

Echtzeit-Prozessüberwachung für die Food & Beverage-Industrie

Die Einführung und Erweiterung eines
Überwachungssystems durch einfache
Parametrisierung der Automatisierungssoftware.

Am Beispiel einer Kurzzeiterhitzungsanlage.

Contents

Contents	1
Executive Summary	2
Einleitung	3
Wie kritisch ist der Pasteurisierungsprozess?	3
Welche Anforderungen an das Überwachungssystem gibt es?	4
Parametrisierung eines Überwachungssystems in sechs Schritten	6
1. Herstellung der Verbindung	6
2. Berechnung der Leistungsindikatoren	7
3. Visualisierung des Prozesses	7
4. Anzeige von Echtzeit-Trendkurven	8
5. Alarm- und Ereignismanagement	9
6. Erweiterung Ihrer Anwendung	10
Zusammenfassung und Nutzen	12

Executive Summary

In diesem Artikel soll gezeigt werden, dass Automatisierungsteams ohne Softwareprogrammierkenntnisse ein Überwachungs- und Steuerungssystem für grundlegende Produktionsprozesse ganz einfach und schnell einführen und erweitern können. Am Beispiel eines Schlüsselverfahrens der Food & Beverage-Produktion soll dieser Artikel die Leser durch die Einführung und Erweiterung eines Überwachungssystems geleiten.

Das Beispiel beruht auf der Nutzung der zenon-Software von COPA-DATA. Die zenon-Software von COPA-DATA eignet sich hervorragend für eine Vielzahl von Benutzern – von erfahrenen Automatisierungsingenieuren mit sehr guten Programmierkenntnissen bis hin zu Anfängern oder Automatisierungsmitarbeitern mit geringer oder keiner Programmiererfahrung. zenon begegnet den Anforderungen der Automatisierungsexperten und Softwareentwicklern, indem es die notwendigen Tools für die SPS-, IEC 61131-3- und VBA/VSTA(.NET/C#)-Programmierung zur Verfügung stellt und die unbegrenzte Erweiterung der Anwendungen ermöglicht.

Da dieser Artikel jedoch Benutzer mit geringer oder keiner Programmiererfahrung durch eine Einführung leiten soll, werden wir dieses Thema auf der Grundlage von zenon Development Environment (Editor) behandeln, da dieses auf dem Grundprinzip „Parametrisierung statt Programmierung“ beruht.

Wir werden uns die verschiedenen Funktionen eines Überwachungssystems genauer ansehen, wie z. B. Prozessvisualisierung, Online-Kurventrends, Alarm- und Ereignismanagement, sowie deren Bedeutung für Produktionsteams untersuchen, mit Blick auf die Geschäftsziele, einschließlich dem Einhalten der Vorschriften, Qualität und Produktivität.

Wir werden die Hauptschritte einer Parametrisierung durch zenon Standardmodule betrachten und aufzeigen, wie dieser einfach umzusetzende technische Ansatz die Kosten der Einführung und Instandhaltung verringert.

Einleitung

In Food & Beverage-Produktionsprozessen ist Qualität das oberste Gebot. Jedes Food & Beverage-Produktionsteam muss ganz klar sicherstellen, dass jeder Schritt des gesamten Herstellungsprozesses perfekt ausgeführt wird, damit gewährleistet wird, dass ein Produkt den richtigen Geschmack hat, gut aussieht und die gewünschte Haltbarkeitsdauer aufweist.

Milch, Saft oder Bier – was haben diese Produkte in ihrem Herstellungsprozess gemein? Ein entscheidender und oft eingesetzter Vorgang ist die Pasteurisierung des Produkts. Bei der Pasteurisierung wird ein flüssiges Lebensmittel oder Getränk auf eine bestimmte Temperatur erhitzt und dann wieder abgekühlt, um Mikroorganismen abzutöten, die sich negativ auf die Haltbarkeitsdauer auswirken und die Gesundheit des Verbrauchers gefährden können. Gleichzeitig ist es sehr wichtig, dass die speziellen Produkteigenschaften, wie z. B. der Geschmack, dabei unverändert bleiben.

Ein in großen Produktionsanlagen oft verwendeter Pasteurisierungsmaschinentyp ist die Kurzzeiterhitzungsanlage. Die Kurzzeiterhitzungsanlage hat bestimmte Vorteile in Bezug auf Energieeffizienz und Anlagenkosten. Sie zeichnet sich durch die Pasteurisierung von flüssigen Lebensmitteln oder Getränken aus, die in einem kontrollierten, durchgehenden Ablauf vor sich geht, meist während des Rohrtransports zum nächsten Verarbeitungsschritt; typischerweise handelt es sich dabei um einen Verpackungsprozess, der eine sterile Befüllungstechnik nutzt.

Wie kritisch ist der Pasteurisierungsprozess?

Hat der Pasteurisierungsprozess einmal begonnen, ist es von entscheidender Bedeutung, dass der Vorgang ohne Unterbrechung nach streng kontrollierten Parametern abläuft – sonst könnte die Qualität des Endprodukts beeinträchtigt werden:

- Im Falle einer ungenügenden Pasteurisierung wird die Anzahl der noch lebenden Mikroorganismen so hoch sein, dass aufgrund ihres weiteren exponentiellen Wachstums das Produkt bereits vor dem Ende der „garantierten“ Haltbarkeitsablaufzeit verdirbt. Dies kann dramatische oder gar katastrophale Auswirkungen haben, wenn der Verbraucher Bakterien, wie z. B. E. coli, ausgesetzt ist.
- Im Falle einer Über-Pasteurisierung kann das Produkt übererhitzt werden. Produktmanager aufgepasst: Wer möchte schon sein Lieblingsbier bestellen und dann von einem seltsamen Geschmack unangenehm überrascht werden?

Der Leistungsindikator für die Qualität dieses Prozesses wird in „Pasteurisierungseinheiten“ (PU) gemessen. Dies ist eine nicht-lineare Messung und Berechnung der Zeit und Temperatur, die die Abtötungsrate von Bakterien im Produkt widerspiegelt.

Wie funktioniert eine Kurzzeiterhitzungsanlage?

Der Einfachheit halber verwenden wir in diesem Artikel das Beispiel eines Bierpasteurierungsprozesses durch eine Kurzzeiterhitzungsanlage. Hier gibt es drei Hauptprozessphasen:

- **Temperaturrückgewinnung:** Das soeben in die Anlage eingefüllte Bier nimmt die Restwärme des zuvor pasteurisierten Biers auf
- **Pasteurisierung:** Das Bier wird auf die entsprechende Pasteurisierungstemperatur erhitzt und, je nach Zirkulationsdurchfluss und Volumen des Behälters, für eine bestimmte Zeit auf dieser Temperatur gehalten
- **Abkühlung:** Bevor es zwischengelagert und in Flaschen abgefüllt wird, muss das Bier erst abgekühlt werden.

Ein wichtiger Faktor, der überwacht werden muss, ist der Nutzungsgrad der Wärmetauscher in der Kurzzeiterhitzungsanlage, der direkten Einfluss auf den Energieverbrauch nimmt. Ein weiterer hiermit verbundener Leistungsindikator ist der Grad der Wärmerückgewinnung, der anzeigt, wie viel Energie aus dem pasteurisierten Bier für den folgenden Pasteurierungsprozess zurückgewonnen werden kann.

Jede Kurzzeiterhitzungsanlage wird normalerweise vom Maschinenhersteller mit einem bestimmten Grad an grundlegender Automatisierung in Bezug auf Folgendes geliefert:

- Anlagenbetrieb, einschließlich Reinigungsmodus
- Durchfluss- und Temperaturregelung, um die Zielwerte der Pasteurisierungseinheiten einzuhalten

Das Produktionsteam erwartet eine Gewährleistung der Prozessqualität durch die Anlage.

Welche Anforderungen an das Überwachungssystem gibt es?

Wie wir bereits gesehen haben, ist eine ordnungsgemäße Pasteurisierung entscheidend für die Qualität des Endprodukts. Die Überwachungssysteme sind ein Werkzeug für die Echtzeit-Kontrolle, das es dem Produktionsteam ermöglicht, schnell zu reagieren, wenn ein Eingriff in den Prozess nötig ist. Dies ist in dieser Branche besonders wichtig, wo verspätete Reaktionen zum Verlust einer beträchtlichen Produktmenge führen.

Die Umsetzung der ISO 9000-, HACCP- oder ISO 22000-Qualitätsstandards in der Food & Beverage-Industrie erfordert eine strenge Überwachung sowie die Dokumentation der Pasteurierungsparameter.

Für das Wartungspersonal bietet das Überwachungssystem wertvolle Informationen, um Eingriffe wie eine Belagentfernung und eine Aufrüstung bei Wärmetauschern zu planen. Dieser Präventivansatz unterstützt Bemühungen zur Optimierung des Energieverbrauchs, kann ungeplante Anlagenstillstandzeiten reduzieren und hilft dabei, die Overall Equipment Effectiveness so hoch wie möglich zu halten.

Im nächsten Abschnitt werden wir die Funktionalitäten eines Überwachungssystems, das mit zenon arbeitet, sowie den dadurch entstehenden Nutzen für den Herstellungsbetrieb genauer unter die Lupe nehmen.

Parametrisierung eines Überwachungssystems in sechs Schritten

1. Herstellung der Verbindung

HMI = Mensch-
Maschine-
Schnittstelle
(Human Machine
Interface)

Nehmen wir in diesem Artikel einmal an, dass die Automatisierung einer Kurzzeiterhitzungsanlage aus mindestens einer SPS und einem HMI-System besteht. Die Verfügbarkeit einer Kommunikationsschnittstelle zu anderen Systemen ist deshalb die Grundvoraussetzung für solch eine Automatisierung-Anwendung.

Mit mehr als 300 Kommunikationsprotokollen gewährleistet zenon eine reibungslose Verbindung mit der Automatisierungshardware von fast allen Kurzzeiterhitzungsanlagen.

Die Schlüsselinformationen, die in Echtzeit erfasst werden müssen, sind:

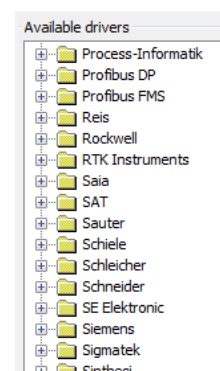
- Der aktuelle Gerätestatus. Zum Beispiel: Angehalten; Pasteurisierung im Gang; Reinigung im Gang
- Temperatur in verschiedenen Abschnitten der Anlage
- Flüssigkeitsdurchfluss

Um diese im zenon Development System erfassen zu können, gibt es beim Beginn eines neuen Projekts nur ein paar Schritte, die ausgeführt werden müssen und keinerlei Programmieraufwand erfordern:

- a) Wählen und konfigurieren Sie den entsprechenden Kommunikationstreiber (z. B. Siemens S7 oder Modbus TCP, usw.)
- b) Legen Sie variable Tags für jede Information, die benötigt wird, an. Hierzu gehört die Adressenkonfiguration in der SPS oder das direkte Importieren der SPS-Variablenliste.

Eine wichtige Zusatzfunktion in den Kommunikationstreibern von zenon ist die Überwachung der Kommunikationsqualität, um die Genauigkeit der Informationen, die der Benutzer abrufen, sicherzustellen.

Abbildung 1: Die große Menge an ausgeklügelten Kommunikationstreibern in zenon bietet eine reibungslose Anschlussfähigkeit an beinahe jede Produktionsanlage.



2. Berechnung der Leistungsindikatoren

Auf der Grundlage von automatisch eingeholten Informationen und anderen manuell eingegebenen Anlagenparametern können verschiedene Leistungsindikatoren in Echtzeit berechnet werden:

- Die Pasteurisierungseinheiten (PU)
- Regenerierungseffizienz (R)
- Der Mindest-, Durchschnitts- und Höchstwert der gemessenen Temperatur und der Flüssigkeitsdurchfluss innerhalb des aktuellen Pasteurisierungszyklus.

Wie setzt man diese Berechnungen im zenon Development Environment um?

In zwei einfachen Schritten:

- a) Definition der variablen Tags, die Informationen enthalten, wie z. B. Anlagenkonstanten oder Indikatorwerte.
- b) Nutzung des zenon Mathematical Driver, Beschreibung der Berechnungsformeln.

Arbeiten Sie mit anderen Leistungsindikatoren oder benutzen Sie einige sehr spezielle Formeln? Mit zenon haben Sie die Freiheit zu definieren, wie das System die Daten in Echtzeit verarbeiten soll.

3. Visualisierung des Prozesses

In den vorangegangenen zwei Schritten wurde sichergestellt, dass dem Überwachungssystem die richtigen Informationen zur Verfügung stehen. Der nächste Schritt besteht darin, diese dem Produktionsteam zugänglich zu machen. Das zenon Development Environment konzentriert sich hierfür nun auf die Umsetzung der Benutzerschnittstelle und der benötigten Graphik:

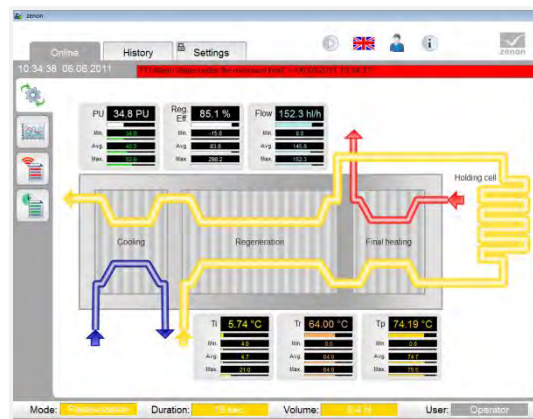
- a) Legen Sie einen Navigationsbildschirm mit Buttons an, die dem Benutzer bei der Navigation zwischen den verschiedenen Bildschirmen der Anwendung helfen, wie z. B. Prozessvisualisierung, manuelle Parameterkonfiguration, Trendkurven, Alarmmanagement, und so weiter.
- b) Legen Sie einen Bildschirm zur Visualisierung des Prozesses an.
- c) Legen Sie graphische Elemente auf dem Bildschirm an, die die Echtzeitinformationen anzeigen:
 - Ein Schema des Pasteurisierungsprozesses, das die Hauptbestandteile sowie den Weg, den das Bier innerhalb der Anlage zurücklegt - in Form eines Rohrs - deutlich anzeigt.

- Numerische und/oder Balkendiagramme, die die aktuellen Werte der Pasteurisierungsparameter und Indikatoren in Echtzeit anzeigen.

- d) Fügen Sie Funktionen hinzu, die den aktuellen Status der Kurzzeiterhitzungsanlage anzeigen, z. B. durch Farbdefinitionen. Sie müssen nur die Parameter der Variablen, die mit dem Pasteurisierungsstatus verknüpft ist, und ihre graphischen Elemente im zenon Development Environment festlegen, um zum Beispiel ein Rohr während der Pasteurisierung in gelb, während der Reinigung in violett oder während eines Stopps in grau anzuzeigen.

Abbildung 2 zeigt ein Beispiel eines Pasteurisierungsvisualisierungsbildschirms, der mit zenon Development Environment angelegt wurde.

Abbildung 2: Prozess-visualisierung in zenon



4. Anzeige von Echtzeit-Trendkurven

Oft genügt es nicht, nur die unmittelbaren Werte der Parameter und Indikatoren anzuzeigen. Die Trendentwicklung – z. B. innerhalb der letzten 15 Minuten – liefert ergänzende Informationen in Bezug auf die Prozessqualität. Wie stabil ist zum Beispiel der „Pasteurisierungseinheiten“-Indikator? Eine hohe Fluktuation deutet auf eine Fehlfunktion in der automatischen Regulierung auf der Pasteurisierungsebene hin, möglicherweise aufgrund von Ablagerungen. Ein schnelleres Eingreifen kann einen Verlust der Kontrolle über den gesamten Prozess vermeiden.

Im zenon Development Environment wird dies durch nur wenige Schritte ermöglicht:

- Richten Sie einen Bildschirm für Echtzeit-Trendkurven ein und fügen Sie die vorkonfigurierten graphischen Elemente hinzu.
- Wählen Sie in der Umschaltfunktion des Bildschirms die variablen Tags aus, die als Kurven angezeigt werden sollen.
- Weisen Sie jeder Kurve Farben und Anzeigemaßstäbe zu. Die Statusinformationen können auch sehr klar als Gantt-Diagramm dargestellt werden.

Setzt ein Benutzer diese Schritte zur Parametrisierung eines bestehenden Standardmoduls um, stehen ihm unmittelbar Zusatzfunktionalitäten von zenon zur Verfügung: Zoomen, Scannen, usw.

Wird eine Trendkurvenanalyse über eine längere Archivierzeit benötigt, muss eine zusätzliche Konfiguration des Archivmoduls durchgeführt werden. Hierbei handelt es sich um einen einfachen Vorgang, bei dem nur eingestellt wird, welche variablen Tags archiviert werden sollen.

Abbildung 3: Trendkurven in der zenon Visualisierung



5. Alarm- und Ereignismanagement

Eine wesentliche Funktionalität eines jeden Prozessüberwachungssystems ist der Alarmmechanismus. Im Falle unserer Kurzzeiterhitzungsanlage muss ein Alarm normalerweise plötzlich ausgelöst werden können, sobald die PU-Messungen außerhalb des definierten Höchst- und Mindestwertes liegen. Dieser Alarm ist eine wesentliche Unterstützung für das Prozessüberwachungspersonal. Aber wie wird ein solcher Alarm im zenon Development Environment umgesetzt?

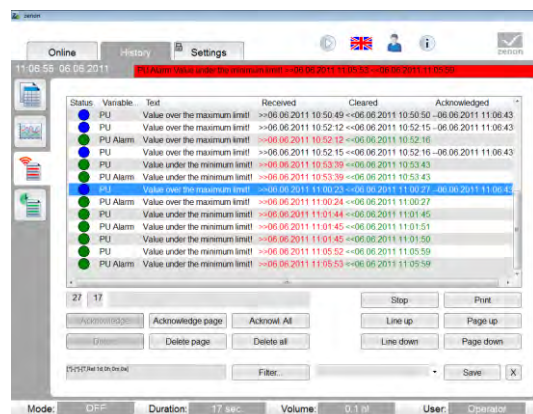
- Zur Einstellung von Prozessparametern oder -indikatoren, wie z. B. Pasteurisierungseinheiten und Temperaturwerten, konfigurieren Sie dynamische Grenzen, deren Werte durch den Rezeptmechanismus in zenon zur Verfügung gestellt werden.
- Erlauben Sie dem Benutzer, diese Grenzwerte in einem Runtime-Konfigurationsbildschirm zu verwalten.
- Legen Sie fest, dass jede Veränderung des Pasteurierungsstatus automatisch die minimal und maximal zulässigen Werte an den entsprechenden Status anpassen. Befindet sich die Kurzzeiterhitzungsanlage zum Beispiel im Reinigungsmodus, ist es nicht mehr relevant, ob der PU-Wert innerhalb der für den Pasteurierungsmodus vorgegebenen Grenzen liegt.

- d) Richten Sie einen Bildschirm für das Alarmmanagement ein und fügen Sie die vorkonfigurierten graphischen Elemente einfach per Drag & Drop hinzu.
- e) Nehmen Sie die Feineinstellungen des Alarmmanagements vor, indem Sie die Alarmgruppierung und -filterung an die Anforderungen des Benutzers anpassen.

Wie Abbildung 4 zeigt, hat der Benutzer stets Zugang zur Alarmliste und kann mit ihr arbeiten (bestätigen, löschen, usw.). Der Standard-Alarmmechanismus in zenon stellt dem Benutzer andere ausgeklügelte Funktionen ohne zusätzlichen Einrichtungsaufwand zur Verfügung.

In zenon gibt es einen ähnlichen Mechanismus zur Darstellung von chronologischen Ereignislisten. Dadurch kann der Benutzer wichtige Ereignisse während des Pasteurisierungsvorgangs, wie z. B. eine Veränderung des Pasteurisierungsstatus, jede manuelle Veränderung der Anlagenparameter, Start und Anhalten des Überwachungssystems, usw., aufzeichnen.

Abbildung 4: Alarmmanagement in zenon



6. Erweiterung Ihrer Anwendung

Unser Beispiel wirft einen genaueren Blick auf verschiedene Hauptfunktionalitäten, die ein Überwachungssystem aufweisen muss, und wie diese eingerichtet werden können, wenn die Automatisierung auf der Grundlage von „Parametrisierung statt Programmierung“ durchgeführt wird.

Dies ist ein idealer Ansatz für Benutzer mit geringer oder keiner Programmiererfahrung, was aber passiert nun, wenn das System erweitert werden muss, weil die Anforderungen des Benutzers höher werden oder sich verändern? Im dynamischen Umfeld der Food & Beverage-Produktion ist das System

wahrscheinlich einer fortlaufenden Prozessentwicklung unterworfen. Wie kann unser Überwachungssystem für die Kurzzeiterhitzungsanlage erweitert werden?

- a) **Schließen Sie weitere Kurzzeiterhitzungsanlagen an das System an.** Zum Beispiel von verschiedenen Bierabfüllungsanlagen. Wiederholen Sie Schritt 1 für jede Kurzzeiterhitzungsanlage, die angeschlossen werden soll. Verwenden Sie dann erneut die Funktionalität, die Sie für die erste Kurzzeiterhitzungsanlage eingerichtet haben.
- b) **Erstellen Sie Pasteurisierungsberichte.** Mit dem zenon Archivserver ist es einfach, die Archivierung aller wichtigen Informationen zu konfigurieren, einschließlich Beginn und Ende der Pasteurisierung, Menge des pasteurisierten Biers, Mindest- und Höchstwerte der Parameter und Indikatoren, Anzahl der Alarme, usw. Nutzen Sie dann das Report Generator-Modul von zenon, um dem Benutzer diese Informationen als Tabelle und mit einem Zeitfiltermechanismus zugänglich zu machen.
- c) **Geben Sie weiteren Mitarbeitern des Produktionsteams Zugang zum Überwachungssystem.** Mit der Netzwerktechnologie von zenon können Sie mit nur einigen Mausklicks Clientstationen konfigurieren, die mit der ursprünglichen Serverstation verbunden sind; die Anwendung bleibt unverändert, so dass die vorher eingestellten Funktionalitäten im Netzwerk wieder verwendet werden. Das Benutzermanagement ist konfigurierbar und der Zugang zur Systemkonfiguration oder Systemfunktionen kann mit einem Passwort geschützt werden.
- d) **Informieren Sie Ihre Mitarbeiter per SMS oder E-Mail.** Das Message Control-Modul von zenon ermöglicht es Ihnen, Prozess- und Systemereignisse und Parameter an die entsprechenden Mitarbeiter zu kommunizieren.
- e) **Schließen Sie nach einem Austausch eine neue Kurzzeiterhitzungsanlage an das vorhandene Überwachungssystem an.** Auch nach dem Austausch von Anlagen und Hardware kann vieles aus Ihrer bestehenden Anwendung übernommen werden. Hierfür muss nur der Kommunikationstreiber ausgetauscht und die SPS-Adressen der bestehenden Variablen neu konfiguriert werden. Sollten Sie außerdem weitere Variablen oder neue Leistungsindikatoren benötigen, können diese und ihre entsprechenden Funktionalitäten genau wie zuvor konfiguriert werden.

Zusammenfassung und Nutzen

In unserem Umsetzungsleitfaden haben wir am Beispiel eines Pasteurisierungsprozesses die wichtigsten Funktionalitäten beschrieben, die ein Überwachungssystem für Produktionsprozesse in der Food & Beverage-Industrie aufweisen sollte:

- Anschlussfähigkeit an die Anlagen
- Klare Prozessvisualisierung
- Echtzeit-Berechnung der Leistungsindikatoren
- Trendkurvenanalyse
- Alarm- und Ereignismanagement
- Datenarchivierung
- Kommunikation via Netzwerk, E-Mail oder SMS

Folgende Funktionalitäten des Überwachungssystems unterstützen die Produktionsteams entscheidend dabei, ihre Ziele zu erreichen:

- Die strenge Kontrolle und Dokumentation des Produktionsprozesses, einschließlich der Einhaltung der Vorschriften
- Die garantierte Qualität des Endprodukts
- Die Verringerung der Stillstandzeiten
- Die Beseitigung von Produktionsverlusten

In diesem Artikel haben wir gezeigt, wie all diese Funktionalitäten ohne Programmierung umgesetzt werden können, durch einfache Parametrisierung der Standardmodule im zenon Development Environment.

Welchen Nutzen bietet dieser hoch entwickelte Ansatz den Produktionsunternehmen?

- Einsatzflexibilität beim Zusammenschließen von Anlagen von verschiedenen Lieferanten und unterschiedlichen Automatisierungselementen.
- Geringe Kosten für Zusammenschluss und Systeminstandhaltung – es sind keine speziellen Programmierkenntnisse erforderlich.
- Schneller und zuverlässiger Zusammenschluss – die Standardmodule sind bereits getestet worden und es wird viel weniger Zeit benötigt, einfach die entsprechenden Parameter einzustellen, als es eine Programmierung auf diesem hohen Funktionalitätsniveau erfordern würde.

- Die Flexibilität, die Anwendung zu aktualisieren, damit sie an jede Veränderung des Produktionsumfelds, der Vorschriften oder Benutzeranforderungen angepasst werden kann.
- Ein hoher Grad der Erweiterbarkeit der Anwendung in einem Netzwerk oder mit neuen Produktionsanlagen.

Welche Erfahrungen haben Sie mit Überwachungssystemen im Food & Beverage-Produktionsprozess? Was denken Sie über den Ansatz der „Parametrisierung statt Programmierung“ beim Zusammenschluss eines solchen Systems? Würden Sie gerne mehr darüber erfahren?

Emilian Axinia, Food & Beverage Industry Manager bei COPA-DATA, freut sich darauf, Ihre Erfahrungen und Ihr Feedback zu hören. Kontaktieren Sie ihn unter EmilianA@copadata.com.



© 2011 Ing. Punzenberger COPA-DATA GmbH

All rights reserved.

Distribution and/or reproduction of this document or parts thereof in any form is permitted solely with the written permission of the COPA-DATA company. The technical data contained herein has been provided solely for informational purposes and is not legally binding. Subject to change, technical or otherwise. zenon® and straton® are both trademarks registered by Ing. Punzenberger COPA-DATA GmbH. All other brands or product names are trademarks or registered trademarks of the respective owner and have not been specifically marked.