr im Wege, und um die Regelgüte muss sich niemand wirklich Sorgen machen. Eine wertvolle Hilfe für jeden Betriebspraktiker, ob nun mit oder ohne Erfahrung.