

# Vereinfachte Steuerung durch verteilte Intelligenz

M. Buchwitz, Ludwigsburg

**Die in der Automatisierungstechnik eingesetzten Verfahren zur Kommunikation (Bussysteme) unterscheiden sich wesentlich von den in der Datenverarbeitung üblichen Methoden. Diese Situation beginnt sich drastisch zu ändern. Unter dem Motto „Das Netz ist die Steuerung“ wurde mit der JetWeb-Technologie der konsequenteste Schritt in diese Richtung unternommen. Ausgehend von der Entwicklung der Steuerungstechnik wird diese aktuelle Technologieentwicklung erläutert.**

## Entwicklung der Steuerungstechnik

Die Steuerungstechnik durchlief seit Einführung der SPS-Technik zwei Phasen: Das zentrale Steuerungskonzept wurde durch das dezentrale abgelöst. Derzeit steht der Übergang zu einer dritten Phase, dem Konzept der verteilten Intelligenz, bevor (Bild 1).

### Zentrale Steuerung

Die erste Phase war gekennzeichnet durch eine zentrale SPS. Dicke Kabelbäume führten von großen speicherprogrammierbaren Steuerungen in die Peripherie.

Die Nachteile dieser Architektur liegen auf der Hand: hohe Verdrahtungskosten, sehr umfangreiche SPS-Programme und eine schlechte Modularität der Anlagen.

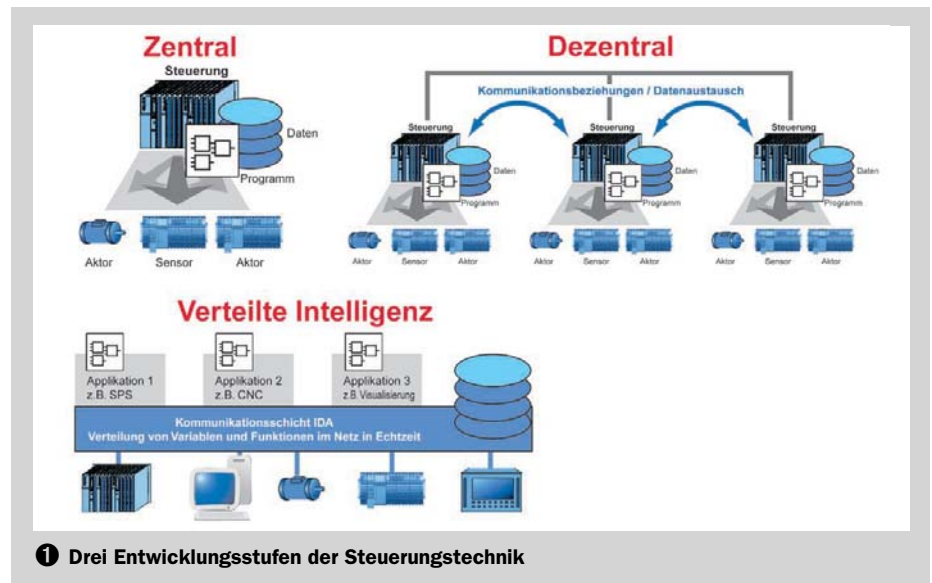
### Dezentrale Steuerung

Um hier Abhilfe zu schaffen wurden Feldbussysteme eingeführt und damit die dezentrale Automatisierung realisiert.

Kleinere SPS-Einheiten werden durch Feldbusse gekoppelt. Daten und Signale werden zwischen den eigenständigen Einheiten ausgetauscht.

Mit zunehmender Komplexität und Intelligenz von Sensoren und Aktoren wurde der Einsatz von Feldbussen auch auf den Anschluss von Feldgeräten ausgeweitet. Weil es technisch nicht möglich ist, dies mit ein und demselben Feldbus zu bewerkstelligen, entstand die Feldbus-Pyramide mit mehreren hierarchischen Ebenen.

Die Vorteile der verteilten Automatisierung: deutlich geringere Verdrahtungskosten, bessere Modularität der Anlagen, kleinere und übersichtlichere SPS-Einheiten sowie die Möglichkeit, die zunehmende Intelligenz der Feldgeräte zu nutzen. Diese Vorteile wurden allerdings mit er-



1 Drei Entwicklungsstufen der Steuerungstechnik

heblichen Nachteilen erkaufte. Konfiguration, Inbetriebnahme und Wartung wurden komplizierter und somit teuer und anfälliger. Vor allem aber wurden die Softwarestrukturen komplexer: In der ersten Phase konnten über Merker Programmteile koordiniert und über „shared memory“ einheitliche Daten für unterschiedliche Anlagenteile verwendet werden. Diese Aufgabe muss nun auf mehr oder minder komplizierte Weise durch Feldbus-Kommunikation gelöst werden. Die Möglichkeit, anlagenübergreifende Kopfprogramme zu schreiben (Anlage starten/stoppen, Hoch-/Herunterfahren der Anlage usw.) entfällt. Diese Programme müssen in hierarchisch übergeordneten Steuerungseinheiten untergebracht werden, die über Feldbusse mit den Steuerungen der unteren Hierarchieebene kommunizieren (Bild 2, links). Die fehlende Durchgängigkeit der verschiedenen Feldbus-Ebenen und die zunehmende Forderung nach Anknüpfung an die EDV-Ebene erschweren die Kommunikation.

### Steuerung mit verteilter Intelligenz

Die logische Fortsetzung der vorangegangenen Phasen ist die Steuerung mit verteil-

ter Intelligenz. Dabei wird ein einheitliches Übertragungsnetz eingesetzt, das so schnell ist, dass es keine Rolle mehr spielt, in welchem Endgerät sich Daten oder Programme physikalisch befinden und abgearbeitet werden. Das Netz selbst ist transparent, d. h., die Kommunikationsbeziehungen werden selbstständig und für den Programmierer unsichtbar aufgebaut.

Die Gesamtheit der Programme und Daten im Netz erscheint als logische Einheit. Das Netz wird damit zur Steuerung (Bild 2, rechts).

Alle Vorteile der Feldbus-Ära bleiben erhalten. Gleichzeitig werden aber die Nachteile vermieden. Es gibt keine Hierarchie-

ebenen mehr, das Netz wird unsichtbar. Übertragungs- und Koordinierungsprogramme sind überflüssig, da alle Programme auf alle Daten im Netz direkt und in Echtzeit zugreifen können.

Die Programmstruktur ist deshalb unabhängig von der Hardwarearchitektur.

Programmeile und -objekte können in allen intelligenten Feld-, Bedien- und Steuerungsgeräten untergebracht werden, ohne dass dadurch die Softwareerstellung oder die Wartung komplexer wird.

Die Software- und die Hardwarestruktur werden wesentlich vereinfacht. Gleichzeitig wird die vielzitierte Durchgängigkeit vom Sensor bis zur Zentrale (Managementebene) verwirklicht.

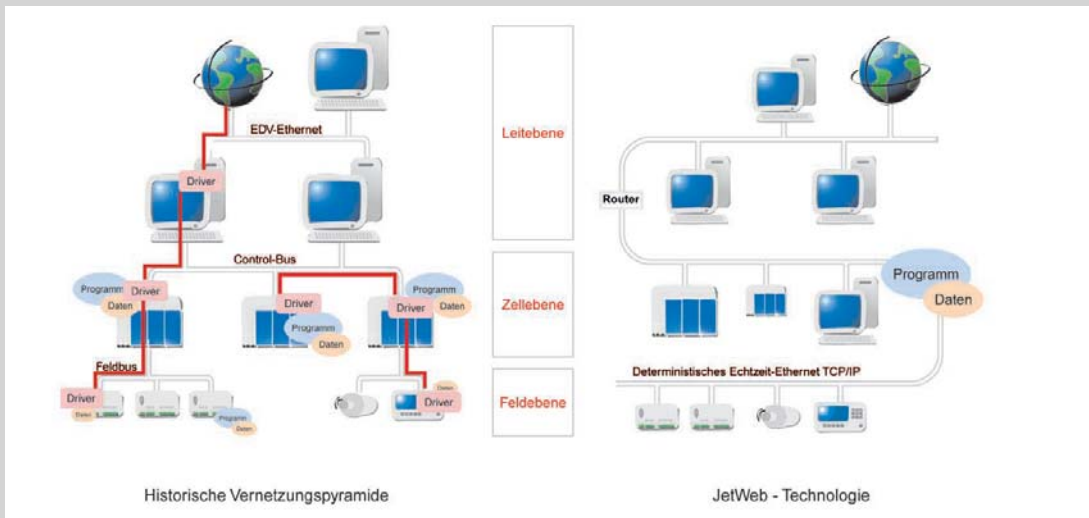
### JetWeb – Technologie mit verteilter Intelligenz

Die Fa. Jetter hat auf der Hannover-Messe 1999 mit dem JetWeb das erste Automatisierungssystem mit verteilter Intelligenz vorgestellt. Die Basis dafür bildet der Einsatz von Verfahren der Informationstechnologie auf der Steuerungs- und Feldebene. JetWeb ist dadurch gekennzeichnet, dass

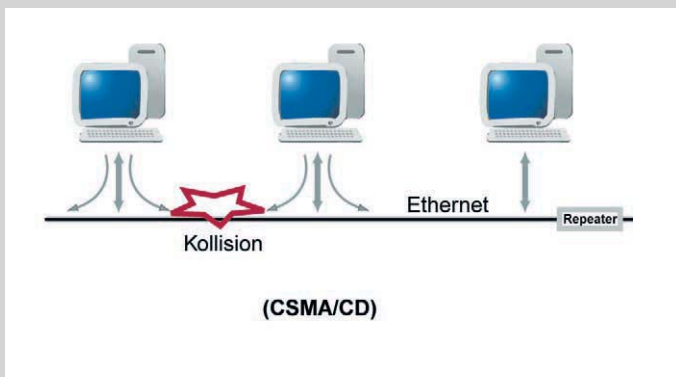
#### Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Martin Buchwitz ist Leiter der Öffentlichkeitsarbeit der Jetter AG, Ludwigsburg.

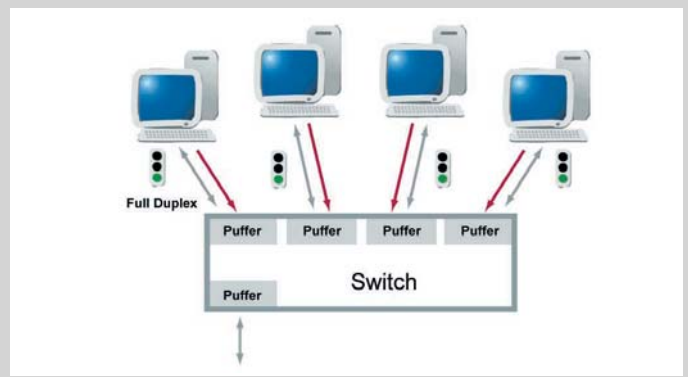




② Bisherige Steuerungsstrukturen sind streng hierarchisch. Dadurch ist der Kommunikationsaufwand zwischen den Geräten sehr kompliziert und in Echtzeit nicht möglich. Bei JetWeb verschwinden die Hierarchien, jede Information steht jedem Teilnehmer in Echtzeit zur Verfügung.



③ Beim herkömmlichen Ethernet können Kollisionen zwischen Daten auftreten. Das Buszugriffsverfahren (CSMA/CD) sorgt zwar dafür, dass die Daten trotzdem an ihr Ziel gelangen, die für die Übertragung erforderliche Zeit ist jedoch nicht vorherbestimmbar.



④ Switches teilen ein Netzwerk in Netzsegmente. Eine Nachricht gelangt nur von einem Segment in ein anderes, wenn die Zieladresse in diesem Segment liegt. Durch eine Zwischenspeicherung (Puffer) der empfangenen Daten und Weiterversand bei freiem Netzsegment werden Kollisionen vermieden. Das Netz wird echtzeitfähig.

die Vorteile zentraler Steuerungen, die mit der Dezentralisierung verloren gegangen sind, wieder zur Verfügung stehen:

- Programmieren ohne Hardwaregrenzen
- ein Programm und
- ein virtueller Datenpool für die gesamte Anlage.

Mit JetWeb werden die Hierarchien in der Steuerungstechnik abgeschafft. Jedem Teilnehmer steht jede Information der gesamten Anlage zu jeder Zeit zur Verfügung (wahlfreier Zugriff).

Die Kommunikation aller Netzteilnehmer (Netzknoten) erfolgt durchgängig mit Ethernet 100 MBit/s auf der Grundlage des Übertragungsprotokolls TCP/IP.

Ethernet verbindet bei JetWeb nicht nur die verschiedenen Netzteilnehmer miteinander, sondern ist gleichzeitig der Systembus. Dadurch werden die Netzhierarchien beseitigt. Jedes einzelne Steuerungsmodul ist gleichberechtigter Teilnehmer in der Kommunikation. Erst so können alle Netzteilnehmer in harter Echtzeit miteinander kommunizieren. Möglich wird dies durch den konsequenten Einsatz der Switched-Ethernet-Technologie. Der gesamte Softwareaufwand für die Datenkommunikation in dezentralen Strukturen entfällt damit bei JetWeb.

### Switched Ethernet

Beim herkömmlichen, in der Datenverarbeitung eingesetzten Ethernet teilen sich mehrere Stationen das Übertragungsmedium (Shared Ethernet, Bild ③). Jede Station kann senden, nachdem sie sich davon überzeugt hat, dass das Medium frei ist. Durch zeitgleiches Senden und durch die endliche Laufgeschwindigkeit auf dem Medium können Kollisionen von Datenpaketen auftreten. Das vom Ethernet verwendete Zugriffsverfahren CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Acces with Collision Detection – Mehrfachzugriff mit Leitungstest und Kollisionserkennung) sorgt dafür, dass derartige Kollisionen erkannt werden und das Senden der Daten wiederholt wird, so dass die Daten letztlich doch beim Zielteilnehmer ankommen. Die dazu erforderliche Zeit kann jedoch nicht vorherbestimmt werden. Das bedeutet, ein Echtzeitbetrieb, der zumindest die Kenntnis dieser Zeit voraussetzt, ist nicht möglich.

Die Kollisionsgefahr steigt mit der Belastung des Busses mit Daten.

Um diese Gefahr zu reduzieren werden sog. „Switches“ eingesetzt. Ein Switch ist eine intelligente Verteilstation (Bild ④). Er teilt ein Netzwerk zur Lasttrennung in Netzseg-

mente (Teilnetze). Die Daten eines Netzsegmentes gelangen nicht in andere Segmente und belasten deshalb nicht das Gesamtnetz. Über sog. „Ports“ sind die einzelnen Netzsegmente physikalisch an einen Switch angeschlossen. Gelangen Daten aus einem Netzsegment zum Switch, so prüft dieser das Segment, in das die Daten gesendet werden sollen. Weitergeleitet wird nur dann sofort, wenn das Segment frei ist, sich momentan keine Daten auf diesem Empfangsteilnetz befinden. Andernfalls werden die Daten zwischengespeichert und sofort gesendet, sobald der Kanal frei ist. Durch den konsequenten Einsatz dieses Switched Ethernet im JetWeb werden Kollisionen vermieden.

Die Laufzeiten im Netz sind damit berechenbar (deterministisch), das Netz ist echtzeitfähig im Sinne der Fabrikautomation.

### JetWeb-Produkte

Die ersten JetWeb-Produkte decken bereits weite Bereiche der Fertigungsautomatisierung ab. Neben den Steuerungsfamilien JetNode 200 und 600 stehen eine Soft-SPS-Lösung und das Programmierwerkzeug Jet-Lab zur Verfügung.



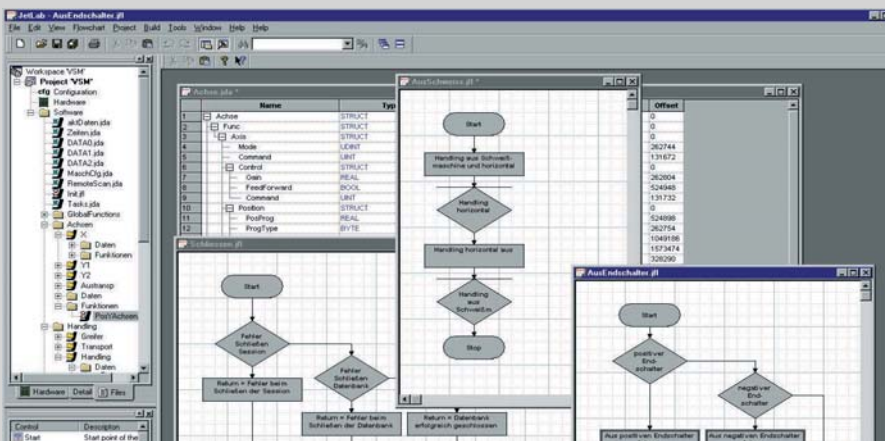
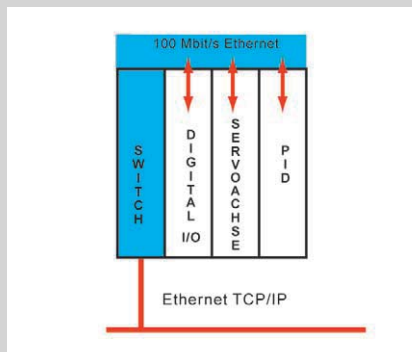


5 Die Steuerung JetNode 200 beweist, dass bereits Kleinststeuerungen an Ethernet angebunden werden können.



6 Bei der JetWeb-Steuerung JetNode 600 geht Ethernet in die Steuerung, an jedes Modul. Ethernet ist also auch Systembus – das Netz wird zur Steuerung.

7 Ethernet verbindet als Systembus die Steuerungsmodule. Über einen Switch wird die Verbindung zu den anderen Ethernet-Netzknoten hergestellt.



8 JetWeb wird in grafischer Flussdiagramm-Sprache programmiert. Diese prozessnahe Programmierung berücksichtigt moderne, objektorientierte Methoden und schafft eine maximale Übersichtlichkeit.

Überblick JetWeb

- Ethernet TCP/IP ersetzt alle Feldbus-Ebenen.
- Es gibt keine Hierarchieebenen (Leit-, Zell-, Feldebene) mehr. Alle Geräte sind gleichberechtigte Teilnehmer im Netz.
- Jede Information (Parameter, Daten) steht jedem Teilnehmer zu jeder Zeit in harter Echtzeit zur Verfügung. Es ist kein Programmieraufwand für die Kommunikationsbeziehungen notwendig.
- Ein Datenpool für die gesamte Anlage mit konsistenter (ständig aktualisierter) Datenerhaltung.
- Flussdiagramm-Programmierung mit objektorientiertem Ansatz.

winnen maßgeblichen Einfluss auf die Automatisierungstechnik. Die Welt der Steuerungstechnik verschmilzt mit der Bürokommunikation. Davon profitieren sowohl die Endkunden, bei denen die Maschinen und Anlagen in der Fertigung betrieben werden, als auch Maschinen- und Anlagenbauer durch sinkenden Softwareaufwand, der sich durch den Wegfall der Programmierung von Kommunikationsbeziehungen und der grafischen Programmierung ergibt.

Offenheit für Steuerungen mit verteilter Intelligenz

Bereits ein Jahr nach der Vorstellung von JetWeb, des ersten Automatisierungssystems mit verteilter Intelligenz, wurde von mittelständischen Unternehmen die Initiative IDA (Interface for Distributed Automation – Schnittstelle für die verteilte Automatisierung) gegründet. Diese Gruppe – ins Leben gerufen von Unternehmen, wie Jetter, Phoenix Contact, Kuka, Sick, AG-E und Lenze – hat sich zum Ziel gesetzt, eine völlig offene Kommunikationsplattform für verteilte Intelligenz auf Ethernet-Basis zu standardisieren, die dafür notwendigen Programmierinterfaces (API) zu entwickeln und zu veröffentlichen.

IDA enthält alle notwendigen Protokolle, Dienste und Schnittstellen, die für einen Standard in der Automatisierungstechnik notwendig sind. Mit IDA wird herstellerunabhängig für die Gesamtanlage ein Echtzeit-Prozessabbild erzeugt.

Jeder Hersteller hat damit die Möglichkeit, seine Geräte IDA-kompatibel zu gestalten, wobei die Definitionen im Programmierinterface (API) zu berücksichtigen sind. Alles was unterhalb des API liegt, ist transparent. Der Anwender konzentriert sich damit nur noch auf die Funktionalität der Anwendersoftware und der Softwareentwickler auf die API-Definitionen. Damit ergibt sich für die Automatisierungswelt eine Entwicklung, die deutliche Parallelen zur Welt der Büro-Software aufweist.

Die erweiterbare Kleinststeuerung JetNode 200 bietet 16 digitale Eingänge, acht digitale Ausgänge und einen Ethernet-Port (100 MBit/s, Bild 5).

JetNode 600 bildet die Grundlage für die JetWeb-Steuerung (Bild 6). Basis-Steuerungsmodul JetNode 640 mit eigener Programmintelligenz werden durch ein Switchboard zu einem Netzsegment zusammengefasst und über einen Port mit dem externen Netz verbunden (Bild 7). Grundlage sowohl für den internen Systembus, der die Kommunikation zwischen Steuerungs- und Funktionsmodulen realisiert, als auch den externen Bus ist das Ethernet (100 MBit/s).

Mit dem Programmierwerkzeug JetLab wird das Flussdiagramm als neue Möglichkeit für die anlagenweite Programmierung

eingesetzt (Bild 8). Die grafische, Ablauf orientierte Programmierung sowie die beliebige Anzahl parallel abarbeitbarer Steuerungsaufgaben (Tasks) ermöglicht die strukturierte Programmierung, auch im Team.

Integraler Bestandteil von JetLab ist die Visualisierung mit Web-Browsern, die sich bei der Nutzung von Ethernet (TCP/IP) anbieten. Die Bedienung erfolgt also mit üblichen Standard-Browsern.

Schritt in eine neue Ära

Die JetWeb-Technologie ist der erste Schritt in die Steuerungstechnik mit verteilter Intelligenz. Hierarchien verschwinden und IT-Standards, wie Ethernet TCP/IP, ge-