

# Operational Efficiency mit SIMATIC PCS 7

**SIEMENS**

## White Paper

**Welche Beiträge leistet eine Automatisierung mit SIMATIC PCS 7 zur "Operational Excellence", zum effizienten Betrieb verfahrenstechnischer Anlagen?**

September 2011

Sie wollen Durchsatz, Verfügbarkeit und Produktqualität Ihrer Anlage maximieren, und dabei Betriebskosten und Instandhaltungskosten, Energie- und Rohstoffverbrauch, Ausschuss und Abfallmengen, Sicherheitsrisiken und Umweltgefährdungen minimieren?

Das vorliegende Whitepaper bietet einen Überblick, welche Funktionen, Features und Zusatzpakete SIMATIC PCS 7 anbietet, um diese Ziele zu erreichen: von der transparenten Prozessführung über die Überwachung von Produktqualität und Performance-Kennzahlen bis zur Prozess-Optimierung, von Simulation und Operator Training über Safety und Security bis zu Service und Support.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Transparente Prozessführung</b> .....	<b>4</b>
2.1	Advanced Process Library .....	4
2.2	Alarm Management .....	5
2.3	Maßnahmen zur Reduzierung der Arbeitsbelastung der Anlagenfahrer .....	6
2.4	Operative Prozessführung mit benutzerzentrierter Prozessvisualisierung .....	6
2.5	Trendanzeigen mit Zusatzfunktionen .....	7
2.6	Mehrwarten-Konzept für verteilte hierarchische Anlagenstrukturen .....	8
2.7	Daten analysieren und verteilen .....	8
2.7.1	DataMonitor .....	9
<b>3</b>	<b>Überwachung von Produktqualität und Performance-Kennwerten</b> .....	<b>10</b>
3.1	Überwachung der Produktqualität .....	10
3.1.1	Integrierte Rezeptursteuerung (SIMATIC BATCH) .....	10
3.1.2	SIPAT .....	10
3.1.3	Vorfeldthema statistische Überwachung von Batch-Prozessen .....	11
3.2	Plant Asset Management und Performance Monitoring .....	11
3.2.1	Maintenance Station .....	12
3.2.2	Asset Management mechanischer Assets .....	12
3.2.3	Control Performance Monitoring .....	14
<b>4</b>	<b>Prozessoptimierung</b> .....	<b>15</b>
4.1	Advanced Process Control .....	15
4.2	Energiemanagement .....	15
4.3	Chargenplanung (Scheduling) .....	16
4.4	Wegesteuerung (Route Control) .....	16
<b>5</b>	<b>Simulation, Operator Training</b> .....	<b>17</b>
5.1	Simulations- und Emulations-Plattform SIMIT .....	18
5.2	Simulationssystem SIMBA Profibus .....	19
5.3	Emulation von Controllern auf dem PC: PLCSIM und WinAC .....	19
<b>6</b>	<b>Safety und Security</b> .....	<b>20</b>
6.1	Flexible Modulare Redundanz .....	20
6.2	Safety Integrated .....	20
6.3	Safety Matrix .....	20
6.4	Security (IT-Sicherheit) .....	21
6.5	Emissions-Überwachung und Reduktion .....	21
6.5.1	Prozessanalytik .....	21
6.5.2	Lambda-Regelung .....	22
<b>7</b>	<b>Service und Support</b> .....	<b>23</b>
7.1	Life Cycle Services .....	23
7.2	Verfügbarkeit von Komponenten und Ersatzteilen über lange Zeit .....	23
<b>8</b>	<b>Installierte Basis und Systemintegratoren</b> .....	<b>25</b>
<b>9</b>	<b>Innovatives Anwendungs-Know-how</b> .....	<b>27</b>
<b>10</b>	<b>Fazit</b> .....	<b>29</b>
<b>11</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>29</b>

# 1 Einführung

Allgemein definiert ist Effizienz ein Maß für ein Ergebnis unter Berücksichtigung der eingesetzten Mittel, mathematisch ist Effizienz der Quotient aus dem Ergebnis und den eingesetzten Mitteln.

Typische Beispiele für spezielle Effizienz-Kennzahlen sind der Wirkungsgrad als Verhältnis zwischen der Größe der erbrachten Leistung und der Größe des Aufwandes, oder die Energieeffizienz als Verhältnis zwischen der Produktionsmenge und dem dafür erforderlichen Energieeinsatz.

Für den Betreiber einer verfahrenstechnischen Anlage zählt die wirtschaftliche Effizienz des Anlagenbetriebs als Verhältnis zwischen Ertrag und Kosten. Alle Faktoren, die im Zähler dieses Bruches stehen und zum Ertrag beitragen, sollen maximiert werden: Durchsatz, Verfügbarkeit, Produktqualität. Alle Faktoren, die im Nenner dieses Bruches stehen, sollen minimiert werden: Betriebskosten und Instandhaltungskosten, Energie- und Rohstoffverbrauch, Ausschuss und Abfallmengen, Sicherheitsrisiken und Umweltgefährdungen.

$$\begin{aligned}
 \text{Operational Efficiency} &= \frac{\text{Durchsatz} \uparrow}{\text{Verfügbarkeit} \uparrow} \cdot \frac{\text{Produktqualität} \uparrow}{\text{Betriebskosten} \downarrow} \\
 &\quad \text{Instandhaltungskosten} \downarrow \\
 &\quad \text{Energieverbrauch} \downarrow \\
 &\quad \text{Rohstoffverbrauch} \downarrow \\
 &\quad \text{Ausschuss} \downarrow \\
 &\quad \text{Abfall} \downarrow \\
 &\quad \text{Sicherheitsrisiken} \downarrow \\
 &\quad \text{Umweltgefährdungen} \downarrow
 \end{aligned}$$

In den Worten eines Betriebswirtschaftlers [3.]:

"Operational Efficiency" ist die Fähigkeit einer Organisation (einer Firma), ihre taktischen Pläne zu erfüllen (ihre Ziele zu erreichen) und dabei eine gesunde Balance zwischen Kosten und Produktivität zu halten - "it's your ability to get things done without costing the company an arm and a leg".

In den folgenden Kapiteln werden einzelne Aspekte der Prozessautomatisierung näher beleuchtet, die einen direkten Einfluss auf die wirtschaftliche Effizienz haben, z.B.:

- Alarm-Management,
- Advanced Process Control,
- Asset Management,
- Performance Monitoring und KPI-Berechnung,
- Energiemanagement,
- Simulation,
- Safety und Security,
- Service und Support,
- Innovatives Anwendungs-Know-how,
- Standard- und Branchen-Bibliotheken, incl. Control Modules.

Dabei geht es jeweils um einen raschen Überblick des angesprochenen Themas. Vertiefende Informationen finden Sie in weiterführender Literatur (z.B. speziellen Whitepapers zu Einzelthemen), auf die im Text verwiesen wird.

## 2 Transparente Prozessführung

Das Prozessleitsystem ist das Fenster zum Prozess, die Mensch-Prozess-Schnittstelle. Von hier aus lassen sich sämtliche Vorgänge im verfahrenstechnischen Prozess bedienen, beobachten und steuern. Die klar strukturierte und ergonomische Bedienoberfläche von SIMATIC PCS 7 [1.] bietet einen hervorragenden Überblick des Gesamtprozesses und ermöglicht eine sichere und komfortable Prozessführung - in Anlagen jeder Größenordnung.

Entlang der Wertschöpfungskette eines Produktionsunternehmens von der Rohstoffversorgung über die Produkt-Herstellung bis zur Lieferung an Kunden stellt die eigentliche Produktion den zentralen Vorgang und das Prozessleitsystem die zentrale Datenquelle für Informationen über die Produktion dar. Die Integration des Prozessleitsystems in die elektronischen Prozesse des Supply-Chain-Managements ist die Basis für Kostentransparenz in der Produktion, so dass die finanziellen Auswirkungen bestimmter Vorgänge nachvollziehbar bzw. vorhersehbar sind.

In den folgenden Abschnitten werden spezielle Themen angesprochen, die für die Transparenz der Prozessführung relevant sind.

### 2.1 Advanced Process Library

Die ab PCS7 V7.1 verfügbare Advanced Process Library ist eine Weiterentwicklung der PCS 7 Standard Library, die auf langjährigen Erfahrungen von Projektoren und Anlagenbetreibern basiert, und aktuelle Namur-Empfehlungen (Namur: Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie) und PNO-Spezifikationen (PNO: Profibus Nutzer-Organisation) berücksichtigt. Visuell ansprechende Benutzeroberflächen mit hohem Bedienkomfort erleichtern die Interaktion mit der Anlage. Die Advanced Process Library bietet eine Reihe von neuartigen Features zur Verbesserung der Prozessführung, z.B.:

- Prozesswerte werden als Datenstrukturen mit Messwert und Signalstatus (entsprechend PROFIBUS PA Profil z.B. "gut", "unsicher", "schlecht", "simuliert") in den Signalflussplänen (CFC: Continuous Function Chart) verschaltet. Auch der Wertebereich und die physikalische Einheit der Prozesswerte werden vom Eingangs-Kanaltreiber

per Verschaltung an die nachfolgenden Funktionsbausteine weitergegeben.

- Verschieden Verhaltensmuster eines Funktionsbausteins können über Feature-Bits ausgewählt werden.
- Neue Betriebsarten "Außer Betrieb" (deaktiviert für Wartung und Service) und "Vor-Ort Bedienung" werden von allen Bausteinen unterstützt.
- Bausteininterne Simulation von Messwerten: Eingabe von Prozesswerten im Bildbaustein; und bausteinexterne Simulation: simulierte Prozesswerte werden auf die Kanaltreiber verschaltet und vorübergehend statt realer Messwerte eingespielt.
- Neue Bildbaustein-Sichten: Die Vorschau-Sicht zeigt Zustands-Information z.B. über anliegende Signale oder Automatik-Befehle die momentan noch nicht wirksam sind. Die Notiz-Sicht speichert temporäre Informationen des Bedienpersonals, die dadurch an nachfolgende Bediener weitergegeben werden, oder als Erfahrungswissen bausteinbezogen gesammelt werden können.
- Die Verriegelungs-Bausteine zeigen die Verriegelungs-Ursachen an und bieten Möglichkeit zur manuellen Übersteuerung.
- Zusätzliche freie Meldeingänge an Funktionsbausteinen und die Verwaltung und Anzeige zusätzlicher, anwenderdefinierter Analogwerte in Bildbausteinen bieten Raum für individuelle Erweiterungen der Bausteine.
- Neue Funktionsbausteine, z.B. Dosierung, Motor mit Frequenzumrichter, Zwei-Wege-Ventil, Stetig-Ventil wurden aufgrund zahlreicher Anwender-Anforderungen entwickelt.
- Embedded Advanced Process Control (sh. Abschnitt 4.1 ) erweitert die Möglichkeiten zur Optimierung der Prozessführung und -Regelung.

Operator Station (OS)

- Es gibt verschiedene Varianten jedes Bausteinsymbols für die OS, z.B. besonders kompakt oder besonders informativ.
- Es können Quersprünge von einem Bildbaustein zu einem anderen per Schaltflächen projiziert werden. Bestimmt Quersprünge werden aufgrund der Baustein-Verschaltung

automatisch angelegt, z.B. vom Regler zum zugehörigen Überwachungsbaustein.

- Bei jeder Bedienung in einem Bildbaustein öffnet sich ein einheitliches Bedienfeld unterhalb. Das Bedienfeld kann auch per Rechtsklick im Bausteinsymbol geöffnet werden, ohne zuerst den Bildbaustein öffnen zu müssen.
- Bei jedem Analogwert ist im Bildbaustein symbolisch erkennbar, ob er bedienbar ist, welchen Status er hat und ob die zugehörige Meldung unterdrückt ist.
- Über eine projektweite Einstellung kann zwischen Zwei-Schritt und Drei-Schritt-Bedienung von Werten umgestellt werden.
- Einzelne Bedienelemente in den Bildbausteinen werden automatisch gegraut, wenn die zugehörige Eingangsvariable im Funktionsbaustein nicht verschaltet ist.

## 2.2 Alarm Management

Mit einem effizienten, in die Leittechnik integrierten Alarm-Management [2.] lassen sich Risiken in verfahrenstechnischen Anlagen zuverlässig kontrollieren und minimieren. Der Betrieb wird dadurch nicht nur sicherer, sondern auch wirtschaftlicher.

Angesichts zunehmender behördlicher Auflagen und im Hinblick auf versicherungsrechtliche Aspekte kommen Anlagenbetreiber heute nicht mehr umhin, sich mit dem Thema Alarm-Management auseinanderzusetzen. Sie sollten das aber auch in ihrem eigenen Interesse tun: Denn ein sorgfältig geplantes und optimal eingestelltes Alarmsystem ist für die Wirtschaftlichkeit und den sicheren und stabilen Betrieb in Produktionsanlagen aller Branchen ein deutlicher Vorteil. Das professionelle Alarm Management trägt maßgeblich dazu bei, die Sicherheit des Prozesses und die Verfügbarkeit einer Anlage zu erhöhen, die Produktqualität zu sichern und gleichzeitig Kosten zu senken.

Der ideale Weg zu einer besseren Handhabung von Alarmen ist die Entlastung und gezielte Führung des Operators im laufenden Betrieb. Die konsequente Vermeidung nutzloser und unwichtiger Alarme und die Fokussierung auf das Wesentliche schon bei der Erstellung der Alarmphilosophie hilft, eine Überforderung und Verunsicherung der Bediener zu vermeiden und sie stattdessen gezielt mit Informationen über relevante Abweichungen des Prozesses oder der

Anlage zu versorgen. Durch die Reduzierung des Alarmaufkommens gewinnt das Bedienpersonal die Zeit und den erforderlichen Freiraum für eine sichere Prozessführung. Die Unterstützung eines professionellen Alarm Managements durch die Leittechnik und die direkte Integration ins Leitsystem stellt dabei die optimale Lösung dar, weil so die Operator-Last nicht durch ein weiteres System zusätzlich erhöht wird.

In SIMATIC PCS 7 gibt es drei Arten von Meldungen:

- Leittechnikmeldungen (Überwachung des Leitsystems),
- Prozessmeldungen (Prozessüberwachung),
- Bedienmeldungen (Parameteränderungen von Bausteinen durch OS-Bedienung),

und 16 vordefinierte Meldeklassen mit oder ohne Quittierpflicht, z.B.

- Alarm/Warnung/Toleranz oben/unten,
- AS/OS Leittechnik-Meldung Störung/Fehler,
- Vorbeugende Wartung (Maintenance Request)
- Bedien-Anforderung/-Meldung
- Statusmeldung AS/OS

SIMATIC PCS 7 bietet folgende Funktionen zum Alarm-Management:

- Alarm-Annotation: Der Anlagenfahrer kann zu einem aufgetretenen Alarm beim Quittieren einen Kommentar eingeben, z.B. „überflüssig“, „Folgefehler von Alarm xy“, „Sinnvolle Maßnahme: xy“, usw. Durch das permanente Sammeln solcher Notizen wird ein kontinuierlicher Aufbau von Erfahrungswissen unterstützt.
- Alarm-Filterung nach Bereich / Anlage / Teilanlage.
- Alarm-Priorisierung: Priorität 1..16, kann als zusätzliches Sortierkriterium im Meldungsarchiv verwendet werden.
- Flexible Sortierfunktionen im Meldungsarchiv, z.B. nach Häufigkeit des Auftretens von Alarmen.
- Alarm-Unterdrückung durch logische Operationen und Verschaltung von Binärsignalen.
- Alarm-Hiding in Abhängigkeit des Betriebszustandes (Hochfahren, Produktionsbetrieb, Herunterfahren, Wartung etc.).

## 2.3 Maßnahmen zur Reduzierung der Arbeitsbelastung der Anlagenfahrer

Durch eine Reihe von Maßnahmen kann die Arbeitsbelastung der Anlagenfahrer (Operator) reduziert werden. Dadurch können mehr Messstellen pro Operator bearbeitet, d.h. der Verantwortungsbereich jedes Operators vergrößert werden. Folgende Funktionen von SIMATIC PCS 7 leisten einen signifikanten Beitrag zur Reduktion der Operator-Belastung:

- Bedienerführung durch Bildhierarchie und Sammelanzeigen. "Loop-In-Alarm": Von der Sammelanzeige wird der Operator per Mausclick zur Störungsursache auf darunterliegenden Ebenen der Bildhierarchie geführt.
- Bedienplatz-spezifische Prozessführung: mehrere Operator mit getrennten Verantwortlichkeiten können benutzer-spezifische Bildschirmzusammenstellungen definieren.
- Operative Prozessführung – HMI+ (sh. Abschnitt 2.4)
- Intelligentes Alarm-Management, Reduktion überflüssige Alarme (sh. Abschnitt 2.2).
- Advanced Process Control (sh. Abschnitt 4.1), insbesondere wenn dadurch Handbetrieb von Regelkreisen vermieden wird.
- Automatische Wegesteuerung (sh. Abschnitt 4.4).

Im Einzelfall wird dadurch sogar das Zusammenlegen mehrerer Anlagen in einer gemeinsamen Leitwarte ermöglicht. Insbesondere technologisch gekoppelte Einzelanlagen werden in einer gemeinsamen Warte besser gefahren.

Die Skalierbarkeit von SIMATIC PCS 7 über drei Größenordnungen unterstützt solche Konzepte - bei Mengengerüsten von 100 bis 120000 Messstellen.

## 2.4 Operative Prozessführung mit benutzerzentrierter Prozessvisualisierung

Gemeinsam mit Schlüsselkunden werden weitere innovative Konzepte für die benutzerzentrierte Prozessvisualisierung erarbeitet.

Die primäre Aufgabe des Operators ist die operative Prozessführung auf Basis von Prozess- und Anlageninformationen der verfahrenstechnischen Produktion und deren Logistik- und Hilfsprozesse [5.].

Die operative Prozessführung hat zum Ziel, den bestimmungsgemäßen, sicheren Betrieb der Produktionsanlage einzuhalten, die Verfügbarkeit der Produktion trotz einzelner Störungen zu maximieren und die Produktqualität trotz schwankender Qualität der eingesetzten Rohstoffe und Störungen in der Anlage sowie unterschiedlichem Durchsatz zu gewährleisten.

Die zunehmende Komplexität sowohl der Produktionsprozesse als auch der Arbeitsumgebung in Warten erschwert es dem Operator ein ganzheitliches mentales Modell der zu überwachenden Anlage und ihrer Prozesse zu bilden. Eine Lösung für diese Problemstellung bietet der Einsatz nutzer- und aufgabenorientierter Konzepte: [4.]. Diese zielen darauf ab, Arbeitssysteme ganzheitlich zu gestalten, d.h. den Einsatz von Technik, Organisation und Qualifikation der Nutzer gemeinsam zu optimieren. Aus diesen Konzepten sind folgende allgemeingültigen Themen zur Verbesserung der Prozessvisualisierung abgeleitet worden:

- Zusätzlicher Einsatz von abstrakten Bedienverfahren bei denen die Prozessstopologie eine untergeordnete Rolle spielt. So z.B. prozessbezogene Übersichtsdarstellungen mit wesentlichen Fahrparametern der zu überwachenden Anlage, in einer Anordnung von Hybridanzeigen mit Toleranz- und Grenzwertvisualisierung, die die Mustererkennung unterstützt. Aus diesen Übersichtsdarstellungen erfolgen ca. 80% der Bedienung und Beobachtung im Normalbetrieb der Anlage.
- Teilweiser Ersatz der alphanumerischen Anzeigen durch Analoganzeigen, Hybridanzeigen (Analog- und Statusanzeige) und Kurvendarstellungen.
- Reduktion der Komplexität von Prozessfließbildern durch Aufgaben- und prozesszustandsorientierte Auswahl der dazustellenden Prozesswerte (dezidierte Darstellungen für das An- und Abfahren, den Normalbetrieb, Lastwechsel und Diagnose).
- Konsequenter Einsatz eines Farbschemas inklusive Alarmfarben.
- Prozessbilddarstellungen als Bestandteil der Leitplatzorganisation.
- Darstellung von Informationen statt Daten, z.B. neuartige Darstellungsobjekte für Tem-

peraturverteilungen oder Trenddarstellungen zur Situationseinschätzung und Entscheidungsfindung über Fahrstrategien.

Das Konzept basiert auf den in der VDI/VDE 3699 "Prozessführung mit Bildschirmen" genannten Regeln und Empfehlungen für die Gestaltung von Darstellungen bei Verwendung von Bildschirmssystemen zur Prozessführung.

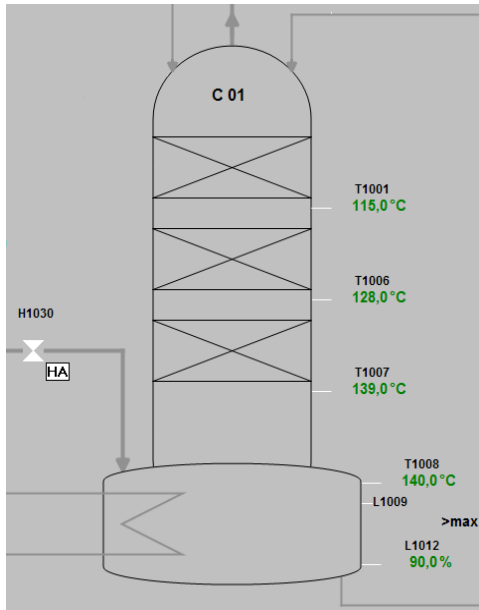


Bild 2-1: Typische konventionelle Ansicht einer Destillationskolonne mit Darstellung von Temperaturen als Analogwerten

Ein Beispiel für die Beurteilung von Prozessgrößen ist die Darstellung der Temperaturen an einer Destillationskolonne. Die Beurteilung des Prozesszustands anhand der Temperaturen als Analogwerte kann nur mit Expertenwissen getätigt werden. Sind die Temperaturen in Bild 2-1 im optimalen Arbeitsbereich?

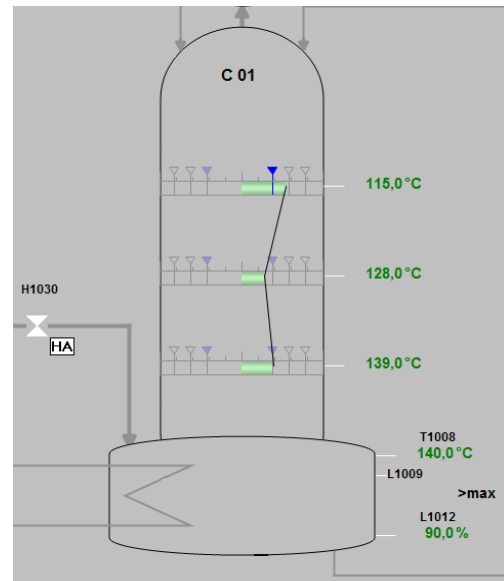


Bild 2-2: Visualisierung einer Destillationskolonne mit vertikalem Temperaturprofil

Werden die Temperaturen stattdessen als Temperaturverlauf (vertikales Temperaturprofil) mit Visualisierung des optimalen Arbeitsbereichs dargestellt, kann die Beurteilung direkt aus dem Bild abgelesen werden. Alle Anzeigebalken in Bild 2-2 sind so skaliert, dass der Sollwert oder Optimalwert genau in der Mitte liegt. Die dezent grünen Balken zeigen also die Abweichungen. Die oberste Temperatur ist nicht im optimalen Arbeitsbereich. Erst wenn die Abweichung noch größer werden und die Warngrenze erreichen würde, wird die Aufmerksamkeit des Operators durch einen Farbumschlag auf gelb als Warnfarbe direkt dorthin gelenkt.

## 2.5 Trendanzeigen mit Zusatzfunktionen

Mit Trendanzeigen kann der zeitliche Verlauf von Variablen grafisch dargestellt werden. Trendanzeigen sind verfügbar

- vorkonfiguriert in Bildbausteinen,
- online konfigurierbar auf der OS,
- im ES konfigurierbar für die OS,
- im CFC.

Der Operator kann die bei der Projektierung festgelegten Eigenschaften der Trendanzeigen online im laufenden Betrieb ändern, incl. Datenanbindung und Zugriff auf ausgelagerte Archivdaten.



Der Wertebereich und die Maßeinheit aus dem Funktionsbaustein werden automatisch zur Skalierung der Kurven auf der OS verwendet. Mit einem Lineal können die Zahlenwerte für einen Zeitpunkt tabellarisch dargestellt werden.

In einem definierten Zeitbereich können statistische Auswertungen der Kurven online vorgenommen werden, z.B. Mittelwert, Maximum, Minimum, Standardabweichung. Es können für ein Trendfenster mehrere Ordinatenachsen definiert werden, oder mehrere Kurven auf eine gemeinsame Ordinate bezogen werden. Sowohl die OS-Trendfenster als auch das CFC-Trendfenster können Messdaten als \*.csv-Dateien exportieren.

## 2.6 Mehrwarten-Konzept für verteilte hierarchische Anlagenstrukturen

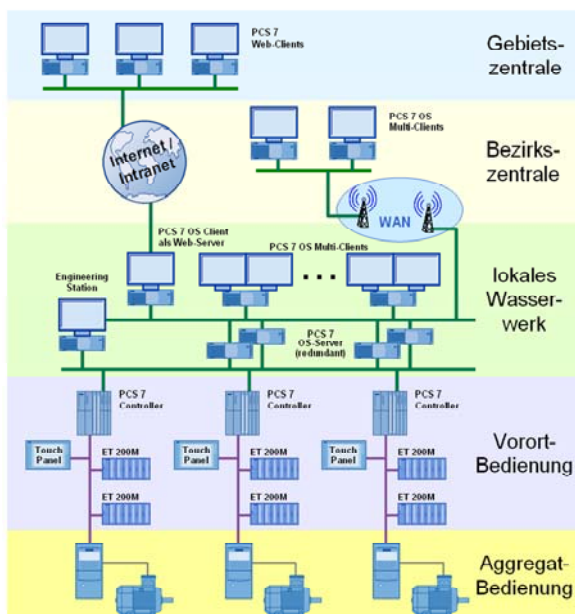


Bild 2-3: Systemkonfiguration für ein Mehrwarten-Konzept mit 5 Ebenen in SIMATIC PCS 7.

Bestimmte Branchen und besondere Anwendungen erfordern spezielle Lösungen für hierarchische Anlagenstrukturen und die damit einhergehende Verwaltung der Bedienberechtigungen. Besonders in der Wasserwirtschaft (Wasser, Abwasser, Entsalzung und Bewässerung) findet man oft geographisch weitläufig verteilte, hierarchische Anlagenstrukturen mit mehreren Bedienebenen z.B. Gebietszentrale, Bezirkszentralen, lokalen Wasserwerken, Vorort- und Aggregat-Bedienungen.

Die umgesetzte Lösung [6.] in SIMATIC PCS 7 unterstützt eine hierarchische Wartenedienung mit bis zu 8 Ebenen. Dabei hat jede Ebene die Möglichkeit, sich die Schalt- bzw. Bedienhoheit über einen Bildbaustein oder einen Schlüssel-schalterfunktion vor Ort zuzuweisen. Die Bedienhoheit kann immer nur bei einer Bedienebene z.B. Gebietszentrale liegen, um Bedienkonflikte im Prozess zu vermeiden und für klare Zuständigkeiten mit hoher Flexibilität zu sorgen. Alle anderen Ebenen, z.B. Bezirkszentrale, lokale Warte Wasserwerk oder die Vorortbedienungen am Panel können die aktuell eingestellte Bedienebene einsehen und beobachten.

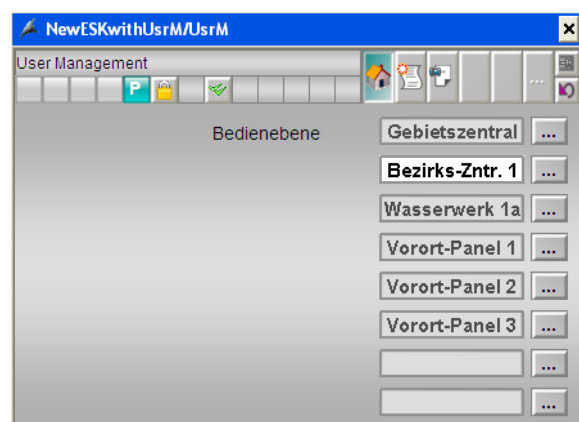


Bild 2-4: Bildbaustein UserManager

Aus Sicht des Anwenders erfolgt der Umschaltvorgang z.B. von der lokalen Warte an eine Vorort-Bedienung ganz einfach über das Bedienbild des UserManagers. Der UserMmanager aus der PCS 7-Wasserbibliothek [7.] ist der zentrale Baustein zur Verwaltung und Organisation der Bedienebenen. Der Funktionsbaustein ist auf jedem PCS 7 Controller in der Anlage vorhanden und der Bildbaustein kann auf einem oder jedem Bild hinterlegt werden. Mit Hilfe der Keyswitch-Funktion erhält die Vor-Ort-Bedienstelle aus Administrationsicht die höchste Bedienberechtigung, und Fehlbedienungen von übergeordneten Warten werden abgeblockt.

## 2.7 Daten analysieren und verteilen

Es gibt im Rahmen von SIMATIC PCS 7 verschiedene Möglichkeiten, Berichte zu erstellen und zu verteilen ("Reporting") bzw. Daten aus dem Prozessleitsystem in einer Büro-Umgebung via Intranet oder Internet zugänglich zu machen:



- Report Manager (integriert in die Reporting Funktionalität)
- Optionen wie DataMonitor
- Add-ons wie PM-Quality, Acron
- Microsoft SQL Reporting Services (integriert in die SQL Server 2005 Funktionalität)

Ab PCS 7 V8.0 werden sich diese Möglichkeiten durch den neuen SIMATIC Process Historian noch deutlich erweitern.

### 2.7.1 DataMonitor

Das Optionspaket DataMonitor [11.] dient zur Anzeige, Analyse, Auswertung und Verteilung von aktuellen Prozesszuständen sowie historischen Daten und Meldungen aus der Prozessdatenbank. Mit dem DataMonitor können somit PCS 7-Prozessdaten übers Web allen Funktionsebenen eines Unternehmens zur Verfügung gestellt werden.

Zur Visualisierung und Auswertung bietet der DataMonitor eine Reihe von internetfähigen Werkzeugen, die alle gängigen Sicherheitsmechanismen wie Login/Password, Firewalls, Verschlüsselung etc. unterstützen:

- Process Screens: reines Beobachten (view only) über PCS 7-Prozessbilder.
- Trends & Alarms: Anzeige und Analyse von archivierten Prozesswerten und Meldungen in Kurven oder Tabellenform.
- Excel Workbooks: Anzeige von archivierten Prozesswerten in einer Excel-Tabelle zur Auswertung und Ablage im Web oder als Druckvorlage für Berichte.
- Published Reports: Erzeugung zeit- und ereignisgesteuerter Berichte und Reports im Excel-Format oder als PDF-Datei.
- WebCenter: Zentrales Informationsportal für den Zugriff auf PCS 7-Daten über benutzerspezifische Sichten, Benutzergruppen mit individuellen Benutzerrechten für das Lesen, Schreiben und Erstellen von WebCenter-Seiten.

## 3 Überwachung von Produktqualität und Performance-Kennwerten

### 3.1 Überwachung der Produktqualität

#### 3.1.1 Integrierte Rezeptursteuerung (SIMATIC BATCH)

Mit dem integrierten Softwarepaket SIMATIC BATCH [13.] lassen sich einfache bis komplexe Chargenprozesse flexibel automatisieren. Seine modulare Architektur mit optimaler Skalierbarkeit im Bereich der Hard- und Software garantiert eine optimale Anpassung an Anlagengröße und individuelle Kundenanforderungen und kann sowohl in kleinen Technikumsanlagen als auch in beliebig großen Produktionsanlagen eingesetzt werden.

Der reproduzierbare, automatisierte Ablauf der einzelnen Rezeptschritte ist die Voraussetzung für reproduzierbare Produktqualität.

SIMATIC BATCH unterstützt teilanlagenneutrale Rezepte für eine deutliche Vereinfachung von Rezeptverwaltung und Validierung sowie hierarchische Rezepte nach ISA S88.01 für die verfahrenstechnisch orientierte Rezepterstellung.

Die Chargendaten werden umfassend protokolliert und archiviert.

#### 3.1.2 SIPAT

PAT steht für Process Analytical Technologies v.a. in der pharmazeutischen Industrie. Der Begriff wurde von der amerikanischen Food & Drug Administration (FDA) in einem Leitfaden aus dem Jahr 2004 geprägt.

PAT unterstützt die Analyse und Steuerung von kritischen Qualitäts- und Leistungsattributen der Rohstoffe, Prozessmaterialien und Verfahren auf Basis von zeitnahen Messungen zur Gewährleistung der Qualität der Endprodukte.

Dabei entstehen folgende Vorteile:

- Verfolgung der Produktqualität in Echtzeit ohne Labormessungen,
- Verbessertes Verständnis der Prozesse,

- Verbesserte Performance der Produktherstellung durch geringere Abweichungen von den Spezifikationen,
- Senkung von Fertigungskosten, Risiken und nachträglichem Prüfungsaufwand,
- Vermeidung von Ausschuss.

Siemens SIPAT [14.] ist ein Software-Rahmenwerk zur Realisierung von PAT-Lösungen. Der Grundansatz von SIPAT besteht darin, ein offline generiertes Referenzmodell mittels aktueller Messdaten auszuwerten, um relevante Qualitätsgrößen zu präzisieren.

Folgende Abbildung zeigt die Struktur von SIPAT. SIPAT umfasst vier Module: Konfigurations-Modul, Model Builder, Execution Module und Datenarchiv, sowie zahlreichen Schnittstellen zu den verschiedenen Automatisierungsfunktionen, Messgeräten, sowie zu angekoppelten externen Tools.

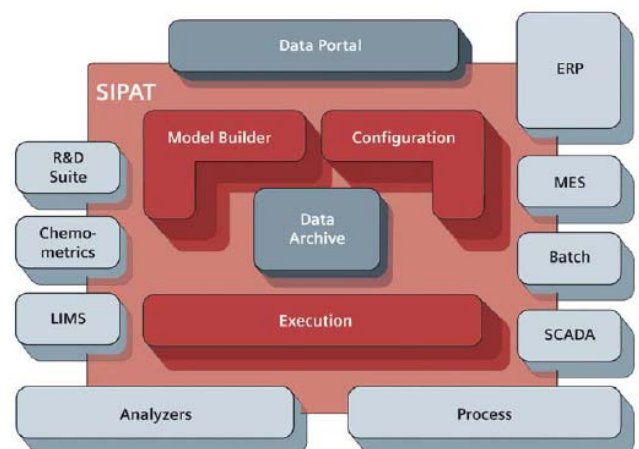


Bild 3-1: Software-Architektur von SIPAT

- Konfigurations-Modul: Dieses ermöglicht die Konfiguration aller Verfahren und angebotenen Messgeräte über eine graphische Benutzeroberfläche.
- Model Builder: Verschiedene Modelltypen werden auf Basis historischer Daten generiert, validiert und optimiert. Dabei wird zwischen 4 Modelltypen unterschieden
  - Analyzer Model: Modell eines Analysegerätes.
  - Unit Operation Model: Modell einer spezifischen Unit.
  - Process Model: Modell mehrerer Units einer Produktionslinie.

- Product Model: Prozessmodell kombiniert mit klinischen Daten.
- Execution Module: Dieses führt alle Runtime-Funktionen wie das Einlesen von Daten, das Speichern im Archiv, die Datensynchronisation, die Prädiktion, Analyse und Visualisierung sowie die Weitergabe der berechneten Daten an ausgewählte Schnittstellen aus.
- Datenarchiv: Hier werden alle relevanten Daten abgespeichert.

Schnittstellen zu:

- MES, PLS, ...
- Prozessanalytik,
- Chemometrischen Software Tools: Einbindung in Modellierungs- und Auswerteprozess.

Die mathematischen Algorithmen zur Analyse, Modellierung und Prädiktion sind nicht Bestandteil von SIPAT, sondern in folgenden ankoppelbaren externen Tools zu finden:

- Umetrics: Simca-P, Simca-P+ (multivariate Analyse und Kalibrierung), Simca QP+ (Prädiktion),
- CAMO: Unscrambler (Hauptkomponentenanalyse, Clustering etc.),
- MATLAB: Visualisierung, Analyse, numerische Berechnung.

### 3.1.3 Vorfeldthema statistische Überwachung von Batch-Prozessen

Eine Online-Analyse von Chargendaten soll es ermöglichen, schon während der laufenden Charge Aussagen über die resultierende Produktqualität und Güte treffen zu können, um evtl. Fehler noch ausgleichen bzw. Fehlproduktionen frühzeitig abbrechen zu können. Dies gelingt mittels Verfahren der mathematischen Statistik: Hauptkomponentenanalyse, Transformation, Synchronisation, Auswertestatistik mit Vertrauensintervallen.

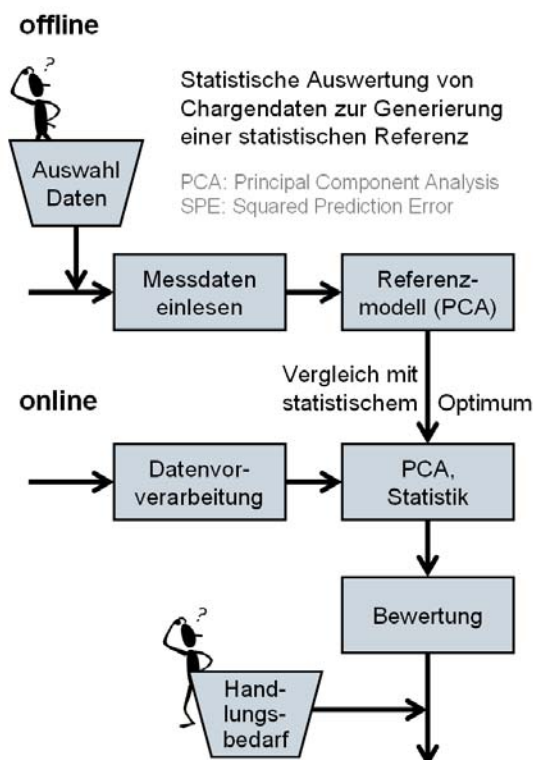


Bild 3-2: Statistische Überwachung von Batch-Prozessen

Das Verfahren wurde im Vorfeld konzipiert, prototypisch implementiert und an realen Chargendaten getestet. Es wird im Lauf des Jahres für interessierte Pilotkunden zur Verfügung stehen.

## 3.2 Plant Asset Management und Performance Monitoring

Während unter Produktivität das Verhältnis von realer Ausbringungsmenge zu realer Einsatzmenge verstanden wird, stellt die Performance das Verhältnis von tatsächlichem Output zu einem festgelegten (Standard-)Output bezogen auf die Einsatzmenge dar [15.]. Somit beinhaltet die Performance eine Bewertung des Ergebnisses und des Einsatzes mit jeweils relevanten Zielen, Standards oder Referenzen. Performance ist als ein Maß der Zielerreichung zu interpretieren.

Ziel des prozessnahen Performance Managements ist die Beantwortung folgender Fragen:

- Wo (in welchem Zustand, bei welcher Leistung) befinden sich der Prozess und seine technischen Einrichtungen aktuell?
- Wie weit ist der Prozess vom Optimum bzw. produktionsspezifisch gesetzten Benchmark entfernt?
- Was sind mögliche Ursachen für die Abweichungen?

- Wie schnell wird ein kritischer oder wirtschaftlich unvertretbarer Zustand erreicht?
- Welche Gegenmaßnahmen sind sinnvoll bzw. notwendig?

Bezüglich methodischem Ansatz und Zielsetzung kann unterschieden werden zwischen:

- **Condition Monitoring:** Bestimmung und Überwachung des Zustands der Anlage und ihrer Komponenten. Signalquelle ist das Verhalten der Komponenten; Ziele sind die Aufrechterhaltung der Verfügbarkeit bzw. der Schutz der Komponenten.
- **Performance Monitoring:** Bestimmung der von der Anlage oder ihren Komponenten erbrachten Leistung (Signalquelle) und Überwachung der Prozessführung. Ziel ist die „Güte“ der Produktion; ein geändertes Verhalten einer Komponente wirkt sich als Störung (Verschlechterung) aus.

Strategien und eingesetzte Werkzeuge ähneln sich. Häufig werden die gleichen Messwerte ausgewertet. Es handelt sich also um unterschiedliche Sichtweisen auf das gleiche Objekt. Folgende anschauliche Erklärung verdeutlicht die Beziehung zwischen Condition Monitoring und Performance Monitoring am Beispiel eines Menschen:

- **Condition Monitoring beim Menschen, z. B. Fieber messen:** Eine zusätzliche Informationsquelle (z. B. Sensor, andernfalls auch Modell) liefert Aussagen über den Zustand. Daraus können indirekte Schlüsse über die Performance gezogen werden, da der Mensch mit Fieber im Allgemeinen nicht mehr seine volle Leistungsfähigkeit erreicht.
- **Performance Monitoring beim Menschen, z. B. 100-m-Lauf:** Die Performance wird direkt „im Betrieb“ gemessen. Daraus können indirekte Schlüsse über den Zustand gezogen werden, wenn es Referenzinformationen über die Performance im guten Zustand gibt. Wenn die Leistungsfähigkeit deutlich unter dem Optimum liegt, ist die Ursache unter Umständen beim Zustand zu suchen.

Performance-Kennzahlen können auf verschiedenen Ebenen einer Automatisierungshierarchie mit Bezug zu verschiedenen Objekten in einer verfahrenstechnischen Anlage einschließlich Automatisierung berechnet werden.

- Performance von Feldgeräten,
- Performance der Regelkreise („Control Performance Monitoring“),
- Performance von Anlagenteilen („Unit-oriented Key Performance Indicators“),
- Performance mechanischer Assets (Pumpen, Wärmetauscher, Kompressoren etc.),
- Performance des Gesamtprozesses,
- Performance des Alarm-Systems.

### 3.2.1 Maintenance Station

Die in SIMATIC PCS 7 integrierte Maintenance Station [17.] bietet vollen Überblick über den Zustand der Anlagenkomponenten und schafft die Basis für eine effektive und damit Wert erhaltende und Wert steigernde Instandhaltung. Das macht sie zugleich zu einem wertvollen Instrument zur Minimierung der über den kompletten Lebenszyklus der Anlage kumulierenden Gesamtkosten (Total Cost of Ownership), und damit zur Steigerung der Effizienz des Anlagenbetriebs.

Die Maintenance Station ist auf das "Plant Asset Management" fokussiert und ermöglicht die vorbeugende (präventive) und vorausschauende (prädiktive) Diagnostik, Instandhaltung und Wartung der Anlage. Über die Maintenance Station stehen parallel zur Prozessführung auch durchgängige Instandhaltungsinformationen und -funktionen für die Systemkomponenten (Assets) zur Verfügung. Während der Anlagenfahrer über die Operator Station alle prozessrelevanten Informationen erhält und gezielt in den Prozess eingreifen kann, kontrolliert der Instandhalter per Maintenance Station die Hardware der Automatisierungsanlage, bearbeitet deren Diagnosemeldungen und Wartungsanforderungen. Über die Maintenance Station hat er Zugriff auf:

- Elektrische Komponenten der Anlage, z. B. intelligente Feldgeräte und I/O-Baugruppen, Feldbus, Controller, Netzwerkkomponenten und Anlagenbus sowie Server und Clients der Operator Systeme .
- Mechanische Assets wie Pumpen, Motoren, Zentrifugen oder Wärmetauscher, repräsentiert durch Stellvertreterobjekte, in denen die Diagnoseregeln hinterlegt sind: sh. nächster Abschnitt.

### 3.2.2 Asset Management mechanischer Assets

Mechanische Assets sind Bestandteil jeder verfahrenstechnischen Anlage: z.B. Pumpen, Stellventile, Wärmetauscher oder Kompressoren. Und obwohl gerade sie aufgrund ihrer hohen mechanischen Belastung häufiger ausfallen als beispielsweise elektronische Assets wie Netzwerkkomponenten, sind sie meist aus Kostengründen nicht an anlagennahe Asset Management Systeme angeschlossen - im Gegensatz zu intelligenten Feldgeräten tauchen sie von sich aus nicht als Objekte im Prozessleitsystem auf. Vorgefertigte Funktionsbausteine [18.] erlauben

jetzt eine zuverlässige Zustands- und Performance-Überwachung mechanischer Assets. Das ist eine kostengünstigere Lösung als der Einsatz zusätzlicher Condition-Monitoring-Systeme. Durch die intelligente Auswertung von Sensor-Signalen, die bereits im Leitsystem vorhanden sind, kann auf spezielle zusätzliche Sensoren wie z. B. Körperschall- oder Beschleunigungs-Sensoren verzichtet werden.

### Kreiselpumpen

Der Diagnosebaustein PumpMon dient der Überwachung und Analyse von Kreiselpumpen. Grenzwertverletzungen des Pumpen-Nennarbeitsbereiches und Abweichungen vom erwarteten Kennlinienverlauf werden dem Anwender gemeldet und anhand von Bausteinausgängen zur Weiterverarbeitung zur Verfügung gestellt. Dabei werden die Kennlinien der Förderhöhe, der hydraulischen Leistung und des Wirkungsgrades in Abhängigkeit vom Durchfluss dargestellt. Durch die Überwachung von Saugdruck und Siedetemperatur des Mediums kann die Gefahr von Kavitation frühzeitig erkannt werden. PumpMon kann zudem für die Optimierung der Pumpenauslegung durch statistische Auswertung der Betriebsdaten (Erfassung des Lastkollektivs) eingesetzt werden und stellt gleichzeitig eine Lösung für das Aufspüren von Energieeinsparungsmöglichkeiten dar.

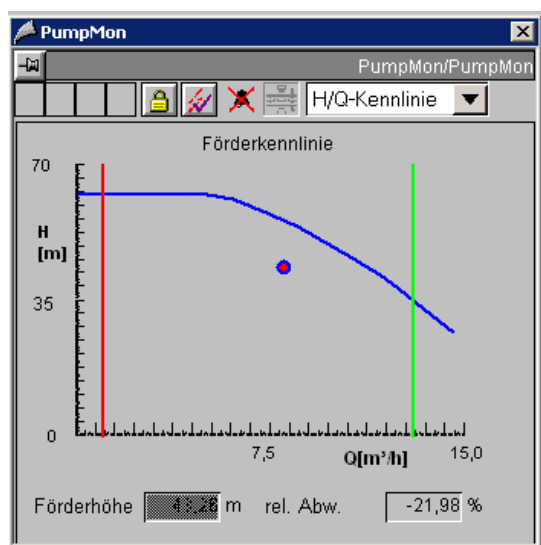


Bild 3-3: PumpMon-Bildbaustein, Förderhöhenverlust z.B. durch Gasmitförderung

### Stetig-Ventile

Ventile gehören zu den meist verbreiteten Stellgliedern in verfahrenstechnischen Anlagen. Der Zustand der Ventile hat maßgeblichen Einfluss auf die Verfügbarkeit und Sicherheit der kom-

pletten Anlage. Ventile sind von verschiedenen Verschleißerscheinungen wie z. B. Abrasion, Kavitation, Korrosion von Ventilkegel und/oder -sitz bzw. Anbackungen an Ventilkegel und/oder -sitz betroffen. Der Baustein ValveMon bietet eine Lösung für die Überwachung und Analyse von Stellventilen (Stetigventilen) anhand der Kennlinie des Durchflusses über der Ventilstellung bei normierter Druckdifferenz.

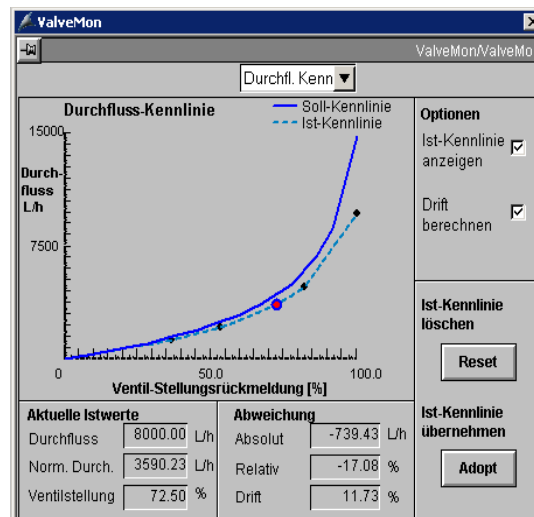


Bild 3-4: ValveMon-Bildbaustein, Durchflusskennlinie bei Anbackungen am Ventilkörper

### Wärmetauscher

Auch Wärmetauscher müssen immer wieder gewartet bzw. gereinigt werden und wurden von Asset Management Systemen bislang nur unzureichend erfasst. Das Hauptproblem ist hier das sogenannte Fouling, also Rückstände des Prozessmediums, die sich auf den Übertragungsflächen als Belag ablagern und dadurch den Wirkungsgrad verschlechtern. Das bevorzugte Einsatzgebiet des Funktionsbausteins HeatXchMon sind Rohrbündel-Wärmetauscher. Der Diagnosebaustein ermittelt den Wirkungsgrad anhand der Abweichungen des aktuellen Wärmestroms zum Referenz-Wärmestrom im sauberen Zustand. Damit wird der Verlust an Energie und die dadurch verursachten Kosten pro Tag berechnet und dargestellt, so dass sie bei der Planung von Instandhaltungsmaßnahmen berücksichtigt werden können.

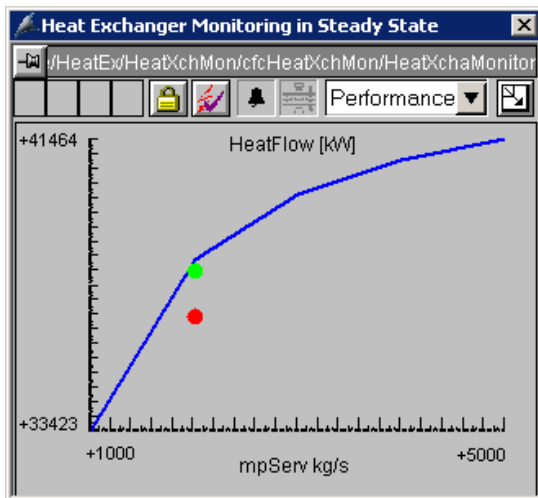


Bild 3-5: HeatXchMon-Bildbaustein im nahezu sauberen Zustand des Wärmetauschers, d.h. der aktuelle Wärmestrom (grüner Punkt) liegt nahe an der idealen Kennlinie (blau)

Weitere Überwachungsbausteine sind implementiert für:

- Turbo-Kompressoren: CompMon.
- Filter und andere Differenzdruck-abhängige Strömungswiderstände: PressDropMon.

### 3.2.3 Control Performance Monitoring

Zur Aufrechterhaltung eines effizienten Anlagenbetriebs soll eine Vielzahl von Regelkreisen in der Anlage permanent und automatisch bezüglich ihrer Regelgüte überwacht werden, damit bei nachlassender Leistungsfähigkeit einzelner Regelkreise rechtzeitig und gezielt an der richtigen Stelle der Anlage mit Maßnahmen zur Instandhaltung oder Regleroptimierung eingegriffen werden kann. Dabei sollen im Sinne einer nicht-invasiven Diagnose nur die im regulären Prozessbetrieb anfallenden Daten verwendet werden.

Bei den Messstellentypen der PCS 7 Advanced Process Library bringt jeder Regelkreis bereits seinen ConPerMon-Baustein zur Überwachung der Regelgüte mit. Der ConPerMon-Bildbaustein ist durch einen Quersprung aus dem Bildbaustein des Reglers zu erreichen.

Das Grundprinzip des in [16.] erstmalig beschriebenen Ansatzes besteht darin, sowohl stochastische als auch deterministische Merkmale für die Regelgüte heranzuziehen, und zwar je nach Betriebszustand automatisch die passenden Merkmale. Die Varianz der Regelgröße in einem gleitenden Zeitfenster wird fortlaufend berech-

net, und verglichen mit der Varianz, die an diesem individuellen Regelkreis im Gut-Zustand (z. B. bei der Inbetriebnahme) real gemessene worden ist. Aus diesem Verhältnis wird ein sog. Control Performance Index (CPI) berechnet. Im gleitenden Zeitfenster werden auch der Mittelwert der Regelabweichung, der Mittelwert der Stellgröße sowie eine geschätzte stationäre Prozessverstärkung berechnet. Wenn an einem Regelkreis ein Sollwertsprung detektiert wird, werden folgende deterministische Merkmale gebildet: der relative Überschwinger, bezogen auf die Höhe des Sollwertsprungs, und das Einschwingverhältnis, d. h. der Quotient aus Anstiegszeit und Einschwingzeit.

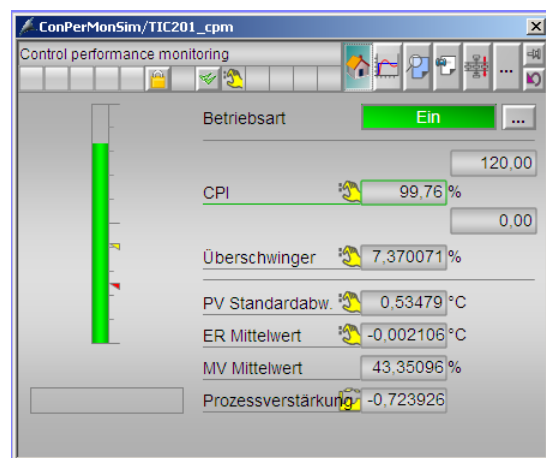


Bild 3-6: ConPerMon-Bildbaustein aus der PCS 7 Advanced Process Library

Kennzahlen für die Regelgüte (ConPerMon-Bausteinsymbole mit "Ampelsymbolik" grün/rot) können zusammen mit anderen Performance-Kennzahlen (KPIs: Key Performance Indicators) einer verfahrenstechnischen Anlage überwacht und zielgruppenorientiert in Übersichtsbildern auf der OS dargestellt werden.



## 4 Prozessoptimierung

### 4.1 Advanced Process Control

APC-Verfahren (gehobene Regelungsverfahren) sind ein entscheidender Hebel zur Verbesserung der Anlagen-Effizienz hinsichtlich Produktivität und Wirtschaftlichkeit, Produkt-Qualität, Operabilität und Verfügbarkeit, Bedienbarkeit, Sicherheit und Umweltschutz. Durch eine Leitsystem-integrierte Implementierung mit Standard-Funktionsbausteinen und vorgefertigten Messstellentypen, wie sie von Siemens mit der PCS 7 Advanced Process Library [8.] angeboten werden, sind APC-Lösungen jetzt sehr viel kostengünstiger realisierbar und stehen auch vielen Standard-Anwendungen zur Verfügung.

Durch eine verbesserte Regler-Einstellung (z.B. mit Hilfe eines PID-Tuning-Tools) lassen sich unnötige Stellbewegungen vermeiden und damit die Energieeffizienz verbessern (z.B. Druckluft-Verbrauch minimieren) und Verschleiß (z.B. von Ventilen) verringern.

Verschiedene Erweiterungen zur PID-Regelung stehen als Messstellentypen zur Verfügung und können bei Bedarf aufwandsarm eingesetzt werden, z.B.:

- Ablösende Regelung (Override Control), falls sich zwei oder mehr Regler ein gemeinsames Stellglied teilen sollen.
- PID-Regelung mit arbeitspunkt-abhängiger Parametersteuerung (Gain-Scheduling) für nichtlineares Prozessverhalten.
- Smith Prädiktor Regelung für Totzeitstrecken.
- Dynamische Störgrößenaufschaltung, falls es eine bekannte, starke Störeinwirkung auf den Prozess gibt, deren Ursache messtechnisch erfasst werden kann.

Ein modellbasierter Prädiktivregler (MPC) reduziert die Varianzen der Stell- und Regelgrößen durch eine ganzheitliche Betrachtung der entsprechenden Teilanlage (Mehrgrößenregelung), und eine „vorausschauende“ Fahrweise.

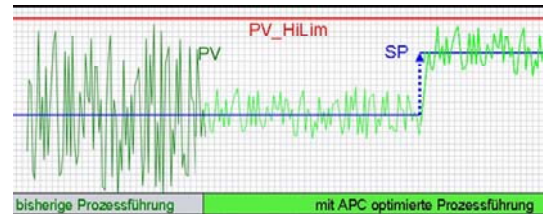


Bild 4-1: Optimierte Prozessführung mit Advanced Process Control

Durch die reduzierte Varianz (Streuung) wird es möglich, bestimmte Sollwerte näher an kritische Nebenbedingungen zu fahren, ohne Gefahr zu laufen, diese Nebenbedingungen häufig zu verletzen. Durch dieses „Ausreizen“ der Anlage bis zum physikalischen Limit (Kapazität, Sicherheit, Produktqualität) kann die Effizienz des Anlagenbetriebs gesteigert, z.B. der Durchsatz erhöht oder der Energieverbrauch reduziert werden.

Durch eine in den Prädiktivregler integrierte betriebswirtschaftliche Online-Optimierung des statischen Arbeitspunktes kann der wirtschaftliche Ertrag des Anlagenbetriebs pro Zeiteinheit explizit im Gütekriterium berücksichtigt und maximiert werden.

Beispielsweise kann bei einer Destillationskolonne durch eine Zonenregelung der Produktqualität (Kopf- und Sumpftemperatur) per MPC bei gleichzeitiger Minimierung der Stellgröße Heizdampf-Durchfluss der Energieverbrauch gesenkt werden - über eine automatische, angepasste Reduktion des Rücklaufverhältnisses.

### 4.2 Energiemanagement

Energiemanagement nach DIN 4602 ist die vorausschauende, organisierte und systematisierte Koordinierung von Beschaffung, Wandlung, Verteilung und Nutzung von Energie zur Deckung der Anforderung unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Zielsetzung. Der Begriff beschreibt damit das Handeln zum Zweck des effizienten Umgangs mit Energie.

Die zahlreichen Aspekte des Energiemanagements werden in [9.] beleuchtet.

SIMATIC powerrate ist als AddOn für SIMATIC WinCC und SIMATIC PCS 7 verfügbar und dient zur Normierung, Visualisierung und Archivierung von Energie- und Leistungsmittelwerten mit Zeitstempeln. Die Verbrauchsdaten der Anlage



werden über den Feldbus eingesammelt und in der SIMATIC S7-CPU komprimiert und zwischengespeichert. Die Transparenz der Energieflüsse ist eine wesentliche Voraussetzung für eine Optimierung. Das Energiemanagement wird damit neben der Operator Station und der Maintenance Station als dritte Säule im Prozessleitsystem verankert.

### 4.3 Chargenplanung (Scheduling)

In der Umsetzung von Produktionsaufträgen zu einer konkreten Einplanung bestimmter Chargen auf bestimmten Teilanlagen zu bestimmten Zeitpunkten steckt Optimierungspotential im Sinne des effizienten Anlagenbetriebs. Dabei sind verschiedene Optimierungsziele miteinander in Einklang zu bringen, unter Berücksichtigung der begrenzten Produktionsmittel (Rührkessel-Reaktoren etc.):

- Einhaltung von Lieferterminen und Vorgaben zur Produktqualität.
- Maximierung der Anlagenauslastung bzw. des Durchsatzes.
- Minimierung des Reinigungsaufwands bei der abwechselnden Herstellung verschiedener Produkte im selben Kessel.
- Vermeidung von Lastspitzen im Energieverbrauch.

SIMATIC BATCH enthält Hilfsmittel zur Chargenplanung und automatischen Ausführung der geplanten Chargen. Die individuelle Optimierung selbst obliegt jedoch dem Anwender.

### 4.4 Wegesteuerung (Route Control)

Mit dem Optionspaket SIMATIC Route Control [19.] meistert PCS 7 die Steuerung von Materialtransporten in Anlagen mit vielen verzweigten Leitungswegen oder umfangreichen Tranklagern sowie bei Transportwegen mit hoher Flexibilität, und unterstützt damit einen effizienten Anlagenbetrieb. Route Control arbeitet ähnlich wie ein Navigationssystem für die Materialtransporte: Auf Basis einer Vorgabe von Transportquelle und Ziel findet Route Control automatisch den passenden Weg. Bei Störungen wird automatisch ein Umweg gesucht ("Stau-Umfahrung"). Der Durchsatz des Materialtransportes wird optimiert ("Debottlenecking"). Die Operator werden von

der manuellen Planung der Materialtransporte entlastet.

Bevorzugte Einsatzmöglichkeiten:

- Anlagen in der Chemie, der Petrochemie oder in der Getränke- und Nahrungsmittelindustrie, im mittleren und oberen Leistungsbereich mit einem umfangreichen Wege-/Rohrleitungsnetz.
- Häufige Umbauten und Erweiterungen des Wegenetzes inkl. Aktoren und Sensoren.
- Transportwege mit hoher Flexibilität: ständig wechselnde Materialien, oder dynamische Vorgabe von Quelle und Ziel des Materialtransportes (inkl. Richtungsumkehr bei bidirektionalen Transportwegen).
- Viele gleichzeitig ablaufende Materialtransporte.
- Anlagenprojekte in Kombination mit SIMATIC BATCH.

# 5 Simulation, Operator Training

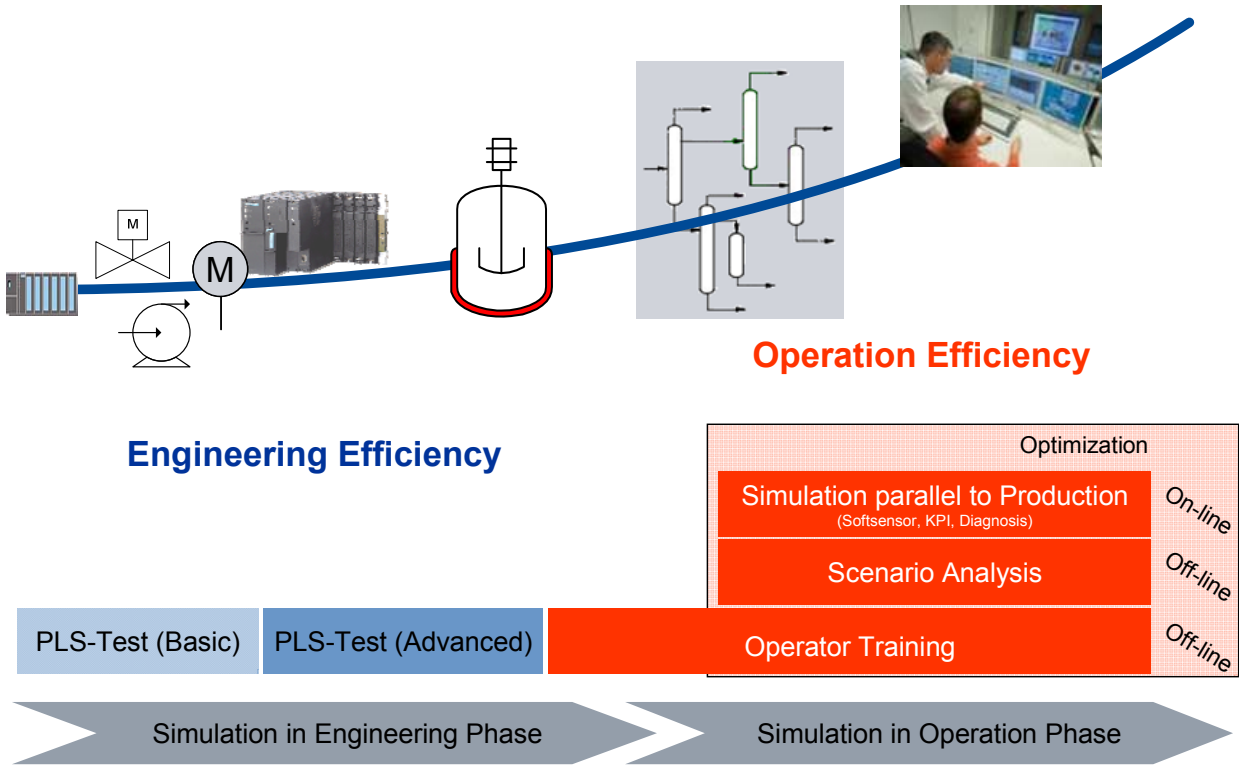


Bild 5-1 Einsatzphasen der Simulation in der Prozessautomatisierung

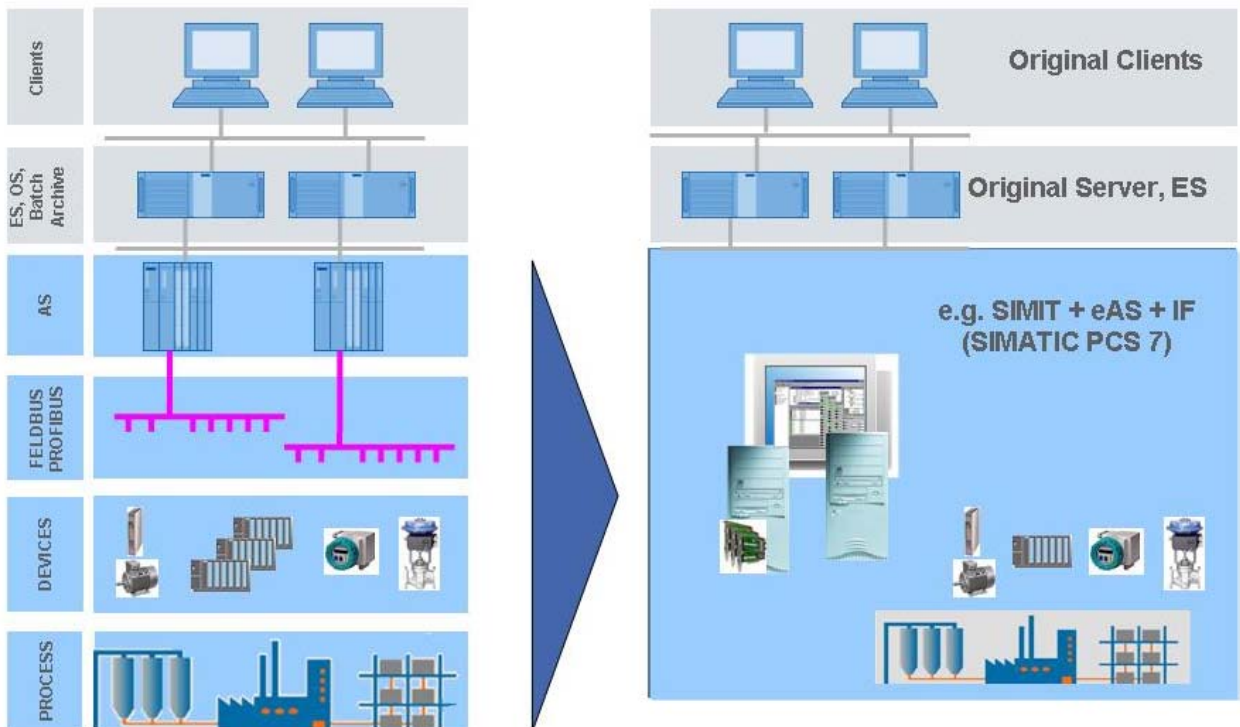


Bild 5-2: Architektur eines Operator Training Systems [20.]

Simulation ist eine Technik zur Nachbildung von Vorgängen mit Hilfe eines vereinfachten Abbildes der Wirklichkeit (Modell). In den verschiedenen Phasen des Anlagen-Lebenszyklus lässt sich mit Hilfe von Simulationen die Effizienz steigern.

In einer frühen Phase der Projektierung des Prozessleitsystems (PLS-Engineering) werden Simulationsverfahren schwerpunktmäßig vom Prozessleitsystemingenieur zum Testen der Leitsystemsoftware eingesetzt (PLS-Test Basic und Advanced). Im Fokus liegt die Steigerung der Engineering Efficiency und die Beschleunigung der Inbetriebsetzung. In der späteren Phase (PLS-Betriebsphase) steht die Steigerung der Anlageneffizienz im Vordergrund. Hierzu werden zunehmend Operator Guidance Systeme (OGS bzw. lean OTS) und Operator Training Systeme (OTS) eingesetzt um den Anlagenfahrer mit Hilfe von Simulationsmodellen zu trainieren. Darüber hinaus werden Simulationsmethoden zur verfahrens- bzw. regelungstechnischen Optimierung während der Betriebsphase einer Anlage z.B. hinsichtlich des verwendeten Regelungskonzeptes oder der Evaluierung neuer Fahrstrategien zur Verkürzung von Produktübergängen bzw. An- und Abfahrvorgängen verwendet. Im Rahmen einer betriebsparallelen Simulationen gibt es Einsatz-Szenarien wie z.B. Soft-Sensoren, modellbasierte KPI-Berechnungen sowie modellbasierte Überwachung und Diagnose.

Insbesondere bei der Realisierung einer neuen Anlage, bei der Simulationsmethoden von Beginn an in allen Phasen des Anlagen-Lebenszyklus zum Einsatz kommen, zeigt sich der Nutzen durch ein reibungsloseres Anfahren und eine schnellere und effizientere Inbetriebnahme. Dazu tragen sowohl die Vorbereitung der Bedienmannschaft durch realitätsnahe Schulungen als auch die frühzeitige Prüfung der Automatisierungs-Software bei.

Als realitätsnahe Arbeitsumgebung für das Training der Anlagenfahrer enthält ein OTS typischerweise die gleichen OS-Bilder wie die reale Anlage in Kombination mit realen oder auf dem PC emulierten Controllern. Anstelle des realen Prozesses ist jedoch ein dynamischer Prozess-Simulator angekoppelt. Dies ermöglicht eine effiziente und realistische Bedienerausbildung und ein gefahrloses und wiederholbares Training. Typische Nutzungsmöglichkeiten sind:

- Training der Leitsystembedienung,
- Training der Betriebsabläufe und Leitsystembedienung beim An-/Abfahren,
- Training der Prozessdynamik und Bedienungsabläufe im Normalbetrieb (stationär, Last- und Produktwechsel),

- Training der Bedieneingriffe bei Ausfallszenarien, Störfällen etc.,
- Demonstration der Technologie an Lizenznehmer (Technologietransfer).

Zusätzlicher Nutzen bei Verwendung vor Inbetriebnahme:

- Inbetriebnahmezeiten verkürzen,
- Anfahrstrategie verifizieren,
- Handeingriffe beim Anfahren trainieren.

Zusätzlicher Nutzen bei der Prozessoptimierung für bestehende Anlagen:

- Verbesserung und Erweiterung des Automatisierungskonzeptes,
- Regleroptimierung und -tuning,
- Entwurf und Test von APC Konzepten,
- Optimierung von Betriebsanweisungen und Fahrstrategien,
- Szenario-Analysen, prädiktive Simulation.

Die in den folgenden Abschnitten beschriebenen Produkte stehen im Umfeld von SIMATIC PCS 7 für die Erstellung von Operator Training Systemen zur Verfügung, und werden von Siemens auch mit entsprechenden Dienstleistungen unterstützt.

## 5.1 Simulations- und Emulations-Plattform SIMIT

SIMIT [21.] ist die offene Plattform für den Test von Automatisierungssoftware. Durch Nachbildungen des Prozessverhaltens lässt sich die korrekte Funktion der Automatisierung sicherstellen, z.B. im Rahmen eines FAT (Factory Acceptance Test).

SIMIT entstand aus dem Kraftwerksumfeld und wurde bereits erfolgreich auch in der Chemie-Branche angewendet. Es verfolgt das Ziel, Personenkreisen mit automatisierungstechnischem Hintergrund den anwendungsbezogenen Zugang zu Prozesssimulationen zu ermöglichen (z. B. FAT-Advanced, Operator Training), ohne sich zwingend auf dem Komplexitätsniveau verfahrenstechnischer Simulatoren bewegen zu müssen. Reichen die Modellierungsmöglichkeiten von SIMIT nicht aus oder liegen bereits externe verfahrenstechnische Modelle vor, bestehen Kopplungsmöglichkeiten zur Co-Simulation.

## 5.2 Simulationssystem SIMBA Profibus

Zur Ankopplung eines SIMIT-Simulators an einen SIMATIC PCS 7 Controller wird SIMBA eingesetzt. Das Simulationssystem SIMBA Profibus [22.] besteht aus einer Einsteckkarte für einen PCI-Steckplatz im PC, die anstelle der dezentralen Peripherie mit dem Feldbus eines Prozessleitsystems-Controllers verbunden wird, so dass es für das Leitsystem aussieht, als kämen die Signale tatsächlich vom realen Profibus (aus dem realen Prozess), während sie in Wirklichkeit auf dem SIMBA-PC per Software erzeugt werden.

Zur Simulation des Feldbusses steht das PCS 7 Add-On "SIMBApro FAT" zu Verfügung. Dieses Add-On zur Feldbussimulation mit zahlreichen Funktionen für den FAT basiert auf dem Simulationssystem SIMBApro PCI. Es ermöglicht die Simulation der dezentralen Peripherie (PROFIBUS DP und PA) bis hin zur Aggregate-Ebene. Für den FAT Test von Anlagen sind Aggregate-Typicals (Ventile, Motoren, etc.) bereits vorgefertigt. Importfunktionen für Peripherieaufbau (Step 7 HW-Konfig) und für Aggregate-Verschaltungen (Symboltabelle) erlauben ein komfortables und schnelles Erstellen von FAT-Lösungen.

## 5.3 Emulation von Controllern auf dem PC: PLCSIM und WinAC

Beim FAT wird immer die reale Hardware des Prozessleitsystems getestet. Falls jedoch im Rahmen eines OTS keine Original-Controller eingesetzt werden sollen, kommt eine Emulation auf dem PC in Frage.

WinAC RTX [23.] bietet die volle Funktionalität einer SIMATIC CPU in einer PC-Umgebung. Sie eignet sich daher besonders für Aufgabenstellungen, in denen eine hohe Flexibilität und effektive Integration in die Gesamtaufgabe gefordert ist. Dazu zählt die enge Verbindung mit Simulations-, Datenverarbeitungs- oder Logistiksystemen wie auch die Anbindung an technologische Aufgaben, z.B. Motion- oder Vision-Systeme.

Falls ein OTS für eine Anlage mit mehreren Controllern aufgebaut wird, ist jedoch zu beachten, dass auf einem PC nur eine Instanz von WinAC installiert werden kann.

In S7-PLCSIM, einem Optionspaket zu STEP 7, kann ein per CFC/SFC erstelltes Anwenderpro-

gramm in einer emulierten speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) ausgeführt und getestet werden. Da die Emulation vollständig in der STEP 7 Software realisiert ist, wird keine zusätzliche Hardware benötigt. PLCSIM bietet eine einfache Schnittstelle zum STEP 7-Anwenderprogramm und dient zum Beobachten und Ändern verschiedener Objekte wie Eingangs- und Ausgangsvariablen.

Im Zusammenhang mit der Erstellung von OTS bietet PLCSIM die Möglichkeit, mehrere Instanzen (SIMATIC CPUs) auf einem PC zu emulieren. Allerdings bietet PLCSIM nicht alle Kommunikationsmöglichkeiten einer realen CPU. Derzeit fehlt auch eine rechnerübergreifende Kommunikation, d.h. PLCSIM kann nur von einem PCS 7 Engineering-System genutzt werden, das sich auf demselben PC befindet, und gleichzeitig die Rolle des OS-Servers übernimmt.

Daher wird von Siemens I IS im Zusammenhang mit SIMIT auch noch eine Lösung namens "SIMIT Emulation Platform" (früher SoftPLC) eingesetzt, die für jedes OTS projektspezifisch konfiguriert wird.

## 6 Safety und Security

Ziel des Safety Engineerings ist es, Unfälle und Folgeschäden von Fehlern zu vermeiden, um die maximale Sicherheit für Mensch, Prozess und Umwelt zu erreichen.

In der Prozessindustrie unterliegen Betrieb und Errichtung von Anlagen mit Gefährdungspotenzial der internationalen Norm IEC 61511, dem Standard für die funktionale Sicherheit sicherheitstechnischer Systeme.

Die Beschreibung der Vorgehensweise zur Realisierung der funktionalen Sicherheit folgt hier dem Sicherheitslebenszyklus (Safety Lifecycle) der Anlage, der in folgende drei Phasen gegliedert ist: Analysephase, Realisierungsphase sowie Betriebs- und Wartungsphase.

Ein "Safety Instrumented System" (SIS) ist eine Kombination aus Sensoren, Logikeinheiten (z.B. Steuerungen) und Aktoren, die abnormale Betriebsbedingungen detektiert und die Anlage automatisch wieder in einen sicheren Zustand zurückführt.

Zur Klassifikation sicherheitsgerichteter elektrischer/elektronischer Systeme dient der SIL (Safety Integrity Level, Sicherheitsanforderungsstufe) gemäß EN 61508 als ein Maß für die Zuverlässigkeit des Systems, die in Abhängigkeit des Gefährdungspotentials gewählt werden muss. Auf Basis der IEC 61508 gibt es sektorspezifische Normen, z. B. die IEC 61511 für die Prozessindustrie, die für Planer und Betreiber entsprechender Anlagen wichtig ist.

Neben der funktionalen Sicherheit muss ein Anlagenbetreiber auch die IT-Sicherheit (Security) als Schutz vor unberechtigten Zugriffen im Auge behalten.

### 6.1 Flexible Modulare Redundanz

Durch redundanten Hardware-Aufbau kann eine höhere Verfügbarkeit des Prozessleitsystems erreicht werden. Dabei sind flexible Kombinationen verschiedener redundanter Teilsysteme möglich:

- Redundante Server, z.B. OS-Server, Batch-Server, Archive Server
- Redundante Controller S7-400H oder S7-400FH,

- Redundanter Anlagenbus (Industrial Ethernet, Ring-Topologie),
- Redundante und/oder umschaltbare dezentrale Peripherie,
- Redundanter Feldbus (Profibus DP und Profibus PA, Koppler-Redundanz oder Ringstruktur).
- Baugruppen- und kanalgruppengranulare Redundanz in der dezentralen Peripherie ET 200M.

### 6.2 Safety Integrated

Durch die Möglichkeit, Standard- und Fail Safe-Funktionen im gleichen Controller und am gemeinsamen PROFIBUS zu implementieren erlaubt SIMATIC PCS 7

- eine homogene Integration der Sicherheitstechnik in Prozessleitsystem,
- eine Projektierung von Standard- und Failsafe Funktionen mit gemeinsamem Engineering-Tool (CFC),
- eine direkte Kommunikation zwischen Standard- und Safety-Programm.

Zur Konfiguration der Hardware und Projektierung der sicherheitsgerichteten Prozessapplikation nach IEC 61511 gibt es ein STEP 7 Optionspaket zur fehlersicheren Programmierung von S7-400H Controllern. Es vereinfacht die Erstellung des Sicherheitsprogramms durch Bereitstellung einer F-Befehlsbibliothek mit vorgefertigten und TÜV-zertifizierten Bausteinen nach SIL3 IEC 61508 und erleichtert die Dokumentation des Sicherheitsprogramms, z. B. durch Verwaltung der Signaturen.

Eine optionale Brennerbibliothek für Thermo- und Dampfkessel enthält vom TÜV zertifizierte SIL 3 F-Bausteine für industrielle Gasbrenner, Ölbrenner und Mischbetrieb.

### 6.3 Safety Matrix

Mit der SIMATIC Safety Matrix [25.] bietet Siemens ein TÜV-zertifiziertes Safety Lifecycle Management Tool für Sicherheitsapplikationen bis SIL 3 gemäß IEC 61508. Die Safety Matrix wird auch als "Cause&Effect-Matrix" bezeichnet.

Die SIMATIC Safety Matrix kann in allen Phasen des Sicherheitslebenszyklus eingesetzt werden. Die dadurch erzielten Rationalisierungseffekte tragen wesentlich dazu bei, die Investitionskosten (CAPEX, Capital Expenditure) und die Betriebskosten (OPEX, Operational Expenses) der Anlage zu senken.

Die SIMATIC Safety Matrix besteht aus folgenden Einzelprodukten, die sich bezüglich Funktionalität und Anwendungsbereich unterscheiden:

- Safety Matrix Editor zum Anlegen, Projektieren, Prüfen und Dokumentieren der Safety Matrix-Logik.
- Safety Matrix Engineering Tool zum Anlegen, Projektieren und Übersetzen einer Safety Matrix, Transferieren in das Projekt, Übersetzen, Laden, Bedienen und Beobachten des sicherheitsgerichteten CFC-Programms.
- Safety Matrix Viewer zum Bedienen und Beobachten des sicherheitsgerichteten CFC-Programms auf der OS.

## 6.4 Security (IT-Sicherheit)

Nicht nur in der IT-Bürowelt, sondern auch in der industriellen Automatisierung gehört Security als Schutz gegen unberechtigte Zugriffe heute zu den meist diskutierten Themen.

Security in der industriellen Automatisierung kann nur durch die Zusammenarbeit von Herstellern, Anbietern, Anwendern und Betreibern erreicht werden [26.]. Ein wichtiger Bestandteil der Zusammenarbeit ist die Schaffung international einheitlich anwendbarer Standards, die eine Basis für zukunftssträchtige Security-Konzepte und -Lösungen bilden. Die wichtigste Norm ist derzeit die in Entstehung sich befindliche IEC 62443 „Industrial communication networks – Network and system security“, weil sie zum einen die spezifischen Anforderungen der industriellen Automatisierung berücksichtigt und zum anderen alle Aspekte eines Security Management Systems abdeckt [27.]. Insbesondere wurde die Richtlinie VDI/VDE 2182 „Informationssicherheit in der industriellen Automatisierung“ in diesen Normentwurf eingebracht. Die IEC 62443 ist auch als ISA-99 bekannt

Oberste Priorität in der Automatisierung hat die unbedingte Aufrechterhaltung der Kontrolle über Produktion und Prozess durch das Bedienpersonal, auch bei auftretenden Security-Bedrohungen. Die Verhinderung beziehungsweise Einschränkung der Verbreitung einer aufgetretenen Security-Bedrohung für Anlagen und Netzwerke soll unter Aufrechterhaltung der

kompletten Bedien- und Beobachtbarkeit von Produktion und Prozess erfolgen.

Das "Sicherheitskonzept PCS 7 und WinCC" [28.] soll sicherstellen, dass nur authentifizierte Benutzer über die ihnen zugewiesenen Bedienmöglichkeiten an authentifizierten Geräten autorisierte (erlaubte) Bedienungen durchführen können. Diese Bedienungen sollen ausschließlich über eindeutige und geplante Zugriffswege erfolgen, um während eines Auftrages eine sichere Produktion oder Koordination ohne Gefahren für Mensch, Umwelt, Produkt, zu koordinierende Güter und das Geschäft des Unternehmens zu gewährleisten. Dieses Sicherheitskonzept setzt auf die tiefengestaffelte Sicherheitsarchitektur ("Defense-in-Depth"), die viel wirksamer als die Absicherung durch Verschleierung und Verstecken von Informationen („Security by Obscurity“) ist. Die Dokumentensammlung zum Konzept [28.] soll die Zusammenarbeit der Netzwerkadministratoren von Unternehmensnetzen (IT-Administratoren) und Automatisierungsnetzen (Automatisierungsingenieuren) erleichtern, so dass die Vorteile der Vernetzung der Prozessleittechnik mit der Datenverarbeitung der anderen Produktionsebenen ohne beidseitig erhöhte Sicherheitsrisiken genutzt werden können. Zum Sicherheitskonzept PCS 7 und WinCC gehören u.a. folgende Elemente:

- Segmentierung der Anlage in "Sicherheitszellen",
- Tiefengestaffelte Sicherheitsarchitektur ("Defense-in-Depth"),
- Windows Security Patch-Management,
- Servicezugang und Fernwartung,
- Virenschutz und Firewalls,
- Benutzer- und Rechteverwaltung,
- Active Directory, Domänen und Arbeitsgruppen,
- IP Hardening.

## 6.5 Emissions-Überwachung und Reduktion

### 6.5.1 Prozessanalytik

Zur genauen Erfassung von Emissionen und zur Messung der Zusammensetzung von Abgasströmen können Geräte der Prozessanalytik eingesetzt werden, im Speziellen Geräte der kontinuierlichen Gas-Analytik: [32.]. Dabei kommen in-situ oder extraktive Verfahren in Betracht.



Extraktive Messverfahren sind dadurch gekennzeichnet, dass die zu analysierende Probe aus der Abgasleitung entnommen und dem Analysegerät über eine oftmals beheizte Probenleitung und Probenaufbereitung konditioniert zugeführt wird. Die Siemens Geräte der Baureihen ULTRAMAT 6 und ULTRAMAT 23 dienen der selektiven Messung von Infrarot-aktiven Gasen, z.B. CO, CO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> und anderen Kohlenwasserstoffen im Abgas nach dem NDIR-Verfahren (nichtdispersiver Infrarot-Gasanalysator).

Bei den in-situ Verfahren muss dagegen keine Probe entnommen werden, sondern die physikalische Messung findet im Prozessgasstrom direkt in der eigentlichen Abgasleitung statt. Dadurch wird beispielsweise eine deutlich höhere Messdynamik erreicht. Der LDS 6 von Siemens arbeitet mit einem fasergekoppelten Diodenlaser und integrierter, mit dem zu messenden Gas befüllter Referenzgas-Zelle. Bis zu zwei verschiedene Komponenten aus der Menge der Referenzgase (O<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, HF, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CO, HCl) können damit schnell und berührungslos direkt im Prozess bzw. im Schornstein gemessen werden.

### 6.5.2 Lambda-Regelung

Die Lambdasonde ( $\lambda$ -Sonde) ist ein Sensor, der in einem Verbrennungsabgas den jeweiligen Restsauerstoffgehalt misst, um daraus das Verhältnis von Verbrennungsluft zu Brennstoff für die weitere Verbrennung so regeln zu können, dass weder ein Brennstoff- noch ein Luftüberschuss auftritt. Daher ist eine Lambda-Regelung wichtig zum effizienten Betrieb von Brennern in verfahrenstechnischen Anlagen, mit minimalen Abgas-Emissionen.

Die Messung des Restsauerstoffgehaltes in Abgasen und damit die Regelung von Verbrennungsprozessen ist mit der Oxymat-Gerätefamilie von Siemens möglich [33.]. Hier findet das robuste und langzeitstabile paramagnetische Wechseldruckverfahren Anwendung. Gerätevarianten mit der klassischen  $\lambda$ -Sonde (ZrO<sub>2</sub>-Sensor) sind ebenfalls verfügbar.



## 7 Service und Support

### 7.1 Life Cycle Services

Die in der Betriebsphase einer verfahrenstechnischen Anlage anfallenden Kosten stellen einen erheblichen Teil der Gesamt-Kosten über den Anlagenlebenszyklus von z. B. 15 Jahren dar.

Die Basis für vorteilhafte Life-Cycle Kosten ist eine hohe Anlagen-Verfügbarkeit durch ein stabiles Prozessleitsystem mit stabiler Applikationssoftware basierend auf Standards sowie eine präventive Wartung der Anlage.

Eine wesentliche Rolle spielen dabei auch die Servicekosten für Engineering Support und Maintenance sowie Upgrades. Die zentralen Forderungen nach einem umfassenden Dienstleistungsangebot beinhalten deshalb:

- Investitionsschutz durch Serviceprodukte,
- Systemverfügbarkeit durch Absicherung der Servicefähigkeit,
- Servicefähigkeit durch geeignete Migrationskonzepte,
- Kostenminimierung über den gesamten Lebenszyklus,
- Obsoleszenz-Management.

Unter Obsoleszenz versteht man die Veralterung von Systemen im Zusammenhang mit der Abkündigung von Bauteilen oder Software-Versionen.

Das Angebot der SIMATIC PCS 7 Life Cycle Services ([29.] , [30.] ) erfüllt diese Anforderungen und ist deshalb ein unverzichtbarer Bestandteil zur ganzheitlichen Betrachtung eines PCS 7-Systems. Das modular aufgebaute Portfolio der SIMATIC PCS 7 Life Cycle Services deckt die unterschiedlichen Anforderungsprofile der Praxis ab. Die in jedem Modul enthaltenen Basic Services, wie Zugriff auf den Online Support oder Technical Support, werden ergänzt durch additive Aufbaumodule:

- Bereitschaftsdienst Instandsetzung,
- Inspektion und Wartung,
- Anlagen-Ersatzteillager und Obsoleszenz-Management,
- Modernisierung (Updates / Upgrades).

Optionale Services für jedes Aufbaumodul runden die SIMATIC PCS 7 Life Cycle Services ab:

- Service rund um die Uhr (7/24),
- Software Update Service (SUS),
- Erweiterte Austausch-Optionen,
- Asset Optimierung,
- Technische Support-Verträge,
- Fernwartung (Remote Support Services).

### 7.2 Verfügbarkeit von Komponenten und Ersatzteilen über lange Zeit

Um die Verfügbarkeit von Anlagen sicherzustellen, muss auch die schnelle und zuverlässige Verfügbarkeit von Ersatzteilen gewährleistet sein - wobei das Wort "Verfügbarkeit" in diesem Satz in zwei verschiedenen Bedeutungsnuancen verwendet wird: als Funktionserfüllung, und als Lieferbarkeit. Fehlt das entscheidende Ersatzteil, kann das hohen finanziellen Schaden verursachen.

Siemens stellt daher ein weltweites Netzwerk für die Ersatzteilversorgung mit optimalen Logistik-Ketten zur Verfügung, 24 Stunden am Tag, 365 Tage im Jahr [31.]. Original-Ersatzteile gewährleisten die Systemverträglichkeit und werden langfristig (bis zu zehn Jahre nach Abkündigung eines Produktes) im Vorrat gehalten.

Im Normalfall werden Ersatzteile kostenoptimiert ausgeliefert, aber im Falle eines Anlagenstillstands stehen auch Möglichkeiten einer zeitoptimierten Lieferung per Express oder Kurier zur Verfügung. Zusätzlich gibt es einen Notdienst mit Sonderlogistik (Kurier oder Abholung).

Die Produkte von Siemens Industry Automation durchlaufen einen Produktlebenszyklus, der drei Hauptphasen umfasst:

- Aktive Vermarktung,
- Auslauf und
- Abkündigung.

Die folgenden Erläuterungen sind nur als allgemeine Orientierung zu betrachten, da ebenso die Dauer wie auch die Support-Optionen je nach Produkttyp und Umständen variieren können:

**Auslaufprodukt:** Sobald bekannt gegeben wird, dass sich ein Produkt in der Auslaufphase befindet, gibt es zwei Phasen, die in ihrer zeitlichen Dauer je nach Produktfamilie variieren können:

- Phase 1: **Noch listenmäßiger Verkauf:** Für alle Produkte besteht die Absicht, aber nicht die Garantie, dass sie für einen Zeitraum von bis zu einem Jahr für Abnahmen im Rahmen üblicher Bestellmengen zur Verfügung stehen.
- Phase 2: **Typ-gestrichen:** Nach einem Jahr sind die Produkte nur noch als Ersatzteil, z.T. auch auf der Basis 1:1 (Reparatur und Aus-

tausch) während der Dauer der Auslaufphase lieferbar. Es bestehen Unterschiede in der Dauer der Auslaufphase für jede Produktfamilie: Bei den meisten SIMATIC-Produkten beträgt sie 10 Jahre, bei PC-basierten Systemen 5 Jahre.

Der verfügbare technische Support richtet sich ebenfalls nach dem Produktlebenszyklus. Nach der Abkündigung werden Produktion und Support eingestellt.

## 8 Installierte Basis und Systemintegratoren

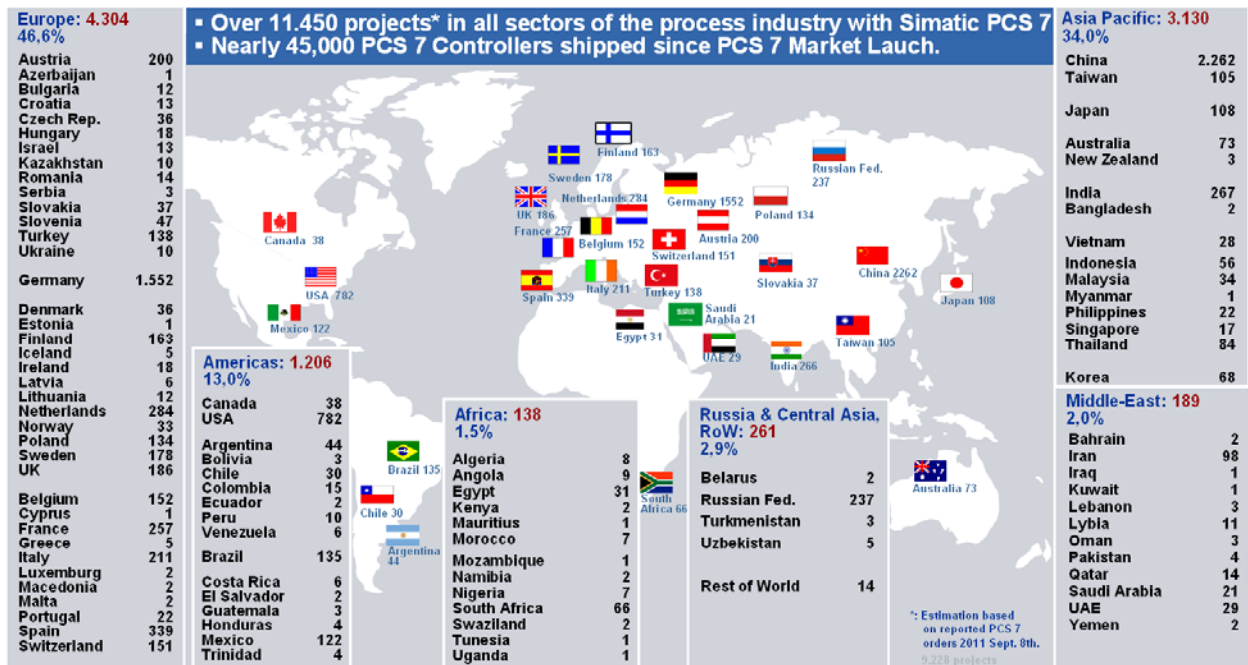


Bild 8-1: Installierte Basis SIMATIC PCS 7, Stand August 2011

Siemens Solution Partner Automation			
		Specialist	Industry
<b>Technical focus</b>	Detailed PCS 7 know-how	Detailed PCS 7 know-how PCS 7 project management	In-depth industrial sector know-how Industry sector management e.g. validation
<b>Project focus</b>	Engineering	Support process control technology	Support, application
<b>End customer focus</b>	Implement customer requirements	Definition of customer requirements	Development of a turn-key solution

Bild 8-2: Anforderungen an PCS 7 Solution Partner

SIMATIC PCS 7 ist im Liefereinsatz seit 1997 und hat inzwischen eine entsprechend große installierte Basis: über 11300 PCS 7 Projekte in allen Sektoren der Prozessindustrie und über 42300 verkaufte PCS 7 Controller weltweit: Bild 8-1.

Neben den Service-orientierten Einheiten der Firma Siemens steht ein weltweites Netzwerk von Systemintegratoren für SIMATIC PCS 7 be-

reit. Siemens Solution Partner sind ausgewählte Systemintegratoren, die weltweit einheitlich als qualifizierte Lösungsanbieter für das Siemens Angebot in den Bereichen Automatisierung und Product-Lifecycle-Management auftreten. Sie setzen dabei ihr ausgewiesenes Produkt- und System-Know-how sowie ihr exzellentes Applikations- und Branchenwissen ein.

Vor dem Hintergrund, dass es zunehmend wichtiger wird, die Automatisierungs-Systeme in der Prozessindustrie mit den Business-Systemen eines Unternehmens zu verknüpfen, entwickeln sich Leitsystem-Integratoren immer mehr vom klassischen Prozessleitsystemanbieter zu echten Enterprise-Integratoren. Das Solution Partner Programm von Siemens ist für die effiziente Lösung von Kundenanforderungen in sich modular aufgebaut.

Für jede Aufgabe gibt es den richtigen Partner:

- **PCS 7 Solution Partner** haben Erfahrung mit PCS 7 Projekten und setzen Automatisierungs-Applikationen für Kunden um.
- **PCS 7 Specialists** haben langjährige praktische Erfahrung mit unserem Prozessleitsystem und sind fokussiert auf den Bereich Prozessleittechnik.
- **PCS 7 Process Safety Specialists** zeichnen sich durch besonderes Know-how in Sachen funktionaler Prozess-Sicherheit und Safety Integrated Systems aus.
- **Industry Partner** basierend auf PCS 7 Specialists verfügen neben ausgezeichnetem Produkt-/System-Know-how über exzellentes Branchenwissen.

Neben den allgemeinen Anforderungen für Solution Partner gelten die in **Bild 8-2** dargestellten Anforderungen speziell für PCS 7 Solution Partner.

So wie Solution Partner sich zu SIMATIC PCS 7 bekennen, fühlt sich die Firma Siemens verpflichtet, die Zusammenarbeit zwischen sich und den Partnern zu stärken und ihr Wissen an ihre Partner weiterzugeben. Darum stellt Siemens seinen Partnern eine Reihe von exklusiven Leistungen zur Verfügung, von Workshops über Premium Support bis hin zu unterstützenden Marketing-Maßnahmen.

**Qualifizierung:** Um einen hohen und durchgängigen Qualitätsstandard bei den Solution Partnern zu etablieren, sind je nach Qualifikationsgrad verschiedene Zertifizierungsmaßnahmen vorgeschrieben:

- Solution Partner müssen nach Vertragsabschluss den Workshop "SIMATIC PCS 7" erfolgreich absolvieren.
- SIMATIC PCS 7 Specialists: Solution Partner mit Fokus auf Leitsystemtechnik können nach einer durch Siemens vorgenommenen Evaluierung über intensive Audits den Status eines Specialists erreichen. Bei den Audits werden technische Kompetenz und Projektkompetenz geprüft.

- Industry Partner (basierend auf PCS 7) benötigen eine branchenspezifische Zertifizierung. Außerdem weist der Partner seine Kompetenz über seine Marktposition und erfolgreiche Projekte in der jeweiligen Branche nach.

Siemens-Kunden profitieren von einer umfassenden Unterstützung durch Siemens und Solution Partner entlang des gesamten Produktionsablaufs mit klaren Vorteilen in jeder Phase des Produktions-Lebenszyklus. Die enge Zusammenarbeit mit Siemens Solution Partnern und daraus entstehende Synergieeffekte resultieren in einer deutlichen Verkürzung der Markteinführung neuer Produkte auf neuen Produktionsanlagen und einem Innovationsvorsprung in den realisierten Lösungen.

Für die Suche nach einem qualifizierten Solution Partner, der die Umsetzung der Anforderungen an die Automatisierung unterstützt und entsprechende Referenzprojekte aufweist, steht auf den Siemens Internet-Seiten ein sog. "Partner Finder" zur Verfügung:

<https://www.automation.siemens.com/provider/2/partnerfinder/SolutionPartner.aspx?lang=de>

Mehr Informationen über das Solution Partner Programm finden Sie unter [34.].

## 9 Innovatives Anwendungs-Know-how

Mit der langjährigen Erfahrung, einem breiten Portfolio von Lösungen für die Automatisierung, Energieerzeugung und -verteilung sowie der Expertise in der Prozesssteuerung und Optimierung ist Siemens weltweit der richtige Partner für Kunden aus dem Bereich der Prozesstechnik: [36.]. Siemens hilft durch intelligente Automatisierungs- und Servicekonzepte "Time-to-Market" und "Total Cost of Ownership" zu reduzieren. Bei allen Prozessen trägt Siemens zur Wertschöpfung bei – fokussiert auf Anlagenverfügbarkeit und Profitabilität, Prozess- und Anlagensicherheit, höchste Flexibilität und Qualität, alles mit dem Ziel, auch in Zukunft Investitionen und Wettbewerbsfähigkeit zu sichern.

[37.] bietet den Zugang zu Siemens Engineering & Consulting für die **chemische Industrie** sowie für die **Branchen Pharma und Nahrungs- und Genussmittel**. Das Angebot reicht von der Konzeption und Planung bis zur Realisierung von Produktions- und Laboranlagen. In der Anfangsphase wird die Entwicklung und Auswahl geeigneter Verfahren unterstützt, danach die Planung der Anlage, das gesamte Projektmanagement für Basic- und Detail Engineering, Bau und Inbetriebnahme. Siemens Engineering & Consulting unterstützt bei der Kosten- und Zeitminimierung in der Designphase sowie bei der Maximierung der Anlagenverfügbarkeit und begleitet Anlagenbetreiber aktiv bei der Optimierung und Verbesserung bestehender chemischer Anlagen.

In Kap. 5 von [9.] sind konkrete Fallbeispiele dokumentiert, bei denen die Effizienz von verfahrenstechnischen Produktionsprozessen durch innovatives Anwendungs Know-how von Siemens verbessert werden konnte.

Das GMP Engineering Manual für PCS 7 [38.] ist ein Leitfaden zur Durchführung von Automatisierungsprojekten im GMP Umfeld ("Good Manufacturing Practice" gemäß FDA), d.h. für validierungspflichtige Anlagen in der **Pharma-Industrie**.

In enger Zusammenarbeit mit der **Zementindustrie** wurde das leistungsstarke Prozessleitsystem CEMAT [39.] auf Basis SIMATIC PCS 7 entwickelt, damit es alle Anforderungen der Zementherstellung erfüllt – und es hat sich seit vielen Jahren durch den Betrieb in rauen Umgebungen der Zementherstellung bewährt. CEMAT trägt dazu bei, die Kosten der Zementherstellung durch Ressourcenmanagement und Produktivi-

tätsüberwachung zu senken — von den Rohstoffen bis hin zu den fertigen Produkten.

Zu den zusätzlichen Vorteilen, die CEMAT der Zementindustrie bietet, gehören hervorragende Betriebs-Überwachungs und integrierte Diagnose-Funktionen, die bei der schnellen Erkennung potenzieller Störungen – schon vor dem Auftreten eines Problems – helfen und Stillstandszeiten minimieren. Weitere CEMAT "Tools" unterstützt bei der Kosten- und Zeitminimierung in der Engineering-Phase sowie bei der Migration von älteren Versionen.

Die **Wasserversorgung und -entsorgung** stellen hohe spezifische Anforderungen an die Automatisierung und Verfahrenstechnik – und damit auch an die Prozessautomatisierung. Um diese Anforderungen zu erfüllen, wurde die SIMATIC Wasserbibliothek [7.] entwickelt. Dabei handelt es sich um eine Bibliothek mit ca. 100 geprüften Bausteinen für die Automatisierungs- und Bedienebene. Da diese Bausteine auch auf SIMATIC S7-300 Controllern ablauffähig sind, eignen sie sich auch zur Integration von Package Units in SIMATIC PCS 7.

Die SIMATIC Wasserbibliothek bietet die Möglichkeit einer Standardisierung der Anwender-Software von wassertechnischen Anlagen mit vielfältigen Vorteilen. Die Bedienerführung ist konsequent an das Prozessleitsystem SIMATIC PCS 7 angepasst. Da die SIMATIC Wasserbibliothek zentral bereitgestellt und gepflegt wird, entfallen für Systemintegratoren entsprechende Aufwendungen. Vor allem aber verringern die standardisierten und wieder verwendbaren Bausteine und Beispielapplikationen den Aufwand bei Engineering und Inbetriebnahme.

Die Wasserbibliothek unterstützt:

- ein Mehrwartenkonzept mit Integration von Vor-Ort-Panels, vgl. Abschnitt 2.6,
- die Integration von SIMATIC S7-300 Steuerungen in SIMATIC PCS 7 Projekte,
- die Einbindung von Package Units, auch auf Basis von SIMATIC S7-300,
- eine erweiterte Messwertüberwachung – z.B. ein Messwert mit 8 Grenzwerten.

Einen generellen Überblick zu Branchenlösungen findet sich unter [35.]. Für verschiedene Branchen werden spezielle Lösungs-Dienstleistungen angeboten.

#### PA-Branchen (Prozess-Automatisierung)

<http://www.siemens.com/entry/industry/cc/de/index.htm>

- Chemie
- Pharma
- Nahrungs- und Genussmittel (Food & Beverage)
- Glas & Solar
- Wasser/Abwasser
- Biokraftstoffe

#### DT-Branchen (Drives Technologies)

<http://www.industry.siemens.com/industrysolutions/global/de/Seiten/home.aspx>

- Metall (Metals Technology)
- Zellstoff und Papier (Pulp & Paper)
- Zement und Bergbau (Minerals)
- Schiffbau

#### Energie-Branchen

- Öl und Gas
-

## 10 Fazit

Eine Automatisierung mit SIMATIC PCS 7 trägt wesentlich zur "operational excellence" bei und unterstützt den effizienten Betrieb verfahrenstechnischer Anlagen durch zahlreiche innovative Funktionen, Features und Zusatzpakete. Mit SIMATIC PCS 7 können Sie Durchsatz, Verfügbarkeit und Produktqualität maximieren, und dabei Betriebskosten und Instandhaltungskosten, Energie- und Rohstoffverbrauch, Ausschuss und Abfallmengen, Sicherheitsrisiken und Umweltgefährdungen minimieren.

## 11 Literatur

- [1.] Internet-Portal SIMATIC PCS 7  
[www.siemens.com/simatic-pcs7](http://www.siemens.com/simatic-pcs7)  
 -->  
<https://www.automation.siemens.com/mcms/process-control-systems/de/simatic-pcs-7/Pages/simatic-pcs-7.aspx>
- [2.] Siemens AG, Sector Industry, Industrial Automation: White Paper "Alarm-Management mit SIMATIC PCS 7."  
[https://intranet.automation.siemens.com/mcms/process-control-sys-tems/SiteCollectionDocuments/efiles/pcs7/support/marktstudien/Whitepaper\\_Alarm\\_Management\\_DE.pdf](https://intranet.automation.siemens.com/mcms/process-control-sys-tems/SiteCollectionDocuments/efiles/pcs7/support/marktstudien/Whitepaper_Alarm_Management_DE.pdf)
- [3.] Zitat Operational Efficiency  
[http://www.linkedin.com/answers/business-operations/quality-management-standards/OPS\\_QMA/623387-26896725](http://www.linkedin.com/answers/business-operations/quality-management-standards/OPS_QMA/623387-26896725)
- [4.] Kempf, S., Glathe, L.: Moderne Anlagenleitstände und Bedienkonzepte - HMI+ unterstützt operative Prozessführung industrieller Produktionsprozesse durch benutzerzentrierte Prozessvisualisierung. VDI-Kongress Automation 2011, Baden-Baden. VDI-Berichte 2143, VDI-Verlag, Düsseldorf.
- [5.] NA 120 „Operator-Arbeitsplatz aus Sicht der Mensch-Prozess-Kommunikation“
- [6.] Wieser, R.: Mehrwarten-Konzept mit SIMATIC PCS 7. ProcessNews - Das Magazin für die Prozessindustrie, Siemens AG, 16. Jahrgang, Ausgabe 3/2011.
- [7.] Wasser-Bibliothek  
<http://www.automation.siemens.com/mcms/water-industry/de/simatic-wasserbibliothek/Seiten/default.aspx>
- [8.] Siemens AG, Sector Industry, Industrial Automation: White Paper „Wie verbessern Sie die Performance Ihrer Anlage mit Hilfe der passenden Funktionen aus dem SIMATIC PCS 7 APC-Portfolio?“  
[http://www.automation.siemens.com/w2/efiles/pcs7/support/marktstudien/WP\\_PCS7\\_APC\\_DE.pdf](http://www.automation.siemens.com/w2/efiles/pcs7/support/marktstudien/WP_PCS7_APC_DE.pdf)
- [9.] Siemens AG, Sector Industry, Industrial Automation: White Paper „Energiemanagement und Energieoptimierung in der Prozessindustrie“.  
[www.siemens.com/simatic-pcs7/energy-management](http://www.siemens.com/simatic-pcs7/energy-management)
- [10.] Siemens AG, Sector Industry: PCS7 AddOn-Katalog. (Verfügbar auf [www.automation.siemens.com](http://www.automation.siemens.com))
- [11.] DataMonitor  
<http://www.automation.siemens.com/mcms/human-machine-interface/de/visualisierungssoftware/scada-wince/wincc-optionen/wincc-datamonitor/Seiten/Default.aspx>
- [12.] Dittmar, R., Pfeiffer, B.-M.: *Modellbasierte prädiktive Regelung - Eine Einführung für Ingenieure*. Oldenbourg Verlag, München, 2004.
- [13.] SIMATIC Batch  
<https://www.automation.siemens.com/mcms/process-control-systems/de/simatic-pcs-7/simatic-pcs-7-technologiekomponenten/batch-automatisierung/Pages/batch-automatisierung.aspx>



[14.] Siemens AG: Whitepaper "Integration of SIPAT, the Siemens PAT (Process Analytical Technology) software solution into manufacturing and development architectures", Nov. 2006.

[15.] Pfeiffer, B-M., Grieb, H., Bettenhausen, K. D.: Prozessnahes Performance-Management - vom Plant Asset-Management zur optimierten Betriebsführung. VDE-Kongress, Aachen, Okt. 2006. Tagungsband 2, VDE-Verlag, Berlin, S. 325-330.

[16.] Pfeiffer, B-M.: Control Performance Monitoring mit einer Kombination aus stochastischen und deterministischen Merkmalen, GMA-Kongress 2005, Baden-Baden, VDI-Berichte 1883, VDI-Verlag, Düsseldorf, S. 411 – 420

[17.] PCS 7 Maintenance Station

<https://www.automation.siemens.com/mcms/process-control-systems/de/simatic-pcs-7/simatic-pcs-7-systemkomponenten/maintenance-station/Pages/maintenance-station.aspx>

[18.] Schmitt, S.: Bausteine für optimalen Durchblick - Condition Monitoring mechanischer Assets in der Prozessindustrie. VERFAHRENS-TECHNIK 11/2010.

[https://www.automation.siemens.com/mcms/process-control-systems/de/simatic-pcs-7/simatic-pcs-7-systemkomponenten/maintenance-station/Documents/236\\_10\\_schmitt\\_verfahrenstechnik\\_11\\_2010.pdf](https://www.automation.siemens.com/mcms/process-control-systems/de/simatic-pcs-7/simatic-pcs-7-systemkomponenten/maintenance-station/Documents/236_10_schmitt_verfahrenstechnik_11_2010.pdf)

[19.] Broschüre SIMATIC Route Control

[http://www.automation.siemens.com/w2/efiles/pics7/pdf/00/prdbrief/kb\\_rc\\_de.pdf](http://www.automation.siemens.com/w2/efiles/pics7/pdf/00/prdbrief/kb_rc_de.pdf)

[20.] Lorenz, O.: Anwendung und Vorteile von Simulation in der Prozessautomatisierung. VDI-Kongress Automation 2009, Baden-Baden. VDI-Berichte 2067, VDI-Verlag, Düsseldorf.

[21.] Simulationssystem SIMIT

[http://www.industry.siemens.com/industrysolutions/global/de/IT4Industry/produkte/simulation/simit/Seiten/Default\\_tab.aspx](http://www.industry.siemens.com/industrysolutions/global/de/IT4Industry/produkte/simulation/simit/Seiten/Default_tab.aspx)

[22.] Baugruppe SIMBA Profibus

[http://www.industry.siemens.com/industrysolutions/global/de/IT4Industry/produkte/simulation/SIMBA\\_Profibus/Seiten/default\\_tab.aspx](http://www.industry.siemens.com/industrysolutions/global/de/IT4Industry/produkte/simulation/SIMBA_Profibus/Seiten/default_tab.aspx)

[23.] SIMATIC WinAC RTX

<https://eb.automation.siemens.com/goos/catalog/Pages/ProductData.aspx?catalogRegion=DE&language=de&nodeid=10001344&tree=CatalogTree&regionUrl=%2fde#B&activetab=product&>

[24.] SIMATIC PLCSIM

<https://eb.automation.siemens.com/goos/catalog/Pages/ProductData.aspx?catalogRegion=de&language=de&regionUrl=%2fde&activetab=product&nodeID=5300101#activetab=product&>

[25.] Broschüre SIMATIC Safety Matrix, Siemens AG, I IA, Sep. 2010.

<http://intranet.automation.siemens.com/mcms/simatic-controller-software/de/optionen-programmierung/s7-f-fh-systems/safety-matrix/Seiten/Default.aspx>

[26.] Palmin, A., Kästner, J.: Ganzheitliches Security-Konzept für die industrielle Automatisierung. Automation 2008, Baden-Baden. VDI-Berichte 2032.

[27.] Kobes, P., Gummersbach, J.-L., Palmin, A., Talanis, T., Schön Müller, B.: Security Management in der industriellen Automatisierung. Automation 2011, Baden-Baden.

[28.] Siemens AG, Automation&Drives, Whitepaper: Sicherheitskonzept PCS 7 und WinCC, Basisdokument und ergänzende Dokumente, 2008.

<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?query=Sicherheitskonzept&func=cslib.cssearch&content=adsearch%2fadssearch.aspx&lang=de&siteid=csius&objaction=cssearch&searchinprim=&nodeid99=>

[29.] SIMATIC PCS 7 Life Cycle Services

<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=de&objid=42347016&caller=view>

[30.] Siemens AG, Sector Industry, Industrial Automation: White Paper "Life Cycle Services für SIMATIC PCS 7". Okt. 2010

<https://intranet.automation.siemens.com/mcmsg/process-control-systems/de/intranet/services/Documents/Whitepaper%20Life%20Cycle%20Services%20DE.pdf>

[31.] Siemens Automation, Drive and Building Technology Service % Support Portal: Ersatzteile.

<http://support.automation.siemens.com/CH/lisapi.dll?func=cslib.csinfo&nodeid=16611927&lang=de&siteid=csius&aktprim=1&extranet=standard&viewreq=CH&objid=16611927&treeLang=de>

[32.] Siemens Gas-Analytik

<http://www.automation.siemens.com/w1/automation-technology-kontinuierliche-prozessgasanalyse-18802.htm>

[33.] Oxymat Sauerstoff-Messgeräte

<http://www.automation.siemens.com/w1/automation-technology-sauerstoff-18810.htm>

[34.] Siemens Solution Partner Portal

<https://www.automation.siemens.com/mcmsg/solution-partner/de/home/Seiten/Default.aspx?HTTPS=REDIR>

[35.] Prozessautomatisierung von A - Z, mit Hinweisen zu Branchenlösungen.

<https://www.industry.siemens.com/topics/global/de/prozessautomatisierung/Seiten/Default.aspx>

[36.] Produkte, Systeme, Lösungen und Dienstleistungen für die chemische Industrie

<http://www.industry.siemens.com/verticals/global/de/chemical-industries/Seiten/chemical-industries.aspx>

[37.] Siemens Engineering & Consulting für die chemische Industrie

<http://www.industry.siemens.com/verticals/global/de/chemical-industries/chemische-industrie-services/chemical-industries-engineering-consulting/Seiten/Default.aspx>

[38.] GMP Engineering Manual für PCS 7

<http://www.industry.siemens.com/verticals/global/en/pharma-industries/gmp-validation/gep/Pages/Default.aspx>

[39.] CEMAT Prozessleitsystem für die Zementherstellung

<http://www.siemens.com/cemat>

**[www.siemens.com](http://www.siemens.com)**

All rights reserved. All trademarks used  
are owned by Siemens or their respective owners.

© Siemens AG 2011

**Siemens AG**

Sektor Industry, IA AS S MP 7  
Östliche Rheinbrückenstr. 50  
D-76181 Karlsruhe