

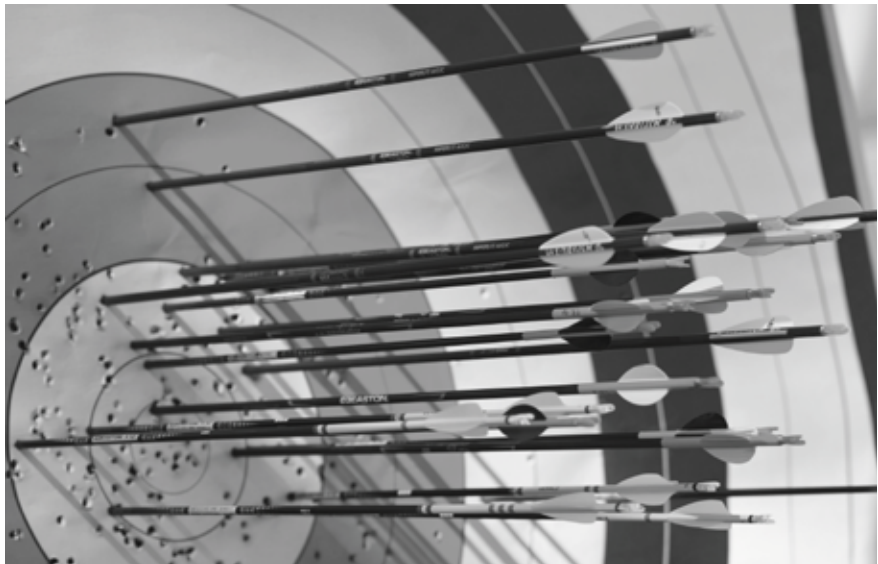
Schlummernde Potenziale wecken



Kontinuierliche Performanceanalyse von Regelkreisen im laufenden Anlagenbetrieb erstellen

Die Effizienz prozesstechnischer Anlagen wird erheblich durch Regelkreise bestimmt. Das Wissen um deren Performancezustand ist daher bedeutsam zur Aufrechterhaltung beziehungsweise zur Steigerung der Wertschöpfung eines Betriebes. Studien zeigen, dass die Mehrzahl aller Regelkreise unzureichend betrieben wird und zum Teil erhebliche Optimierungspotenziale zur Steigerung der Produktionseffizienz beinhaltet.

■ Udo Enste



Das Wissen um die Effizienz von Regelkreisen ist Produktionsverantwortlichen heute kaum transparent. Sie gewinnen es in der Regel manuell mithilfe von Trendkurvenbetrachtungen der Reglersignalverläufe individuell pro Regelkreis. Aufgrund der großen Menge an Regelkreisen werden dabei aber nur die betrachteten, die bereits auffällige Probleme zeigen. Betriebe können deshalb die relevanten Regelkreise nicht kontinuierlich beobachten. In zahlreichen Referenzprojekten konnte man zeigen, dass durch eine kontinuierliche Leistungsbeobachtung aller wichtigen Regelkreise einer Anlage mit Unterstützung eines Analysetools wertvolle Erkenntnisse über unzureichend arbeitende Regelkreise und Hinweise zu deren gezielter Optimierung gewonnen werden konnten. Eine permanent laufende Performanceüberwachung von Regelkreisen ist damit ein wichtiger Bestandteil moderner

Asset-Management-Konzepte und kontinuierlicher Verbesserungsstrategien, wie etwa der Six-Sigma Qualitätsmanagementtechnik. Auf dieser Basis können Detailuntersuchungen und Regelkreisverbesserungen geplant und durchgeführt werden. Diese Regelkreisverbesserungen können Optimierungen von PID-Regelkreisparametern, Reparaturen oder Neuauslegungen von Sensoren und Aktoren (Ventile, Pumpen, etc.) oder auch Regelkreisstrukturumstellungen sein. Insbesondere in großen Kontiprozessen sind die Detektion eines bisher nicht erkannten, unzureichend arbeitenden Regelkreises und die automatisch generierten Problemhinweise bedeutende Hilfen, um einen Verbesserungsprozess systematisch in Prozessführungsstrategien, aber auch in Instandhaltungsplanungen zu verankern.

Effiziente Werkzeugunterstützung durch stetige Überwachung

Bei der Leistungsüberwachung richtet sich der Fokus zunächst auf die Basisregelkreise eines Betriebs, die typischerweise mithilfe von PID-Reglern umgesetzt werden. Diese Strategie folgt der Erkenntnis, dass auch gehobene Regler sowie Kaskaden-

regelungen nur dann geeignet arbeiten können, wenn die Basisregelkreise, die üblicherweise über 90 Prozent der einer Anlage ausmachen, gut ausgelegt sind.

Zur Performanceüberwachung können mithilfe eines Softwarewerkzeugs von den PID-Reglern eines Betriebes regelmäßig Signalsequenzen der drei Reglersignale „Messwert“, „Reglerausgang“ und „Sollwert“ über ein Netzwerk eingelesen werden. Unterschiedliche Datenprotokolle stehen dazu zur Verfügung [4]. Mehr als 1.000 Regler können gleichzeitig kontinuierlich überwacht werden. Pro Tag nimmt jeder Regelkreis typischerweise drei- bis viermal Signalsequenzen auf. Die Überwachung der einzelnen Regelkreise kann sequenziell oder parallel ablaufen. Eine parallele Einlesung hat den Vorteil später auch Abhängigkeitsuntersuchungen von Regelkreisen innerhalb einer Anlage durchführen zu können. Die Dauer der regelmäßig aufgezeichneten Signalsequenzen ist abhängig von der Dynamik eines Regelkreises. Bei Druck und Durchflussregelkreisen reichen typischerweise gleichmäßige Aufzeichnungsdauern von etwa zehn Minuten, bei Stand- oder Temperaturregelung sind teilweise Aufzeichnungszeiträume von mehreren Stunden nötig. >

AUTOR

Udo Enste

ist Geschäftsführer bei LeiKon in Herzogenrath

T +49/2407/9517331
udo.enste@leikon.de

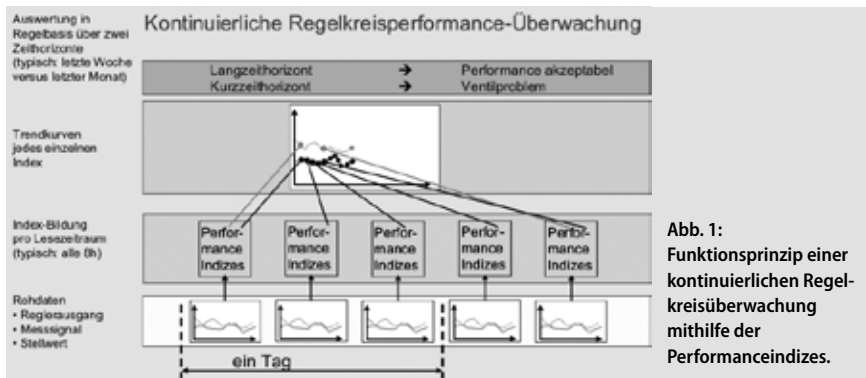


Abb. 1: Funktionsprinzip einer kontinuierlichen Regelkreisüberwachung mithilfe der Performanceindizes.

Jede Aufzeichnungssequenz wird direkt nach Abschluss der Einlesung einer regelungstechnischen Bewertung unterzogen, unter Bildung quantitativer Performanceindizes.

Regelungstechnische Bewertung durch Indizes

Das sind überwiegend klassische statistische Indizes wie Mittelwerte, Standardabweichungen vom Regelfehler, vom Reglerausgangssignal oder auch des Leistungsdichtespektrums. Diese stellen in einer ganzheitlichen Betrachtung wichtige Kenngrößen zur Beurteilung der Regelgüte, der Beanspruchung der Stellorgane oder des Aktivitätsgrades eines Regelkreises dar. Weitere Indizes sind beispielsweise Werte für die durchschnittliche Regelkreisverstärkung oder die Schwingungsneigung. Über einen längeren Zeitraum werden durch die permanente Wiederholung der Einlesungen und Auswertungen diskrete Zeitverläufe aller Performanceindikatoren gebildet.

Die Trendkurven der automatisch generierten, regelungstechnischen Kenngrößen beinhalten an sich schon eine er-

hebliche, zusätzliche Wissensbasis zur Bewertung der Effizienz der Regelkreise. Durch eine Kurvenbetrachtung einer Auswahl dieser Indizes kann für einen Regelkreis die Effizienz einer zurückliegenden Woche oder eines Monats komprimiert betrachtet und von einem Regelungstechniker beurteilt werden, ohne Rohdatenverläufe der ursprünglichen Reglersignale im einzelnen betrachten zu müssen.

Um einen geeigneten Gesamtüberblick über den Performancezustand aller Regelkreise einer Anlage zur bekommen, können die ermittelten Leistungsindizes beziehungsweise deren zeitliche Verläufe weiter ausgewertet werden. So können textuelle Problemhinweise und ein Gesamtstatus pro Regelkreis beziehungsweise kumuliert pro Anlage oder Teilanlage ähnlich dem Namur-Status [5] gebildet und in Anlehnung an die Richtlinie visualisiert werden.

Die Performanceinformationen werden damit so weit verdichtet, dass auch Betriebsbetreuer ohne tiefe Regelungskennnisse intuitiv die Ergebnisse der Performancebewertungen und Problemhinweise nutzen können. Als detektierte Schwachstellen zeigen sich oftmals falsch

ausgelegte Messgeber oder Stellglieder, unzureichend eingestellte Reglerparameter oder bisher unbemerkte Verschleißerscheinungen von Anlagenteilen. Wichtige Erkenntnisse sind zudem Hinweise auf unverhältnismäßig hohe und vermeidbare Aktivitäten von Stellgliedern, die kostenintensive Instandhaltungsmaßnahmen nach sich ziehen. Neben der Einzelbetrachtung von Regelkreisen kann man auch Informationen über deren Wechselwirkung gewinnen. Eine hilfreiche Methodik ist dazu die Korrelationsanalyse, die aufzeigt, welche Reglerausgänge signifikanten Einfluss auf umliegende Messstellen haben.

Pilotprojekt als Einstieg in die Methodik

Um einen Einstieg in die Methodik der Regelkreisperformance-Überwachung und den Umgang mit einem dazu ausgelegten Werkzeug zu bekommen, bietet es sich erfahrungsgemäß an, dass man im Rahmen eines Pilotprojektes eine Auswahl von 20 bis 50 Regelkreisen in eine Überwachung aufnimmt und die Daten über einen Zeitraum von etwa einem Monat sammelt. Während dieser Zeit können Betriebsverantwortliche bereits einen ersten Eindruck über die automatisch generierten Leistungsaussagen ihrer Regelkreise bekommen. Man kann sich darauf verlassen, dass die als „gut“ gekennzeichneten Regelkreise keinen weiteren Aufwand für weitergehende Analysen oder Maßnahmen benötigen. Ein erster wichtiger Hinweis für Anlagenbetreuer, um unnötige Arbeiten zu vermeiden oder bestehende Unsicherheiten über den Bedarf an Verbesserungsmaßnahmen zu beseitigen. Bei den Regelkreisen, die als „verbesserungswürdig“ gekennzeichnet werden, bedarf es weitergehender Untersuchungen.

Bei einer erstmaligen Installation kennzeichnen die Mitarbeiter oftmals zu viele Regelkreise als verbesserungswürdig. Das liegt meistens daran, dass auch Produktionszeiträume mit bewertet wurden, bei denen bestimmte Anlagenteile nicht im Normalbetrieb liefen. Durch das Einlesen von Zusatzsignalen (wie zum Beispiel Betriebszustand) können solche Auswertungen automatisch unterbunden werden. Zudem können Regelkreise wider Erwarten als schlecht markiert werden, deren Regelziel von den klassischen abweichen. Hierzu zählen unter anderem Standregelungen, die primär die Aufgabe haben, den Stand innerhalb eines großen tolerablen Bereiches zu regeln. Bei solchen Regelkreisen können die Bewertungskriterien reduziert werden.

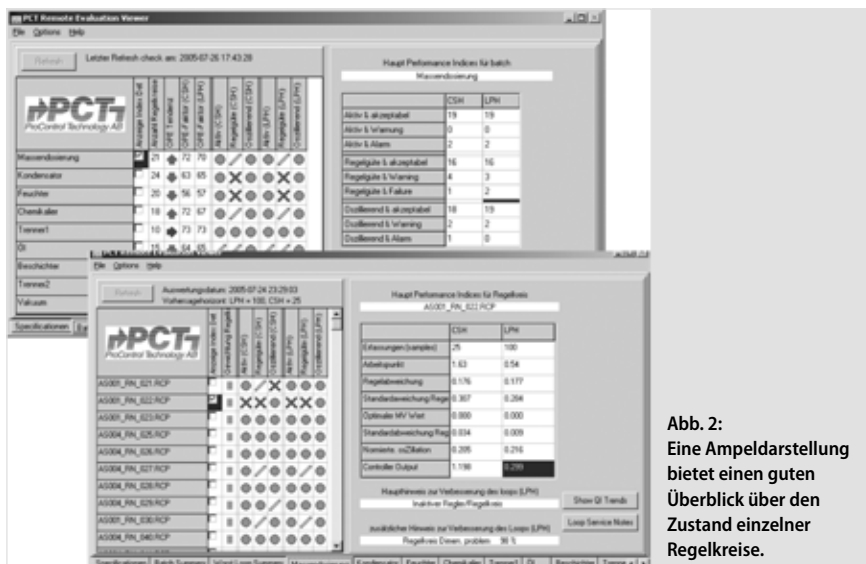


Abb. 2: Eine Ampeldarstellung bietet einen guten Überblick über den Zustand einzelner Regelkreise.

Sind derartige Sonderbetrachtungen nach einem erstmaligen Analysezeitraum nachgebessert, kann man sich auf die Bewertungsergebnisse verlassen. Bei als „verbesserungswürdig“ gekennzeichneten Regelkreisen orientiert man sich typischerweise zunächst an den als Text zur Verfügung stehenden Verbesserungshinweisen. Deuten diese zum Beispiel auf eine signifikant erhöhte Schwingungsneigung des Regelkreises hin, kann man über den Verlauf des Oszillationsgrades inklusive der vorherrschenden Mittelwerte von Amplituden und Periodendauern gezielt ein Bild davon machen, zu welchen Zeitpunkten die Schwingungen primär beziehungsweise besonders deutlich hervortraten. Auf diese Weise kann eine Ursachenforschung effektiv durchgeführt und darauf aufbauend Optimierungsmaßnahmen diskutiert werden. Der Screenshot (Abb. 2) zeigt einen Regelkreis, der eine erhöhte Oszillation sowohl in der Ampeldarstellung als auch im Verbesserungshinweis anzeigt. Bei anschließender Betrachtung des Verlaufs des Oszillationsindex über einen Zeitraum des letzten Monats erkennt man, dass die Schwingungsneigung ab einem bestimmten Zeitpunkt signifikant gestiegen ist (s. Abb. 3 unterer Kurvenverlauf). Betrachtet man dazu die Mittelwerte der Reglersignale im gleichen Zeitraum dann zeigt sich (s. Abb. 3 oberer Kurvenverlauf), dass dieser Regelkreis auf Grund von Produktwechseln in zwei verschiedenen Arbeitspunkten gefahren wurde. Die Regelparameter waren dabei nur für den ersten und ursprünglich einzigen Arbeitspunkt ausgelegt. Eine Nachoptimierung auf den zweiten Arbeitspunkt hatte nie stattgefunden. Nach einem ersten Piloteinsatz kann die Regelkreisüberwachung auf weitere Anlagenbereiche ausgeweitet werden, sodass dem Betrieb schließlich eine kontinuierliche Performanceüberwachung aller wichtigen Regelkreise zur Verfügung steht.

Ein Beweis aus der Praxis

Anhand eines Referenzprojektes aus der Papierindustrie kann der wirtschaftliche Nutzen einer kontinuierlichen Regelkreisperformanceüberwachung dargestellt werden. An einer Papiermaschine und deren vorgelagerten Komponenten, dem sogenannten Konstantteil (Mischbütte, Retention, Mahlung), wurden etwa 40 Regelkreise mit einem Engineeringaufwand von zwei Stunden in eine Überwachung genommen. Nach einer Zeitdauer von vier Wochen hat-

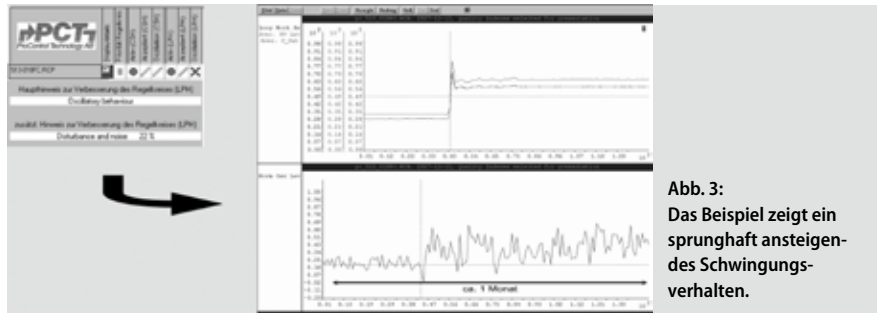


Abb. 3: Das Beispiel zeigt ein sprunghaft ansteigendes Schwingungsverhalten.

ten etwa 40 Prozent der Regelkreise einen Verbesserungsbedarf. Eine Return-of-Invest-Abschätzung des Betreibers hat ergeben, dass durch das Wissen um diese Schwachstellen und die anschließenden Verbesserungsmaßnahmen der Regelkreise im Konstantteil Einsparpotenziale bei Hilfsstoffen und Prozesschemikalien von mehreren zehntausend Euro pro Jahr zu erwarten sind. In der sogenannten Siebpartie und der Aufbereitung wurden bei einer Verbesserung der Regelgüte um zehn bis 20 Prozent ein Effizienzgewinn bei Additiven und Faserstoffeinsatzmengen von einigen hunderttausend Euro pro Jahr abgeschätzt. Nur in der Trockenpartie war das erwartete Kosten-/Nutzenverhältnis für Verbesse-

rungsmaßnahmen unzureichend, um Investitionen rechtfertigen zu können. ■

Literatur

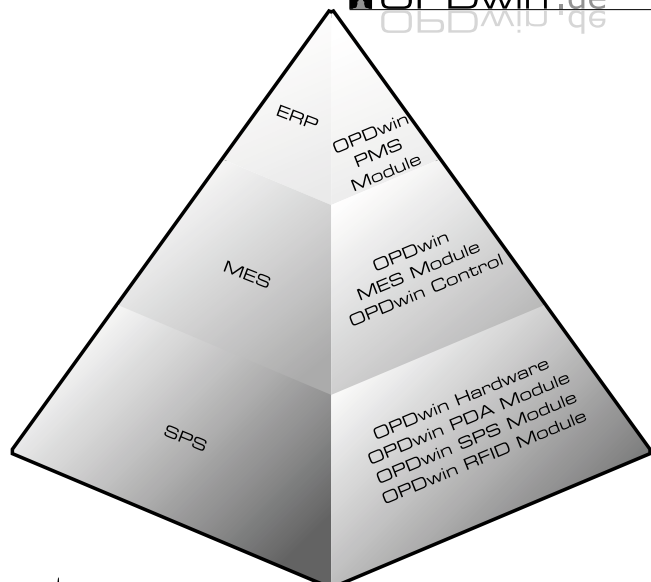
- [1] Ender, D.: Process Control Performance not as good as you think. Control Engineering, 40, 1993, S. 180-190.
- [2] Nöth, G.: Vortrag auf GMA Kongress 1998: Randbedingungen für den Einsatz von regelungstechnischen Methoden. VDI Berichte 1397, S. 87-94.
- [3] Dittmar, R.; Bebar, M.; Reinig, G.: Control Loop Performance Monitoring – Motivation, Methoden, Anwenderwünsche. Automatisierungstechnische Praxis 45 (2003), Nr. 4.
- [4] Müller, J., Enste, U.: Datenkommunikation in der Prozessindustrie. Darstellung und anwendungsorientierte Analyse. Oldenbourg Industrieverlag, München. 2007.
- [5] NAMUR: NAMUR-Empfehlung 91: Anforderungen an Systeme für Anlagennahes Asset Management (2001).

Weiterführende Infos auf www.PuA24.net

more @ click PAK80112

Optimal optimieren!

OPDwin.de



OPDENHOFF

TECHNOLOGIE GMBH

HOTLINE: 0 22 42 / 91 34 67 -0
e-Mail: info@opdenhoff.de
www.opdwin.de - www.opdenhoff.de