

Quo vadis Kompaktregler?

KLAUS VOGELI

Vor 25 Jahren verbreiteten steigende Stückzahlen von Kompaktreglern noch Optimismus. Die Einsatzgebiete konnten grob nach Prozessreglern für die chemische und verfahrenstechnische Industrie sowie den preiswerteren Industrieregeln im Frontformat klassifiziert werden. Die analoge Arbeitsweise dieser Geräte ließ jedoch nur die Funktionalität zu, die dem akzeptierten Preis-/Leistungsverhältnis entsprach. Daran hat sich auch bis heute nichts geändert.

Jede zusätzliche Funktion bedeutete Mehraufwand. Deswegen wurden auch nur die für die jeweilige Anwendung üblichen Anforderungen, wie z. B. Grenzkontakte, zusätzliche Ein- und Ausgänge, erweiterte und umschaltbare Einstellbereiche von Parametern, realisiert und als besondere Produkteigenschaft angeboten.

Immerhin boten Prozessregler neben Folge-, Kaskaden-, Verhältnis- und Dreikomponentenregelung optional weitere Möglichkeiten wie Begrenzungsregelung, Störgrößenaufschaltung oder Strukturumschaltung. Zusätzliche Berechnungen und mathematische Funktionen wie Linearisierung, Wurzelfunktion oder Integration z. B. zur temperatur- und druckkorrigierten Durchflussmessung wurden mit separaten analogen, meist in 19"-Technik ausgeführten Rechengerten realisiert.

Wohin mit der steigenden Funktionalität?

Doch die „heile analoge Welt“ war auch in jenen Jahren bereits einem starken Wandel durch die Digitaltechnik unterzogen. Die Funktionalität von Prozessreglern verlagerte sich mehr und mehr in Prozessleit-(PLS) und SCADA-Systeme (System Communication And Data Acquisition), die inzwischen über leistungsfähige zentrale Prozessrechner verfügten. Damit war hinreichend Rechenleistung vorhanden, um opti-

male Sollwerte zu berechnen, komplexe Mehrgrößenregelungen aufzubauen, im laufenden Betrieb optimale Regelparameter zu ermitteln und andere Regelstrategien als PID zu realisieren.

Aus Gründen der Verfügbarkeit und Bediensicherheit wurden Kompaktregler mit NAMUR-Front zunächst noch als Back-up Regler mit lokaler Handebene bei „Set Point Control (SPC)“ und „Direct Digital Control (DDC)“ für den Notfall eingesetzt.

Welche Aufgaben übernimmt der Kompaktregler?

Für viele Prozesse der Industrieautomation mit eher kleineren und übersichtlicheren, jedoch keineswegs einfacher zu beherrschenden Anlagen wie Öfen und Trocknern waren Prozessleitsysteme oft nicht finanzierbar. Aber auch die Steuerungstechnik wandelte sich zur Speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) mit Zentraleinheiten (CPUs), deren Leistungsfähigkeit von Jahr zu Jahr wuchs. Warum also sollte man den klassischen analogen PID-Regler mit seiner begrenzten Funktionalität nicht auch integrieren, zumal die Vorgabe von Sollwertprofilen damals ohnehin nicht durch Industrieregler abgedeckt werden konnte?

Dieses Thema wird gerade in jüngster Zeit wieder heftig diskutiert. Allerdings vor dem Hintergrund, ob nicht die SPS-Funktionalität samt PID-Regler besser in Industrie-PCs verlagert werden könnten, die dann auch gleich weitere Aufgaben wie die Prozessvisualisierung und Bedienung, Rezepterstellung und -verwaltung, Chargenproto-

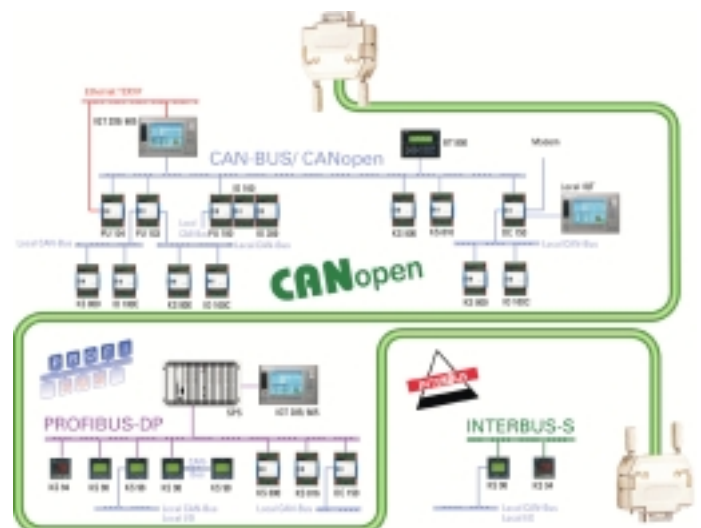
kolle und -verfolgung sowie die Kommunikation zu übergeordneten Systemen übernehmen können. Die Diskussion, ob Soft-SPS im IPC die Zukunft ist oder nicht, kann an dieser Stelle nicht geführt werden und bleibt deshalb anderen Beiträgen vorbehalten, in denen vor allem Verfügbarkeit und Störbarkeit von Betriebssystemen eine nicht unwesentliche Rolle spielen dürfte.

Die beschriebenen Tendenzen nährten in den vergangenen Jahren mitunter heftige und kontroverse Diskussionen, ob die klassischen Kompaktregler überhaupt noch benötigt werden. Ohne Zweifel konnten die verkauften Stückzahlen in den vergangenen Jahren nicht mit dem allgemeinen Wachstum im Automatisierungsmarkt mithalten und waren in einigen Bereichen sogar rückläufig. Aber wie der Rückblick zeigt, sind Kompaktregler deshalb keineswegs vom Markt verschwunden. Und dies hat Gründe!

Dezentrale Komponenten – die moderne Lösung!

Noch Anfang der 80er Jahre konnte man sich kaum vorstellen, dass Mikroprozessoren einmal auf breiter Front bis in kompakte Geräte der unteren Preisklassen Einzug halten könnten, wie das heute üblich ist. Und dies mit einer Leistungsfähigkeit, mit der Prozessoren früherer Prozessleitsysteme und Speicherprogrammierbarer Steuerungen aus heutiger Sicht bei weitem nicht mithalten könnten. Das Erscheinungsbild moderner Kompaktgeräte hat kaum noch etwas gemein mit dem vergangener Zeiten.

1: Dezentrale Automatisierungsstrukturen: Ausgelagerte und autark arbeitende Regler, Multifunktions-einheiten und Mehrkreisregler entlasten die IPC- und SPS-Module und verringern die Kommunikation auf den Feldbussen



Dipl.-Ing. Klaus Vogelei ist Produktmanager der PMA GmbH, Kassel



2: Kennzeichen der kompakten Multifunktionseinheiten sind die vor-Ort-Kombination der Bearbeitung prozessrelevanter Größen mit dem Bedienungskomfort und der Feldbuskommunikation

Durch die Ausrüstung mit

- ◆ umfassenden, typgeprüften Funktionsbibliotheken,
- ◆ integrierten Programmgebern,
- ◆ Selbstoptimierung und adaptiven Regelalgorithmen,
- ◆ modernen, einfach zu handhabenden Werkzeugen,
- ◆ PC-basierten Simulationsprogrammen,
- ◆ einfacher vor-Ort-Bedienung und Anzeige,
- ◆ Klartextanzeigen in der Sprache des Anwenders,
- ◆ Sprachumschaltung,
- ◆ universellen Ein- und Ausgängen,
- ◆ modularer Erweiterbarkeit,
- ◆ seriellen Schnittstellen (Profibus, Interbus, CAN, ...)

ist die Bezeichnung Kompaktregler allein nicht mehr gerechtfertigt. Vielmehr handelt es sich um multifunktionale Automatisierungskomponenten, die unter anderem auch die Funktion PID-Regler bieten. Selbstverständlich mit preisoptimierter, auf das Hauptanwendungsgebiet zugeschnittener Hardware und Software.

Durch integrierte serielle Schnittstellen für Buskonzepte mit weit verbreiteter Akzeptanz sind diese kompakten Automatisierungseinheiten für eine SPS oder ein PLS ausgelagerte prozessnahe Einheiten, die sich wie E/A-Baugruppen verhalten und darüber hinaus Vorteile gegenüber zentral organisierten Strukturen bieten wie:

- ◆ hohe Verfügbarkeit,
- ◆ Vor-Ort-Bedienung und Anzeige,
- ◆ selektive Inbetriebnahme, Wartung und Service,
- ◆ strukturierte, transparente Konzeption,
- ◆ modulare Erweiterbarkeit,
- ◆ Entlastung von SPS/IPC (Reaktionsgeschwindigkeit, Speicher),
- ◆ Entlastung der Feldbusse,
- ◆ kostensparende Feldverdrahtung.

Parametrieren statt Programmieren

Es ist ein qualitativer Unterschied, ob eine Funktion programmiert, kompiliert, implementiert und erst dann während der Inbetriebnahme getestet wird, oder ob fertige, typgeprüfte und somit funktionssichere Bausteine lediglich ausgewählt und mit Betriebsparametern versehen werden müssen. Typische Programmierer verfügen in vielen Fällen nicht über die erforderlichen Kenntnisse und das Verständnis

über den zu automatisierenden Prozess, während Spezialisten der Prozesstechnik nicht immer die besten Programmierer sind. Der Informationstransfer ist oft von Missverständnissen geprägt und vor allem zeitraubend.

Einfach zu handhabende Engineeringwerkzeuge und übersichtliche Funktionen versetzen jedoch auch Personal ohne Programmierkenntnisse in die Lage, ihre Vorstellung der regelungstechnischen Prozessabläufe selbst in funktionsfähige Konzepte umzusetzen und vor allem in der Simulation vorab ohne Risiko zu testen.

Autarke Kompaktgeräte sorgen für Sicherheit

Von je her ist es das Ansinnen klassischer Steuerungen, kurze Programmzykluszeiten zu realisieren, um z. B. schnellstmöglich auf gefährliche Prozesszustände reagieren zu können. Dabei ist die Zykluszeit keineswegs konstant, sondern oft von der Programmlänge des aktiven Teilerschrittes abhängig. Digitale Regelalgorithmen erfordern jedoch die zeitgleiche Berechnung und Ausgabe der Stellgröße. Außerdem muss auch im Stop-, Halt- und Debug-Modus der Steuerung für eine unterbrechungsfreie Berechnung der Regelkreise gesorgt werden.

Autarke Kompaktgeräte entkoppeln das zyklische Anwenderprogramm von der Prozessregelung und ermöglichen die modulare Erweiterbarkeit der Gesamtleistung. Der Ausfall der CPU führt nicht zum Stillstand aller Regelkreise!

Der gute alte PID-Regler

Unverändert ist der PID-Regler in der Lage, die überwiegende Mehrzahl von Prozessen mit hoher Güte zu beherrschen. Jahrzehntelange Praxiserfahrung auf dem Gebiet der angewandten Regelungstechnik haben zu robusten, stabilen und vor allem bedienbaren Algorithmen geführt. Erprobte Einstell-

regeln nach Ziegler & Nichols oder Chien, Hrones, Reswick sind die Grundlage zur Ermittlung optimaler Regelparameter. Seit Mitte der 80er Jahre wurden auch Kompaktgeräte der unteren Preisklassen mit einer automatisch z. B. beim Anfahren ablaufenden Selbstoptimierung ausgerüs-

tet, so dass das langwierige Ermitteln von Erfahrungswerten entfiel. Aufgrund der Nichtlinearität vieler Prozesse sind die optimalen Regelparameter vom Arbeitspunkt abhängig. Deshalb wird in jüngster Zeit auch die Adaption am Sollwert angeboten. Unterschiedliche Parametersätze können auf diese Weise im laufenden Betrieb ermittelt, unverlierbar gespeichert und ereignis- oder vom Bediener gesteuert stoßfrei aktiviert werden (gesteuerte Adaption). Multi-Regler, seit 1979 auf dem Markt, verfügen über die Möglichkeit des Gruppenstarts der Selbstoptimierung, womit die Rückwirkung stark gekoppelter Regelstrecken berücksichtigt wird. Dies wird u. a. bei Mehrzonenöfen und Extrudern benötigt. Noch immer ist der PID-Regler unschlagbar, solange es sich um gut regelbare Prozesse mit Tu/Tg kleiner 0,1 handelt.

Wie bereits angedeutet, gibt es auch für PID-Regler nicht beherrschbare Prozesse. Und natürlich gibt es Alternativen.

Geht' s mit Fuzzy besser?

Nachdem Mitte der 80er Jahre der Begriff Fuzzy wieder auftauchte, wurde Anfang der 90er in Europa eine intensive Auseinandersetzung mit diesem Thema begonnen. Immerhin suggerierte die Werbung in euphorischer Weise, dass mit Fuzzy alles besser ginge. Aber wo liegt der wirkliche spezifische Nutzen für die Anwender im Bereich der Automation?

Einigermaßen befriedigende Ergebnisse sind mit Fuzzy schnell erreicht. Allerdings ist hier nicht nur die umfassende Prozesskenntnis der verfahrenstechnischen Abläufe gefragt, sondern ebenfalls ein intuitives Gespür für die Abhängigkeiten der Fuzzy-Parameter sowie deren Wirkung auf den Prozess. Die Bedienvorgänge kommen einer mehrdimensionalen Optimierung gleich, wobei im Vergleich zum PID-Regler (Xp, Tn, Tv, \dots) die Ordnung um ein Vielfaches höher liegen kann.

3: Das praxisgerechte Simulationswerkzeug ermöglicht Vorab-Tests und besitzt komfortable Tools für einfaches, aber freizügiges Engineering



regeln nach Ziegler & Nichols oder Chien, Hrones, Reswick sind die Grundlage zur Ermittlung optimaler Regelparameter.

Seit Mitte der 80er Jahre wurden auch Kompaktgeräte der unteren Preisklassen mit einer automatisch z. B. beim Anfahren ablaufenden Selbstoptimierung ausgerüs-

Obwohl der PID-Regler seit nunmehr 50 Jahren bekannt ist, stößt dessen Einstellung durch das Betriebspersonal noch immer auf Verständnisschwierigkeiten. Um wie viel schwieriger muss es sein, wenn nun neue, nicht selbsterklärende Einstellregeln befolgt werden müssen.

Damit wird deutlich, dass die Optimierung von Fuzzy-Parametern nur durch geschultes Personal durchführbar ist, was einen zusätzlichen Stressfaktor für das Betriebspersonal bedeuten würde. Außerdem würde die automatische Ermittlung von Fuzzy-Parametern durch Neuro-Fuzzy, Neuronale Netze sowie den Einsatz von evolutionstheoretischen Strategien die Leistungsfähigkeit und das Speicherangebot moderner Kompaktgeräte auch heute noch überfordern.

Praktische Einsatzgebiete liegen überall dort, wo intuitives Expertenwissen vorliegt, das nicht oder nur schwer in klassische Regelungsstrategien übersetzbar ist und wo die Automatisierung menschlicher Fähigkeiten mit reproduzierbarer Genauigkeit umsetzen soll. Dies ist ein probates Mittel zur übergeordneten Anlagenoptimierung und Berechnung optimaler Sollwerte, die dann von unterlagerten PID-Reglern mit gewohnter Güte ausregelbar sind.

Zustandsregler regeln Totzeiten

Um ein überschwingfreies Führungsverhalten mit kürzester An- und Ausregelzeit zu erhalten, führen modellgestützte PID-Regler die Optimierung der Stellgröße auf Basis eines internen Prozessmodells durch. Zusätzliche Parameter muss der Anwender nicht einstellen. Dieses Verfahren wird als prädiktiver PID-Regler bezeichnet, wobei die prädiktiven Eigenschaften nach außen hin lediglich als Qualitätsverbesserung der Regelung in Erscheinung treten. Schwer bzw. nicht regelbare Strecken wie solche mit echten Totzeiten oder extrem langen Verzugszeiten lassen sich so gut regeln.

Bedingung ist jedoch, dass ein präzises mathematisches Modell vorliegt, das sich auf Anforderung bzw. automatisch mit einem geeigneten Identifikationsverfahren ermitteln lässt. Rechenleistung und Speicherkapazität sind inzwischen in ausreichendem Maße in Kompaktgeräten verfügbar, so dass der Implementierung prinzipiell nichts mehr im Wege stehen dürfte.

Auch hier gilt es festzustellen, dass ein reinrassiger Prädiktorregler nicht die Alternative ist. Erst die Kombination mit dem bewährten PID-Regler bringt einen echten Vorteil für die Anwender.

Das kompakte Reglermodul bleibt unverzichtbar

Der Trend zu dezentralen Lösungen ist inzwischen in vielen Applikationsfeldern zu beobachten. Über industrietaugliche Bussysteme entsteht durch Vernetzung leistungsfähiger Einzelkomponenten ein transparentes und übersichtliches Automatisierungskonzept.

Klare und verständliche integrierte Bedienung und Anzeige, robuster Aufbau, moderne adaptive Regelalgorithmen sowie flexible und modulare Funktionalität machen die kompakten Reglermodule zu einer auch weiterhin unverzichtbaren Komponente in der Automatisierungstechnik.