



# Beckhoff TwinCAT<sup>®</sup>

Total Windows Control and Automation Technology

## Windows als Basis für IEC-1131-Industrierechner

TwinCAT Version: alle  
Letzte Änderung: 16.11.1998

**BECKHOFF**  
INDUSTRIE ELEKTRONIK



# Windows als Basis für IEC-1131-Industrierechner

## Einsatz von Industrie PC Steuerungen in der Maschinenautomation

Die PC-kompatible Steuerungstechnik ist bereits von ihrem grundsätzlichen Konzept her bestens zum Einsatz in der Steuerungstechnik geeignet - bietet sich doch ein weites Leistungsspektrum immer wieder kompatibler Systeme der PC Welt zu Automatisierungszwecken an.

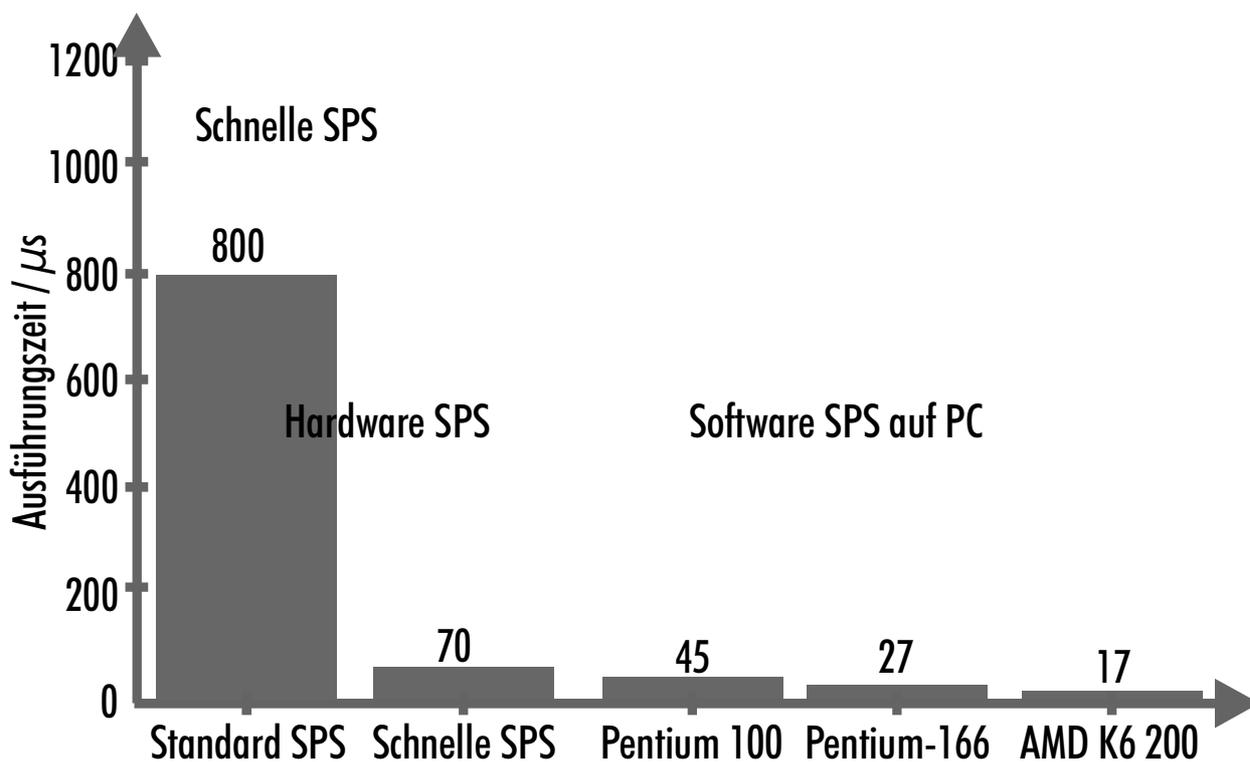
Auf Basis der Standard-PC-Technik kann eine industrietaugliche, PC-kompatible Steuerungstechnik als skalierbare Systemlösung mit drei klar strukturierten Systemkomponenten realisiert werden:

- leistungsfähiger und robuster Industrie-PC als zentraler Steuerungsrechner
- schnelle, modulare Feldbus-Systeme zur Kommunikation mit der industriellen Umgebung
- Echtzeitsoftware, lauffähig mit dem Standard-PC-Betriebssystem (z.B. Windows NT), für die Aufgaben CNC, SPS, PID-Regelung, SPC, Trending, etc..

Durch die zielgerichtete Verwendung offener Standards in der PC-kompatiblen Steuerungstechnik steht bereits eine Fülle von am Markt verfügbaren Komponenten zur Verfügung und spezielle und oft teure Entwicklungen und Anpassungen können dadurch häufig vermieden werden. Investitionen sind auf der Intel / Microsoft-Plattform langfristig gesichert.

### Industrie-PC

Die extrem schnelle und kontinuierliche Leistungssteigerung der PC-Prozessoren macht es leicht möglich, steuerungstechnische Aufgaben im Echtzeitbereich und klassische PC-Funktionalität problemlos mit nur einer leistungsfähigen CPU zu bewältigen. Ein Industrie-PC mit seiner Hardwareplattform, die weltweit am weitesten verbreitet ist, besitzt eine sehr hohe und sich ständig fortentwickelnde Rechenleistung. Der deutliche Leistungsvorsprung bei der Softwareemulation einer SPS zeigt dies deutlich.



Leistungsvergleich für 1.000 SPS Befehle zwischen Standard SPS und Software – SPS (auf Pentium /AMD Systemen)

Unterschiedliche PC-Prozessoren decken mit kompatibler Hardware einen weiten Bereich an Rechnerleistung ab und sind bei ihrem Einsatz in der Steuerungstechnik klassischen Steuerungssystemen jederzeit ebenbürtig bzw. überlegen. Steuerungen für den Maschinenbau- oder CNC Bereich werden mit Industrie PC kundenspezifisch ausgerüstet (Bild 2, Quelle: Beckhoff).

*IPC als kundenspezifisch  
konfektionierte Steuerung*



## Feldbussystem

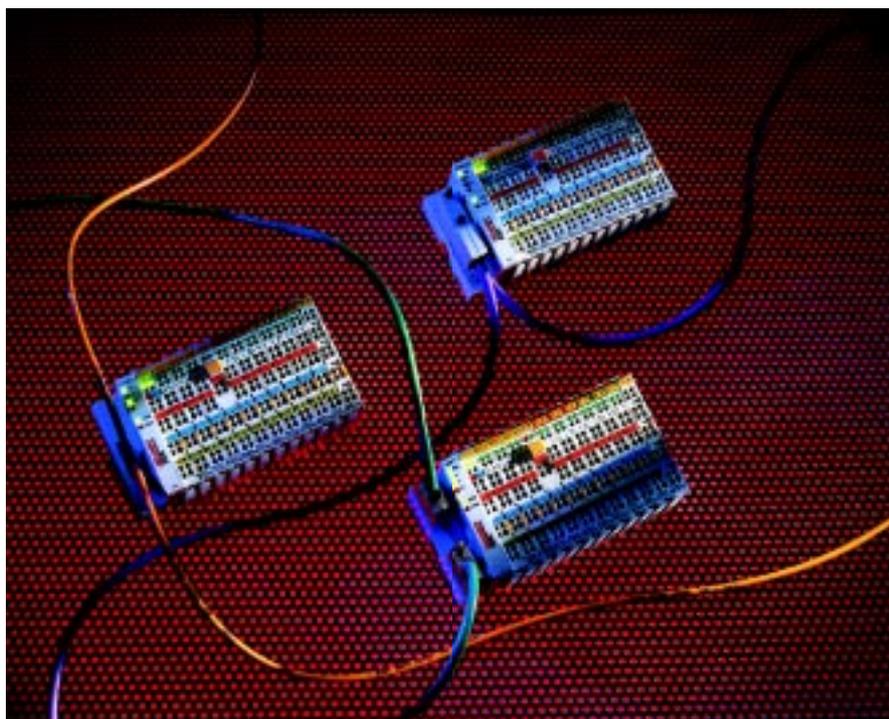
Für den IPC-Einsatz in den unterschiedlichen Industrieenanwendungen ist die Anbindung an die E/A Signale der Maschine zu realisieren: Wo SPS Systeme (teure) E/A Karten vorhalten, ist ein PC kaum für den Anschluß der realen Welt gerüstet, seine Stärke sind die Kommunikationsschnittstellen. Die Feldbustechnologie hat die Verbreitung von IPC begünstigt und profitiert wiederum von dieser. Verbindungen zu allen verfügbaren Feldbuslösungen im E/A-Bereich werden über entsprechende Masterkarten hergestellt: Stellvertretend für viele sind hier Profibus DP/FMS, Interbus, CANopen, DeviceNet, ControlNet, Beckhoff Lightbus, SERCOS genannt. Damit erreicht der Maschinen- und Anlagenhersteller Unabhängigkeit von regional unterschiedlichen Standards bei dem Endkunden. Mit dem Einsatz eines Feldbussystems als dezentrales E/A-System für einen Industrie-PC

läßt sich eine flexible, skalierbare Lösung für die prozeßnahe Feldebene realisieren.

Um einen weiten Einsatzbereich abdecken zu können ist jedoch eine entsprechende Leistungsfähigkeit des gewählten Feldbusses hinsichtlich Geschwindigkeit, Sicherheit und Funktionsumfang Voraussetzung: hier sind Kriterien, wie z.B. E/A Knotentausch oder Feldbusunterbrechung im laufenden Betrieb, Geschwindigkeit und Determinismus für Antriebsaufgaben, Signalvielfalt der E/A Klemmen, etc. zu nennen. Einem bestimmten Bussystem den Vorrang zu geben, ist sicher nicht möglich und sinnvoll. Daß aufgrund rasch wachsender Rechnerleistung vor allem auf der PC Seite der Trend zu sehr schnellen Feldbussen geht, ist unverkennbar: Zukünftige Entwicklungen werden Techniken der PC Welt, z.B. Ethernet, USB, Firewire, in die industrielle Umgebung der Feldbusse einfließen lassen.

Weiterhin ist auf der E/A-Ebene eine sehr feine Konfigurierbarkeit, möglichst bis auf einen einzelnen Signalkanal, eine flexible Mischbarkeit von Signalformen sowie ein feldbusunabhängiger, einheitlicher Aufbau der Verdrahtungsebene wünschenswert, um eine effektive Leistungs- und Kostenskalierung zu erreichen. Eine feldbusunabhängige, feingranulare Busklemme ist hier der Grundbaustein für eine skalierbare E/A Anbindung (Bild 3). Systeme dieser Art sind mittlerweile von allen bedeutenden Herstellern angekündigt worden oder bereits verfügbar. So kann die E/A Welt der Reihenklammern und Feldbusmodule zu einem einheitlichen Verdrahtungssystem verschmelzen. Auch dieser Trend kommt der PC Steuerungstechnik zu gute.

*Die elektronische Klemmleiste - eine feldbusunabhängige Klemmenbaugruppe*



## Steuerungssoftware

Neben den etablierten Echtzeitbetriebssystemen, wie z.B. QNX, ist für Industrie-PCs mit Sicherheit das Standard-Betriebssystem Microsoft Windows NT für Automatisierungsaufgaben sehr gut geeignet. Für das Microsoft-Produkt sprechen neben der Preiswürdigkeit seine hohe Verbreitung und die optimale Einbettung in die Office-Umgebung. Für Steuerungs- und Regelungsaufgaben im SPS und CNC-Bereich muß es jedoch um einen leistungsfähigen Echtzeitkern oder eine andere geeignete echtzeitfähige Systemerweiterungen ergänzt werden, um den steuerungstechnischen Anforderungen gerecht zu werden.

Hat man eine Echtzeit-Erweiterung des PC-Betriebssystems Windows NT vorgenommen so stehen sämtliche Möglichkeiten der Prozeßsteuerung und -überwachung, auch im harten Echtzeitbetrieb, bereit:

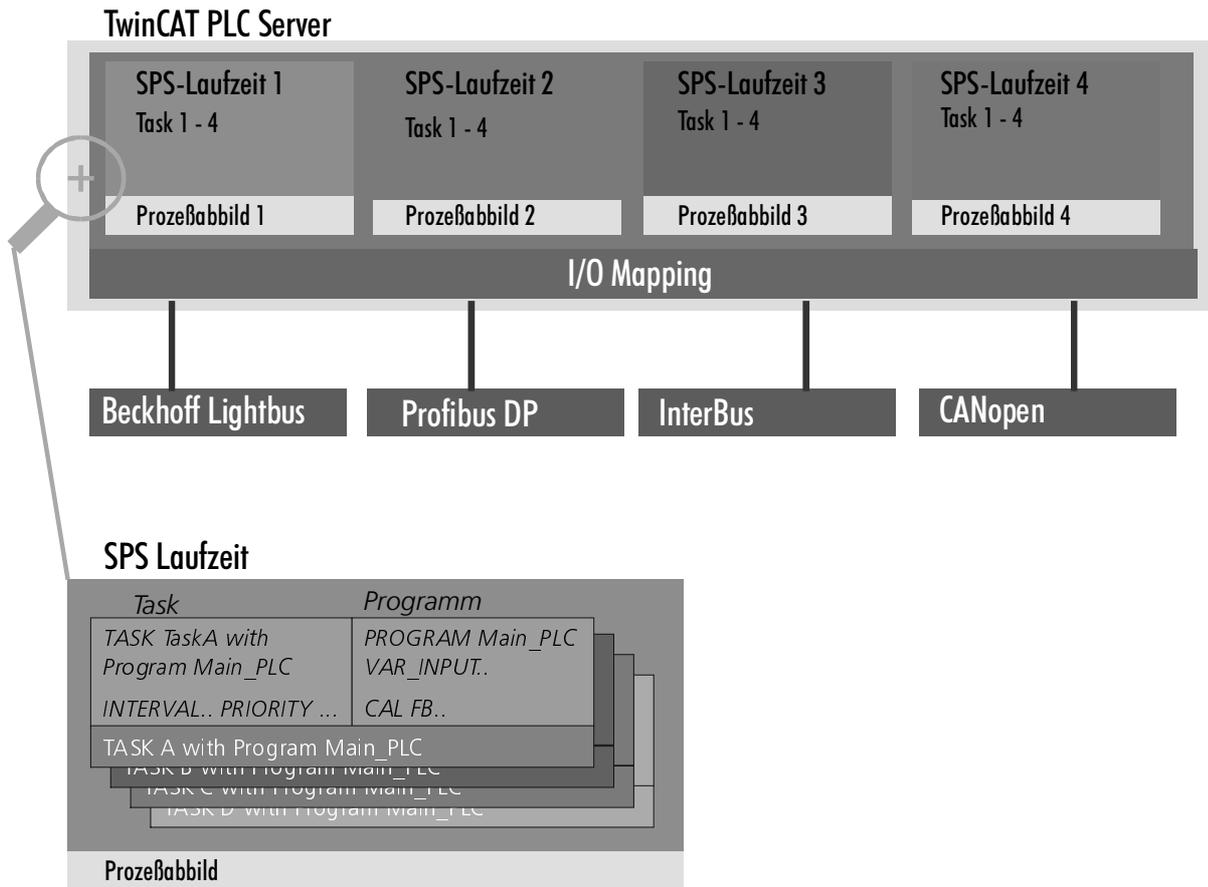
- IEC1131-3 Multitasking SPS
- CNC-Kern für PTP- und Bahnsteuerungsaufgaben
- spezielle Antriebsfunktionen, wie elektronisches Getriebe, Nockenschaltwerk und Kurvenscheibe
- PID-Regler für Prozeßaufgaben
- digitales Scope für SPC und Hüllkurvenüberwachung

### **SPS in neuem Gewand: Multi-SPS, Multitasking**

Ein SPS Laufzeitsystem mit der Grundfunktion „sequentielle Logik“ arbeitet in völliger Analogie zu bestehenden Hardware – SPS Geräten Programme zyklisch ab. Offene Automatisierungssysteme nutzen herstellerübergreifende Standards bei der Programmierung. Hierzu gehören beispielsweise sämtliche Sprachen der IEC1131-3, aber auch Hochsprachen wie C, C++ oder auch Pascal.

Neben der rein sequentiellen Bearbeitung von SPS-Programmen auf einem PC sind aufgrund der zur Verfügung stehenden Rechenleistung auch mehrere parallel arbeitende Laufzeitsysteme möglich. Die sogenannte Multi-SPS, also mehrere virtuelle Soft-SPSen auf einem IPC, kann ideal zur Modularisierung von Maschinen und Anlagen genutzt werden. Die Modularisierung findet schließlich (nur noch) in der Software statt.

In der Praxis kommt es häufig vor, daß Maschinenprogramme beim Endkunden entsprechend der jeweiligen Materialflußverkettung angepaßt werden müssen. Hierdurch wird die Wartung eines einheitlichen Programmstandards für den Hersteller erschwert. Mit der Einführung einer Multi – SPS Philosophie können standardisierte Maschinenprogramme und individuelle Kundenprogramme auf einer CPU arbeiten und ohne Overhead miteinander kommunizieren.



Multi - SPS, bis zu 4 Multitasking SPS auf einem PC (Beispiel Beckhoff TwinCAT)

Auch in der Leistungsfähigkeit haben die IPC-gestützten Soft-SPSen ihr Hardware-Pendant eingeholt und teilweise sogar überholt. Durch die preiswerte IPC-Hardware haben sich die Systemgrenzen von Soft-SPS Systeme deutlich von den klassischen Hardware-SPSen entfernt:

- Eingänge: 64 kByte
- Ausgänge: 64 kByte
- Merker: z.B. 4 MByte
- Programmlänge: insgesamt max. 32 MByte auf 64 MByte- PC
- Ausführungszeit: z.B. 17  $\mu$ s auf AMD K6/200

Die Softwarebasierten und IPC-gestützten IEC1131-Systeme bieten dem SPS-Programmierer ein vertrautes Bild und machen zusätzliche Diagnosefunktionen, wie in der PC Welt üblich, verfügbar:

- Online-Status
- "Online Change" erlaubt Programm- und Datenänderung bei laufender SPS,
- Einzelschritt, Einzelzyklus, Breakpoints,
- Datentrace zur Aufzeichnung von Variablen.

Neben diesen erweiterten Debug-Möglichkeiten wird von der Soft-SPS jedoch ein zur Hardware-SPS analoges Verhalten erwartet. Das bedeutet, daß sowohl das Betriebs- als auch das Diagnoseverhalten analog zu einem Hardwaregerät zu realisieren ist.

- bei Powerup des IPC startet NT zunächst das SPS-System, welches Bootprogramme und remanente Daten lädt und bearbeitet. Danach werden User-Prozesse aufgesetzt, die zu diesem Zeitpunkt bereits konsistente Daten und Prozeßabbilder vorfinden,
- bei Powerdown gelingt mit einer USV das Beenden der User-Prozesse, das Beenden des letzten SPS-Zyklus, das Abspeichern der remanenten Daten und das Herunterfahren und Ausschalten des IPC bis zum nächsten Einschalten,
- Programmwechsel werden per "Online Change" von Zyklus zu Zyklus herbeigeführt. Dabei werden globale und lokale Daten aus dem bestehenden Programm in das neue kopiert, auch, wenn neue Variablen angelegt wurden. Danach wird der Laufzeitspeicher aufgeräumt, so daß dieser Vorgang beliebig oft stattfinden kann.

Eine Soft-SPS welche die vorgenannten Eigenschaften unterstützt kann in der Regel auch mit weiteren Vorteilen gegenüber konventionellen Lösungen aufwarten. Soft-SPSen benötigen kein Programmiergerät, da die Software hierzu auf dem IPC schon vorhanden ist. Sie besitzt quasi ein "eingebautes" Bediengerät mit sehr guten MMI-Eigenschaften. Insgesamt kann man festhalten, daß durch die Nutzung der PC-Technologie eine deutliche Vereinfachung mit sich bringt und darüber hinaus völlig neue Anwendungen denkbar werden, wie z.B. die Verknüpfung von email-Funktionalität mit einem Fehlermeldesystem, oder auch die Fernwartung über das Internet.

### **Wirtschaftliche Aspekte einer skalierbaren PC – Steuerungstechnik**

Steuerungs- und Automatisierungshersteller entwickelten in den achtziger und neunziger Jahren Systeme, die den Stand der Technologie der „verteilten Systeme“ reflektieren: verteilte mikroprozessor-gesteuerte Komponenten kommunizieren über Netzwerke (meist auf Kupfer - Basis) mit einer als Organisator verstandenen übergeordneten Steuerung. Für jede Teilaufgabe wird ein Rechnersubsystem eingesetzt. Diese Technik ist vielschichtig strukturiert und komplex organisiert, besitzt eine Vielzahl miteinander vernetzter Komponenten und ist aufwendig in Projektierung, Programmierung und Inbetriebnahme:

Alle Komponenten und ihre Schnittstellen müssen aufeinander abgestimmt werden, was eine länger andauernde Beschäftigung mit der Technik und eben nicht mit dem Automatisierungsprozeß (z.B: dem Regelverhalten einer Antriebssteuerung) selbst mit sich bringt.

Mittlerweile bietet die schnell voranschreitende Verfügbarkeit von Rechenleistung Alternativen. Dezentral organisierte Systeme werden weiterhin eingesetzt werden, wenn die technische Aufgabe räumlich getrennt verfügbare Steuerungen benötigt. In anderen Bereichen ist eine zentrale, mit hoher Rechenleistung ausgestattete Zentralsteuerung leichter verfügbar zu halten und besitzt weniger und einfacher organisierte Schnittstellen zwischen Steuerungsmodulen der Teilprozesse, die in dieser Zentralsteuerung als „virtuelle Geräte“ in Form von Softwaremodulen vorhanden sind. Diese Struktur ist einfacher, sie reduziert die direkten Kosten sowie die Komplexität der Automatisierungssysteme um Größenordnungen. Software - Systeme erlauben darüberhinaus viel einfacher Anpassungen an spezielle Anforderungen. Damit wird „Time to market“ real verkürzbar, wobei gleichzeitig eine Konzentration auf die Lösung statt „Beschäftigung mit Technik“ gelingt.

Allen Beteiligten in der Automatisierungsindustrie – den Herstellern und Anwendern - hilft der Einsatz moderner und leistungsfähiger PC-Technologie als hervorragende Basis für herstellerunabhängige Automatisierungsgeräte, die automatisch eine stürmische Preis/Leistungsentwicklung bieten, offen sind, Standardbetriebssysteme

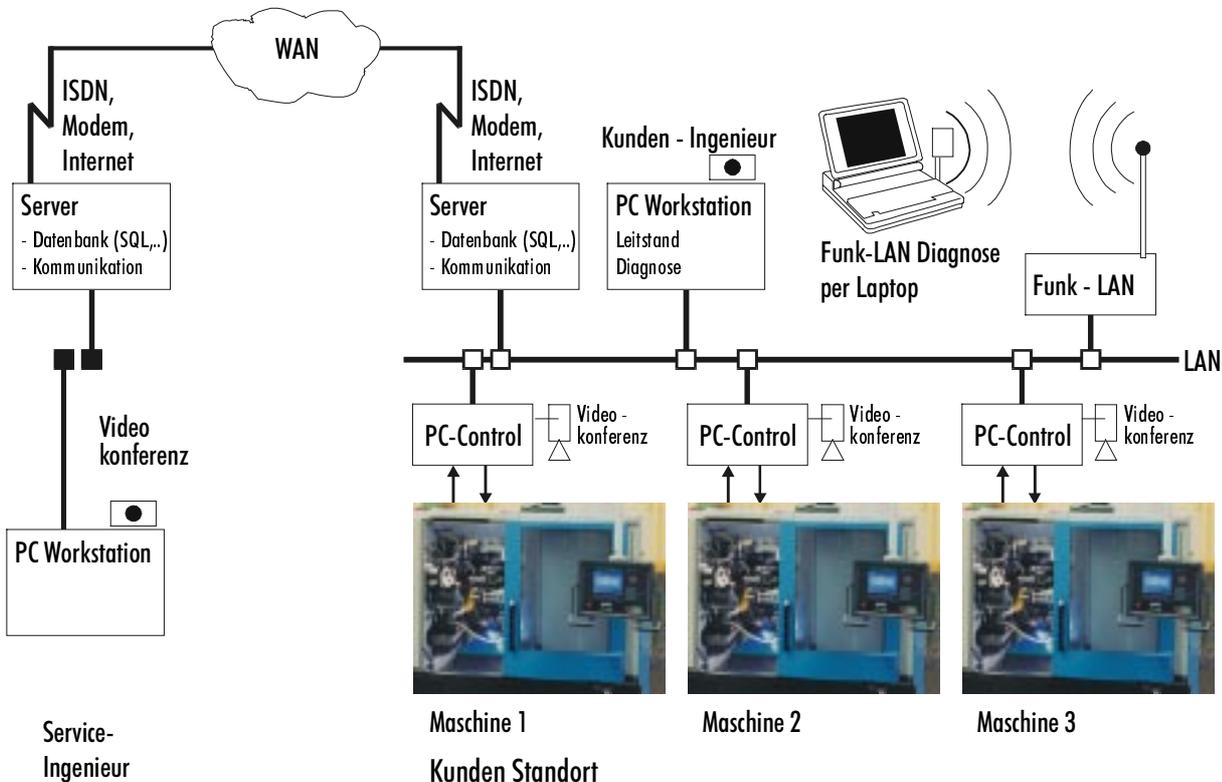
einsetzbar machen und den größten Markt an Softwarelösungen für Anwendungen offerieren. Damit lassen sich Steuerungen und Lösungen, die allen gewünschten Anforderungen genügen, in kürzester Zeit (zum Markt) realisieren.

In der Regel führt der Einsatz der skalierbaren PC-kompatiblen Steuerungstechnik zu mehr Leistung und mehr Funktionalität bei wesentlich geringeren Kosten und Komplexität gegenüber der klassischen Steuerungstechnik. Bei der Ausrüstung einer hydraulischen Rahmenpresse konnte so z. B. eine Reduzierung der Komplexität um 30% und der Kosten um 60% erreicht werden.

Die Offenheit des Systems ergeben jedoch darüber hinaus eine Vielzahl von neuen, bisher in der klassischen SPS/NC-Technik nicht gekannten Möglichkeiten.

So können Steuerungen mit Workflow – Softwaresystemen der Informationstechnologie (IT) ausgerüstet und verbunden werden, die etwa email Meldungen der Steuerung automatisch auf Informationen analysieren und Aktionen veranlassen: etwa automatischen Ersatzteilversand oder Aktivierung des genau richtigen Fachpersonals. Steuerungen und deren Produktivitätsinformationen bilden zukünftig eine zusätzliche Ebene der Unternehmens – IT und speisen Ihre Daten direkt in die Produktionsdatenbanken oder das Excel- Arbeitsblatt des Geschäftsführers, auf dem in Echtzeit die Produktionszahlen des Tages entstehen.

Durch die Implementierung auf einer Einprozessorelösung unter einem Standardbetriebssystem verschmelzen die klassischen Funktionen der Automatisierung, die durch virtuelle Geräte abgelöst werden, mit der Welt der allgemeinen Informationstechnologie. Neue Anwendungen werden das Erscheinungsbild der Automatisierungstechnik nachhaltig verändern.



Informationstechnologien verschmelzen mit Automatisierungsfunktionen (Quelle: Beckhoff)