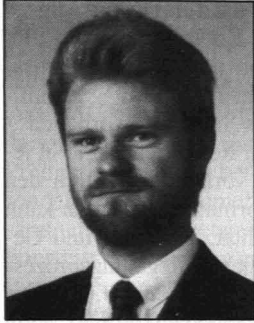


Informationstechnik in der Produktion



Werner ADELBERGER, Dipl.-Ing. Dr.techn., Jahrgang 1957, Studium des Wirtschaftsingenieurwesens für Maschinenbau an der TU-Graz, seit 1983 freiberufliche Tätigkeit in Deutschland und Österreich auf den Gebieten Systemanalyse, Informationstechnik in der Produktion, Energietechnik sowie Projektmanagement

Dieser Artikel soll die Informationstechnik in der Produktion und Realisierungserfahrungen mit derartigen Systemen behandeln.

1. Ausgangssituation

Die aktuelle Ausgangssituation in fast jedem Produktionsbetrieb ist gekennzeichnet durch:

- verstärkten Wettbewerb,
- zunehmenden Kostendruck und
- Nutzung der Möglichkeiten des technischen Fortschrittes.

Im einzelnen können folgende Tendenzen beobachtet werden:

- **Steigende Variantenvielfalt:** Der zunehmende Wettbewerb erfordert die Berücksichtigung immer differenzierter Kundenwünsche und damit eine steigende Anzahl von Produktvarianten. Die Konsequenz sind ausgefeilte Produktions- und Materialflußsteuerungssysteme und die Führung der Mitarbeiter in der Montage durch differenzierte Montageanweisungen sowie die Schaffung entsprechender Entlohnungssysteme.
- **Fortschreitende Personalverdünnung:** Die weitreichende Automatisierung aus Kosten- und/oder Qualitätsgründen führt zu einer Entlastung des Personals von manuellen Tätigkeiten. Es zeichnet sich deutlich ein Trend ab, der etwa heißen könnte: »Weg von der Maschinenbedienung — hin zur Prozeßführung«. Jeder einzelne Mitarbeiter erhält dabei immer größere Verantwortungsbereiche und die damit verbundene Informationsflut ist nur durch aussagekräftige Verdichtungen und den direkten Hinweis auf Abweichungen vom geplanten Ablauf effizient zu bewältigen.
- **Steigende Komplexität und Vernetzung:** Die fortschreitende Automatisierung führt nicht nur zum Einsatz von weniger Personal, sondern bedingt auch immer komplexere miteinander vernetzte Anlagen. Die Mitarbeiter brauchen daher unterstützende Systeme zur raschen und richtigen Beurteilung der aktuellen Situation. Dazu gehören unter anderem eine ausgereifte Störungsdiagnose oder die Visualisierung der Auswirkungen von

einzelnen Aktionen auf das Gesamtsystem durch Simulation.

- **Steigende Dynamik im Produktionsbereich:** Zunehmende Variantenvielfalt, immer kürzere Lagerreichweiten und der Übergang von starren Vorgaben zu dynamischen Regelungsprozessen (z.B. Werkzeugüberwachungseinrichtungen, Meßsteuerungen) führen zu einer steigenden Dynamik im Produktionsbereich, die vom Personal vor Ort nur dann beherrscht werden kann, wenn eine entsprechende Unterstützung in Form von Tätigkeitsvorschauen und Optimierungsberechnungen gegeben ist.
- **Notwendigkeit der Integration:** Die immer engere Verknüpfung der Funktionsbereiche in einem Unternehmen bedingt einen durchgängigen Informationsfluß, um Zeitverluste, Doppelaktivitäten und Fehlerquellen zu vermeiden. Der dabei erzielte Synergieeffekt läßt größere Rationalisierungserfolge erwarten als die Schaffung hochspezialisierter, aber isolierter Insellösungen.

Es zeigt sich somit, daß die heute erkennbaren Tendenzen eine gesamthafte Betrachtung und Optimierung der Funktion »Produktion« erfordern. Zur Bewältigung dieses Aufgabenkomplexes bietet sich vor allem die verstärkte Nutzung der Informationstechnik an.

2. Ziele

Die Ziele für ein Informationssystem zur Bewältigung der soeben umrissenen Aufgaben müssen daher sein:

- Steigerung der Produktivität,
- Sicherung bzw. Verbesserung der Qualität und
- Senkung der Kosten.

Diese allgemein gültigen Ziele sollen nun näher erläutert werden.

Die **Steigerung der Produktivität** erfolgt durch eine Verbesserung der Nutzlafzeit der einzelnen Maschinen und Anlagen. Das Informationssystem unterstützt das Personal bei der raschen Störungserkennung und Störungsbehebung

(Fehlerdiagnose), entlastet es von unproduktiven (administrativen) Tätigkeiten, wie dem Führen von Listen oder dem Verwalten von Werkzeugbeständen und liefert die Basisdaten für fundierte Schwachstellenanalysen.

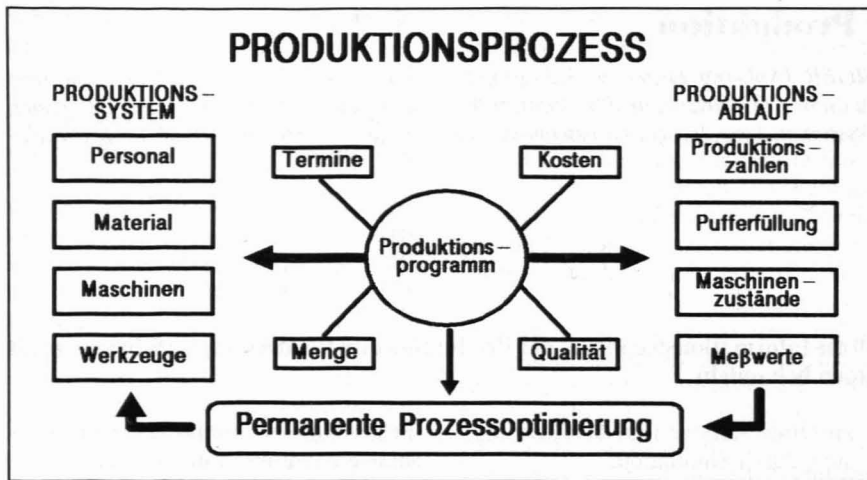
Die **Sicherung bzw. Verbesserung der Qualität** wird durch die anschauliche Aufbereitung der erfaßten Meßwerte (Trendrechnung), eine permanente Maschinenfähigkeitsuntersuchung, die automatische Aufforderung zur Durchführung von Stichproben und die Möglichkeit zu einer den aktuellen Produktionsverhältnissen entsprechenden Dynamisierung von Eingriffsgrenzen und Prüfintervalen erreicht.

Die **Senkung der Kosten** ergibt sich aus den bereits angeführten Maßnahmen. Erhöhte Produktivität ermöglicht einen geringeren Personalbedarf, Überstundenabbau und oft sogar die Vermeidung von Investitionen zur Kapazitätserweiterung. Eine gleichbleibende gute Qualität führt zu geringen Ausschuß- und Gewährleistungskosten. Die DV-gestützte Verwaltung des Werkzeugeinsatzes ermöglicht eine optimale Ausnutzung der Werkzeuge und eine effiziente Werkzeugbereitstellungsorganisation.

3. Produktionsprozess

Bevor wir uns mit der Konzeption eines Informationssystems für die Produktion beschäftigen, müssen wir den Produktionsprozeß (Abb. 1) an sich betrachten. Dabei nimmt das **Produktionsprogramm** die zentrale Stellung ein. Es kann vereinfacht charakterisiert werden durch die geforderten Termine, Mengen und Kosten sowie die Qualität der zu erstellenden Produkte. Das dazu erforderliche **Produktionssystem** besteht im wesentlichen aus Personal, Material, Maschinen und Werkzeugen. Der **Produktionsablauf** kann aus informationstechnischer Sicht durch die erreichten Produktionszahlen, die Füllung der Puffer, die Maschinenzustände und Qualitätsdaten beschrieben werden.

Die Aufgabe eines Informationssystems für die Produktion muß daher sein: Die



Erfassung der wesentlichen Kenngrößen des Produktionsablaufes, die Verknüpfung dieser Daten mit den Vorgaben des Produktionsprogrammes sowie den Restriktionen und Rahmenbedingungen des Produktionssystems und daraus resultierend das gezielte Einwirken auf das Produktionssystem zur Sicherstellung möglichst geringer Abweichungen von den Vorgaben.

4. Regelkreisbetrachtung

Die Regelkreisbetrachtung des Produktionsprozesses ist allerdings in mehreren zeitlichen Dimensionen zu sehen (Abb. 2).

In modernen Maschinen und Anlagen sind bereits diverse Überwachungseinrichtungen integriert, die den ersten, zeitkritischen Regelkreis bilden. Dazu gehören Werkzeugüberwachungseinrichtungen, Meßsteuerungen bzw. Meßregelungen und auch die Maschinensteuerung selbst, die neben ihrer steuernden Funktion auch Überwachungsaufgaben wahrnimmt (z.B. Abschaltung der Maschine bei sinkendem Kühlmittel- oder Öldruck).

Diese Überwachungseinrichtungen sind für ein Informationssystem wichtige Datenquellen. Die auf diese Weise erfaßten

Daten werden noch um Stückzahl- und Zeitinformationen sowie manuelle Eingaben (z.B. automatisch nicht eindeutig erfassbare Maschinenstillstandsgründe) ergänzt und bieten dann in Verbindung mit den Vorgaben und Restriktionen die Basis für die weiterführende Protokollierung, Aufbereitung und Verdichtung der Daten, ebenso wie für Simulations- und Optimierungsrechnungen.

Der zweite Regelkreis ist durch das Personal vor Ort geschlossen, dessen Verhalten direkt von der verfügbaren Information über das Produktionssystem sowie den aktuellen und zu erwartenden zukünftigen Produktionsablauf abhängig ist. Hier verbessert ein Informationssystem entscheidend die Qualität und Reaktionsgeschwindigkeit des Personalverhaltens durch die gezielte Ausgabe von Warnungen und Meldungen, Trendrechnung bei Meßreihen und die Anzeige optimierter Tätigkeitsvorschauen sowie ein umfassendes Zustandsmonitoring für den gesamten Produktionsbereich. In diesem Bereich soll der Schwerpunkt von produktionsnahen Informationssystemen liegen.

Der dritte Regelkreis ist gegeben durch die statistische Auswertung der im Pro-

duktionsprozeß erfaßten Daten durch die Fachbereiche Planung, Produktionssteuerung usw. und führt langfristig zu entsprechenden Konsequenzen im Bereich der Aufbau- und Ablauforganisation, der Maschinen- und Anlagenkonfiguration und des Steuerungsverhaltens. Alle angeführten Regelkreise sind in jeder Produktion vorhanden. Durch den Einsatz von Informationssystemen kann jedoch die Qualität, Effizienz und Geschwindigkeit dieses Regelungsprozesses erheblich gesteigert werden. Der hier angesprochene Aufgabenkomplex kann mit dem Begriff »Produktionsmittelmanagement« umschrieben werden.

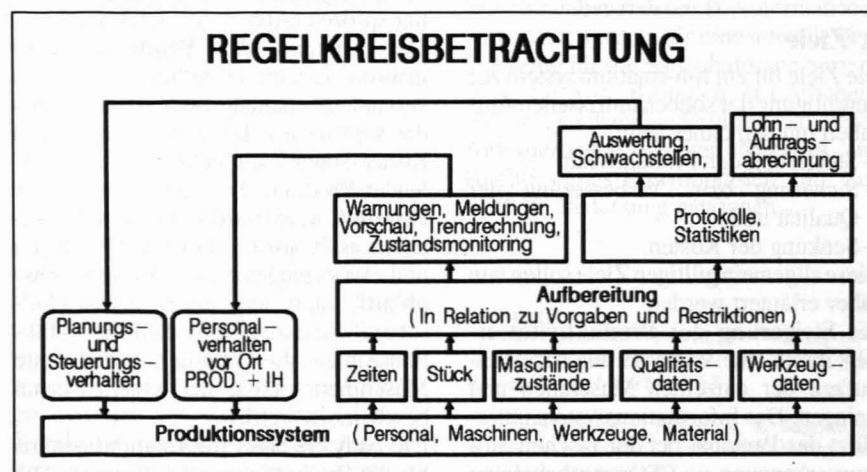
5.

Produktionsmittelmanagement

Zur Sicherstellung eines möglichst effizienten Produktionsmittelmanagementes ist allerdings, trotz aller Fortschritte in der Informationstechnik, die **zentrale Rolle des Menschen als Entscheidungsträger** nach wie vor gegeben. Er muß seine Erfahrung, seine Zusatzinformationen und Zusatzwahrnehmungen (trotz der immer besser werdenden Sensorik) sowie seine Kreativität nutzen, um den Produktionsablauf optimal zu gestalten. Das Informationssystem hat seine Stärken in der raschen Bewältigung großer Datenmengen und liefert den Mitarbeitern aufgrund der bekannten Restriktionen des Produktionssystems, der aktuell erfaßten Prozeßdaten und der Vorgaben des Produktionsprogrammes einen »besseren Überblick über das aktuelle und zukünftige Prozeßgeschehen«. Der Mensch ist damit in der Lage, seine Entscheidungen rascher, fundierter und transparenter zu treffen. Das Informationssystem kann ihm dann die Konsequenzen seines Handelns veranschaulichen (Simulation!) und den Produktionsablauf protokollieren, womit auch ein gewisses »Ansammeln von Erfahrungen« mit Hilfe des Systems möglich ist.

6. Funktionsumfänge

Das entwickelte Konzept geht von einer integrativen Betrachtung der informationstechnisch relevanten Einzelfunktionen aus, wie: Instandhaltungseinsatz- und Störungserfassung, Werkzeugeinsatzverwaltung, Qualitätsdatenerfassung und -aufbereitung, Nutzlaufzeit- und Lohndatenerfassung, Werkerführung, Pufferverwaltung und Maschinenzustandsmonitoring. Nur auf diese Weise ist eine Optimierung der Gesamtfunktion »Produktion« unter Nutzung eines gewissen Synergieeffektes möglich, der sich dabei nicht nur auf die Gesamtfunktionalität, sondern insbesondere auch auf die Hardwarekosten bezieht. Diese Systeme



Können dann als »Fertigungs- und Montageleitsysteme« bezeichnet werden.

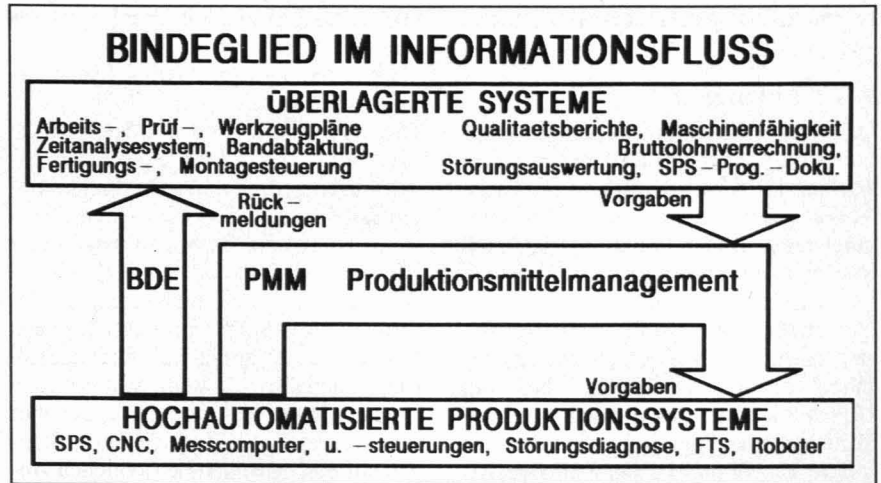
7. Bindeglied im Informationsfluß

Das so definierte Informationssystem darf nicht isoliert als Insellösung für den Produktionsbereich betrachtet werden, sondern es muß vielmehr im Gesamtzusammenhang des betrieblichen Informationsflusses gesehen werden (Abb. 3). In den meisten Unternehmen ist im administrativen Bereich bereits eine große Anzahl von DV-Systemen vorhanden, wie Arbeits- und Werkzeugplanverwaltungssysteme, Qualitätsberichtswesen usw. Im Bereich der Produktion werden immer mehr hochautomatisierte Anlagen eingesetzt, die intern ein hohes Maß an Datenverarbeitung aufweisen. Man denke nur an fahrerlose Transportsysteme (FTS) oder flexible Fertigungssysteme (FMS).

Die administrativen Systeme liefern nur Vorgaben für den Produktionsablauf und sind auf entsprechende Rückmeldungen aus dem Produktionsprozeß angewiesen. Die hochautomatisierten Produktionsanlagen wiederum brauchen detaillierte Vorgaben von überlagerten Systemen und können als wichtige Datenquellen für automatisierbare Rückmeldungen dienen. Die von uns betrachteten produktionsnahen Informationssysteme stellen nun das Bindeglied im betrieblichen Informationsfluß dar. Zur Zeit erfolgt der Informationsfluß in diesem Bereich oft noch weitgehend über Belege, Lochstreifen usw., sodaß man aus heutiger Sicht von einem »missing link« in der Informationsverarbeitung sprechen kann. Das Ziel ist somit das Schließen dieser Lücke zwischen den administrativen IV-Systemen und den hochautomatisierten Produktionssystemen (durch einen weit über die klassische Betriebsdatenerfassung hinausgehenden Funktionsumfang) und die effektive Unterstützung des Personals an den Maschinen beim Produktionsmittelmanagement, d.h. bei seiner Aufgabe als »Maschinenführer«.

8. Hardwarekonzept

Die Hardwareauswahl soll den speziellen Bedingungen in der Produktion entsprechen. Es müssen daher folgende Gesichtspunkte besonders berücksichtigt werden: Betriebssicherheit, Integrationsfähigkeit in die vorhandene Systemumgebung, Modularität, Ausbaufähigkeit und Leistungsbandbreite der einzelnen Komponenten. In der Praxis haben sich sogenannte »Ebenen-Konzepte« bewährt, wobei jeder Ebene spezifische Funktionen zugeordnet sind.



Die **Werksebene** ist durch den kommerziellen Groß-Rechner repräsentiert und mit den anderen Ebenen über ein lokales Datennetzwerk (»LAN«) verbunden. In der **Bereichsebene** kommen mehrere Rechner im Verbund zum Einsatz (z.B. VAX-Cluster). Die **Linienebene** besteht aus mehreren Rechnern, die vor Ort weitgehend Steuerungs-, Normierungs- und Vorverarbeitungsarbeiten erfüllen. Die **Prozeßebene** schließlich besteht aus einer sehr großen Anzahl von Maschinensteuerungen unterschiedlicher Hersteller, die entweder seriell oder parallel an die jeweiligen Rechner der Linienebene angeschlossen sind.

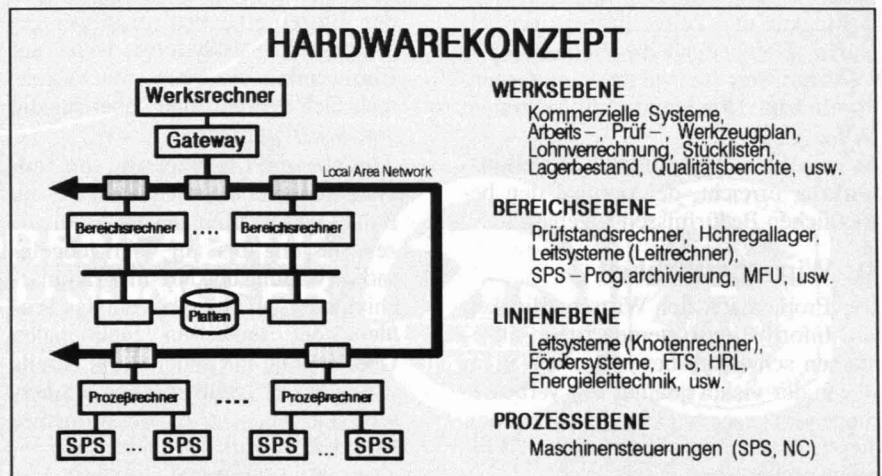
Die Zuordnung der Funktionen zu den einzelnen Ebenen (Abb. 4) erfolgt nach 2 Grundsätzen:

»Die Schnittstellen zwischen den einzelnen Ebenen sollen so gewählt werden, daß der Datenverkehr zwischen den Ebenen minimiert wird!«

»Die einzelnen Systeme sollen so konzipiert werden, daß bei Ausfall einer Ebene bzw. der Verbindung zu dieser Ebene, die Systemfunktionen innerhalb der einzelnen Ebenen und vor allem unterhalb der gestörten Ebene für eine gewisse Zeit (eine halbe Stunde bis zu einem Tag) weiter-

hin, event. in beschränktem Umfang, verfügbar sind. Darüber hinaus muß nach Behebung der Störung ein weitgehend automatisierter und vor allem konsistenter Wiederanlauf gesichert sein!« Durch diese Grundsätze ergibt sich eine teilweise redundante Datenhaltung, wobei allerdings der Abgleich dieser Datenbestände zyklisch und automatisiert erfolgt. Weiters können Daten kurzfristig und zeitlich begrenzt auf einer unteren Ebene geändert werden, ohne eine Nachführung in allen administrativen Systemen. Natürlich muß organisatorisch geklärt sein, wer in welchem System, welche Daten zu pflegen hat und wie und wann die Änderungen in die anderen Systeme einfließen sollen.

Abschließend sei noch erwähnt, daß auf jeder Ebene eine geeignete Sicherheitsstrategie verfolgt werden muß, um die erforderliche Gesamtsystemverfügbarkeit zu erreichen. Auf der Bereichsebene sind »Cluster«-Konzepte und die Spiegelung aller Datenbestände (»shadow-recording«), wie auch Konzepte mit »Hot- bzw. Cold-Stand-by«-Systemen denkbar. Auf der Prozeß- und Linienebene werden alle Komponenten so ausgeführt, daß sie innerhalb kurzer Zeit vom Instandhal-





tungspersonal als Ganzes ausgetauscht werden können.

9. Erfahrungen

Das vorgestellte Konzept eines »Fertigungsleitsystems« wurde bereits in einem konkreten Anwendungsfall realisiert. Auf die spezielle Gestaltung und Ausprägung der einzelnen Funktionen kann aus Rücksicht auf unseren Kunden nicht näher eingegangen werden.

Nutzen und Vorteile eines derartigen Systems zeigten sich bereits kurze Zeit nach Inbetriebnahme. Durch einen **besseren Überblick über das aktuelle und zukünftige Prozeßgeschehen** wurden eine freiere Einteilung der persönlichen Arbeit und eine Entlastung von unproduktiven Tätigkeiten für das Personal vor Ort sowie höhere Nutzlaufzeiten und bessere Qualität erreicht. Produktionsnahe Informationssysteme in der beschriebenen Form lassen sich **mit handelsüblichen Standardbaugruppen** realisieren. Dies gilt für die eingesetzten Rechner und Terminals, die Systemsoftware und das Datennetzwerk.

Es konnte eine **Gesamtsystemverfügbarkeit von über 99%** erreicht werden. Dies und die Bereitstellung immer aktueller und konsistenter Daten sind unbedingte Voraussetzungen für den erfolgreichen Einsatz, da sonst weiterhin manuelle Parallelaufzeichnungen geführt werden, die letztlich den Sinn des Systems in Frage stellen.

Das System wird **vom betroffenen Personal voll akzeptiert** und ohne Einschränkungen genutzt. Wichtig in diesem Zusammenhang ist, daß

- die gesamte Information für alle Beteiligten verfügbar ist; nur einige kritische Eingaben sind entsprechend abgesichert. Auf diese Weise wird das natürliche Mißtrauen der Belegschaft gegen derartige Systeme abgebaut.
- die relevante Information immer dort verfügbar ist, wo sich der Mitarbeiter gerade aufhält, um unnötige Wegstrecken und Zeitverluste zu vermeiden. Das bedingt das Konzept eines »fliegenden Leitstandes« im Gegensatz zur Leittechnik mit zentralem Warten.

Es wurde ein **abgerundeter Funktionsumfang** erreicht, der optimal den betrieblichen Bedürfnissen angepaßt ist.

11. Wirtschaftlichkeit

Die Problematik der Wirtschaftlichkeit von Informationssystemen ist im allgemeinen schwer zu bewerten, vor allem wegen der vielen qualitativen Verbesserungen im gesamten Umfeld. Man kann diesen Themenkreis vielleicht mit 2 Fragen umschreiben:

»Was sind Information und Integration wirklich wert?«

»Ist eine moderne Produktion ohne Informationstechnik denkbar?«

Diese Fragestellungen werden vielfach diskutiert, wobei auch überzogene Erwartungen vertreten werden. Im konkreten Fall des realisierten Fertigungsleitsystems konnte die Wirtschaftlichkeit klar nachgewiesen werden. Es hat sich gezeigt, daß die verstärkte Nutzung der Informationstechnik im produktionsnahen Bereich eine attraktive Rationalisierungsmaßnahme darstellt, von der man »keine Wunder erwarten darf«, die aber sehr weitreichende positive Auswirkungen auf den gesamten betrieblichen Ablauf hat. Dies ist nicht zuletzt auch eine Folge der intensiven Analyse der gesamten Ablauforganisation in Zusammenarbeit mit **allen** betroffenen Fachstellen. Vielleicht muß dieser Effekt ebenso hoch wie der quantifizierbare Nutzen bewertet werden.

12. Ausblick

Abschließend möchte ich noch einige Aspekte aufzeigen, von denen ich glaube, daß sie für die zukünftige Entwicklung von technischen Informationssystemen von Bedeutung sind.

— **Kostenstruktur:** Der Anteil der Hardware an den Gesamtkosten ist bei flächendeckenden Systemen noch sehr hoch. Dieser Anteil ist allerdings durch den allgemeinen Preisverfall und mehrfach genutzte Infrastruktur (Netzwerke, Terminals usw.) stark im Sinken begriffen. Diesem Trend steht jedoch keine entsprechende Entwicklung bei der Software gegenüber, außer es erfolgt ein mehrfacher Einsatz der erstellten Software.

— **Weiterentwicklung und Spezialisierung:** Solange die Systementwicklung durch die Produktionsbetriebe selbst erfolgt, ist eine »Perfektionierung« oft aus Kostengründen nicht möglich, und es sind diese gesamthaften Systeme in den Einzelfunktionen meist weniger leistungsfähig als Systeme, die nur auf Einzelfunktionen hin entwickelt, mehrfach verkauft und dabei ständig verbessert wurden.

— **Autarke und Überlappung von Teilsystemen:** Bei einem System, das ein Funktionsspektrum von der Nutzlaufzeiterfassung bis zur Werkzeugeinsatzverwaltung und NC-Programmarchivierung aufweist, besteht das Problem der teilweisen funktionalen Überlappung mit anderen, oft bereits vorhandenen Systemen. Dies ist einerseits unerwünscht, da sie vermehrte Aufwände verursacht und manchmal auch zu widersprüchlichen Informa-

tionen für den Benutzer führt. Andererseits bietet die Aufteilung der Funktionalität in autarke Teilsysteme eine gewisse Unabhängigkeit der einzelnen Funktionen im Störfall und eine einfachere Zuteilung der Verantwortlichkeit.

- **Einbindung bestehender Systeme:** Es ist daher oft zu prüfen, wie bestehende Systeme optimal eingebunden bzw. ob sie ersetzt werden sollen. Diese Frage stellt sich jedoch nur im unmittelbaren Produktionsbereich, Integration in die betriebliche Systemumgebung ist immer mit der Einbindung bestehender Systeme verbunden. Hier zeigt sich die Notwendigkeit einer umfassenden Normierung der Hard- und Softwareschnittstellen, wie auch der Schnittstelle zum Benutzer (einheitliche Bedienlogik).

Die angeführten Punkte zeigen, daß man in Zukunft vermehrt auch in diesem Bereich der Informationsverarbeitung auf sogenannte »Standardlösungen« (Käufliche Softwarepakete) für die einzelnen Funktionsumfänge wird zurückgreifen müssen, um die Kosten in einem wirtschaftlichen Rahmen zu halten und um an der allgemeinen Weiterentwicklung der Systeme (durch Spezialisten) beteiligt zu sein. Es wird daher noch vermehrt die Notwendigkeit zur Einbindung verschiedenster Systeme in ein Gesamtsystem bestehen. Ein bereits mehrfach vorgeschlagener Weg in diese Richtung ist:

Bei der Konzeption eines gesamthaften Informationssystems werden, insbesondere bei größeren Unternehmen, für die einzelnen Funktionsumfänge die optimalen Subsysteme (»Baustein«) ausgewählt. Dies erfolgt aus dem Angebot des Softwaremarktes und aus den im Haus bereits vorhandenen Systemen. Nur in Ausnahmefällen wird ein Baustein neu entwickelt. Alle diese Subsysteme haben eine klar definierte Datenbank und Benutzerschnittstelle und die Arbeit »beschränkt« sich auf die Erstellung einer einheitlichen Benutzeroberfläche und einer gemeinsamen relationalen Datenbasis.

So bin ich überzeugt, daß die Informationstechnik im produktionsnahen Bereich eine ebenso große Bedeutung und Verbreitung finden wird, wie bereits seit einiger Zeit im kommerziellen Bereich. Allerdings ist es dazu notwendig, bereits in die Planung von Produktionssystemen die Möglichkeiten von Informationssystemen voll einfließen zu lassen. Die Voraussetzung ist jedoch das entsprechende Wissen und Bewußtsein bei den (maschinentechnischen) planenden Stellen, das heute noch nicht allgemein vorhanden ist.