

H. F. Binner, Hemmingen

Zeitpunktgerechte Fertigungssteuerung erfüllt logistische Zielsetzungen

In Verarbeitungsgeschwindigkeit und Bedienungsaufwand weitgehend ausgereizte Fertigungseinrichtungen lassen weitere Kostensenkungen bei der Fertigung häufig nicht zu. Diese sind, bei gleichzeitigem Halten oder Verbessern von Termintreue und geringen Auftragsdurchlaufzeiten, nur mit einer konsequenten zeitpunktgerechten Fertigungssteuerung zu erreichen. Niedrige Bestände als Folge geringer Durchlaufzeiten, lassen Meister und Fertigungsleiter häufig unsicher werden – unnötigerweise wie dieser Beitrag zeigt.

Die Vorgabe und Einhaltung des richtigen Bedarfszeitpunkts für verschiedene Fertigungsschritte ist ein entscheidender Ansatz zur Verwirklichung der logistischen Zielsetzungen innerhalb der Versorgungskette im Unternehmen. Die logistischen Ziele, niedrige Bestände, kurze Durchlaufzeiten (DLZ) und Termintreue als Voraussetzungen für das Erreichen hoher Flexibilität bei der Auftragsausführung sind permanent infrage gestellt. Nichteinhaltung oder Fehlen bzw. nicht exakt definierter Bedarfszeitpunkt wegen

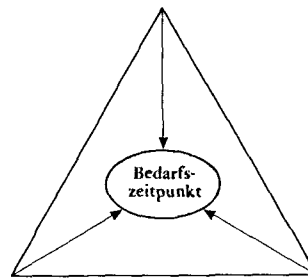
- falscher Terminierung mit ungenauen DLZ-Vorgaben,
- noch nicht abgeschlossener Vorarbeitsgänge,
- verzögerter Auftragsfreigabe durch die Steuerung,
- nicht rechtzeitiger Bestellung durch den Einkauf,
- nicht rechtzeitiger Lieferung durch den Lieferanten,
- Verzögerung durch Qualitätsmängel und
- Störungen im Ablauf

unterbrechen die Logistikkette und stellen die gesamte Fertigungssteuerung mit ihren Vorgaben infrage. Alle logistischen Aktivitäten auf der dispositiven und operativen Ebene mit den damit zusammenhängenden Restriktionen wie Einhaltung einer hohen Bedarf-, Bestand- und Prozeßsicherheit müssen auf diesen Bedarfszeitpunkt abgestimmt sein. Auch die gesamte Just-in-time-Philosophie ist ohne Beachtung des Bedarfszeitpunkts nicht durchsetzbar, weil die dafür notwendige Synchronisation zwischen Lieferant und Unternehmen zum Zeitpunkt der Materialanlieferung nicht herzustellen ist. Deshalb gilt hier ganz besonders der Grundsatz, „Informationen über den Bedarfszeitpunkt ersetzen Bestände“!

Bedingungen und Forderungen

Die Anforderungen an ein funktionierendes Terminplanungs- und Steuerungssystem sind unter diesen logistischen Aspekten in den letzten Jahren stark gestiegen. Es ist deshalb zu untersuchen, unter welchen Voraussetzungen die Anforderungen an eine zeitpunktgerechte Fertigungssteuerung zukünftig besser als bisher erfüllt werden können. Beim Kanban-Prinzip, der Fertigungssteuerung nach dem Hol-System, ist die zeitpunktgerechte Auslösung der Produktionsstufen durch die nachfolgenden Arbeitsplätze der wichtigste Anwendungsvorteil, allerdings aus Gründen der Kontinuität bisher sinnvoll nur bei der variantenarmen Großserienfertigung einsetzbar. Der Ansatz bei der in diesem Beitrag im Vordergrund

Bedarfssicherheit
– Bedarfshöhe
– Bedarfsausführung
– Bedarfsermittlung



Bestandssicherheit
– Bestand Vorarbeitsgänge
– Lagerort
– Lagermenge
– Lagerzeit

Prozeßsicherheit
– Freigabe
– Verfügbarkeiten
– Selbststeuerung
– Synchronisation
– Störungen ausregeln

Bild 1. Einhaltung des Bedarfszeitpunkts im Zentrum logistischer Zielsetzungen

stehenden konventionellen Fertigungssteuerungs-Betrachtung liegt dabei nicht in der Auswahl oder Vorgabe bestimmter PPS-Programm-Module, die diese Aufgabe lösen sollen, sondern in der Bestimmung der grundsätzlichen ablauforganisatorischen Randbedingungen, die durch den PPS-Einsatz zu erfüllen sind. Hier in erster Linie die im folgenden noch ausführlich angesprochene Einhaltung der Bedarfs-, Bestands- und Prozeßsicherheit.

Bild 1 zeigt den Bedarfszeitpunkt als zentralen Bezug zu den Aufgaben, die zur Erfüllung der logistischen Zielsetzungen zu lösen sind. Aus einer exakten Bedarfsermittlung, die aus einer hohen Bedarfssicherheit resultiert, werden die benötigten Ressourcen zum Bedarfszeitpunkt der Fertigung zur Verfügung gestellt.

Auf der Grundlage einer zu garantierenden Bestandssicherheit, d. h. mit den aktuellen Informationen über den Bestand der Vorarbeitsgänge, der Lagerorte, -mengen und -zeiten, werden nur die Materialien in den Prozeß eingesteuert, die zur Auftragsausführung unmittelbar benötigt werden. Durch eine ebenfalls zu garantierende Prozeßsicherheit mit zeitgenauer Freigabe nach einer Verfügbarkeitsprüfung und einem synchronisierten Prozeßablauf durch selbststeuernde Aktivitäten und schneller Störungsausregelung folgt die Produktherstellung mit minimalen Durchlaufzeiten.

Zusammenspiel notwendig

Die als Ausgangspunkt genannte Aufgabenstellung dieses logistischen Prozesses, also die Durchsetzung einer hohen Bedarfssicherheit erläutert Bild 2. Diese Bedarfssicherheit läßt sich in der Praxis nur erreichen, wenn nach den betrieblichen Regelkreisprinzipien alle mit den Primärbedarfzahlen

arbeitenden oder sie beeinflussenden Funktionsbereiche untereinander kommunizieren und eine entsprechende Rückkopplung bei Veränderungen der Primärzahlen gesichert ist. Die exakte Primär-Bedarfsermittlung muß berücksichtigen:

- Vertriebssonderwünsche,
- außerplanmäßige Kundenaufträge,
- Absatzplanänderungen,
- Auftragseingangsänderungen,
- laufende Programmänderungen,
- Rückstände in der Fertigung,
- Ausschuß, Nacharbeit,
- drohende Engpässe und
- Produktionsstörungen.

Eine enge Abstimmung zu Vertrieb, Absatzplanung und Produktion sorgt für einen einheitlichen Informationsstand bei allen beteiligten Stellen, beispielsweise Auftragsabwicklung, Einkauf, Absatzplanung, Produktionsprogrammplanung, Leitstand bzw. Werkstattsteuerung und Zentrallager. Informationen über Vertriebssonderwünsche, außerplanmäßige Kundenaufträge, Auftragseingangsänderungen, laufende Programmänderungen, Rückstände in der Fertigung, Ausschuß, Nacharbeit, drohende Engpässe oder Produktionsstörungen sind sofort nach Bekanntwerden auszutauschen. Das in den Betrieben immer noch vorherrschende Sicherheitsdenken wird mit dem Durchsetzen dieser Regelkreise zur Verbesserung der Bedarfssicherheit abgebaut – der erste wichtige Ansatzpunkt zur Bestandsenkung im Wareneingangslager.

Wenn damit bekannt ist, welcher Bedarf auftritt, so muß auch der Zeitpunkt dieses Bedarfs klar vorzugeben sein, um nicht aus diesem Grund zur Einhaltung der Lieferfähigkeit wieder höhere Sicherheitsbestände aufzubauen. Die heute üblichen Schwachstellen bei der Festlegung und Einhaltung des Bedarfszeitpunkts, d. h. des Soll-Start-Termins des Auftrags, sind in Tabelle 1, unterteilt nach Planungs-, Steuerungs- und Prozeßgesichtspunkten, aufgeführt. Planvorgabewerte können nur dann stimmen, wenn die zugrunde gelegten Durchlaufzeiten realistisch sind. Hier treten in der Praxis große Schwierigkeiten auf, da sich die Durchlaufzeiten in Abhängigkeit von Bedarf und Bestand am augenblicklichen Prozeßzustand orientieren. Bei nicht ausgelasteten Prozessen sind selbstverständlich andere Durchlaufzeiten zu erzielen, als bei Vollaustellungen, bei denen noch zusätzliche Kapazitätsengpässe deutlich werden.

Die Einhaltung des Bedarfszeitpunkts (Steuerung) hängt davon ab, ob die organisatorischen Vorbereitungsmaßnahmen

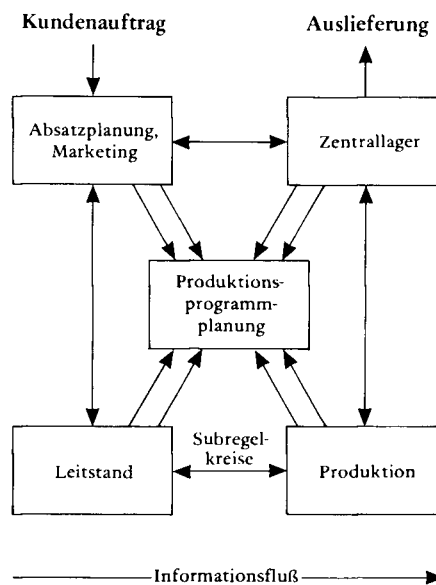


Bild 2. Durchsetzung der Bedarfssicherheit mit Hilfe logistischer Sub-Regelkreise

erfolgreich waren und die getroffenen Vorgaben (Planung) umsetzbar sind. Voraussetzung ist natürlich, daß auch die benötigten Produktionshilfsmittel für den Prozeß zur Verfügung stehen, damit der Auftrag ohne Verzögerung begonnen werden kann.

Vergleichbar mit Meßsystemen

Die Einflüsse auf die Fertigungssteuerung sind also sehr vielschichtig. In Analogie zu einem Meßsystem kann man, wie Bild 3 zeigt, einem Terminplanungs- und Steuerungssystem hinsichtlich einer genauen Bedarfszeitpunktrealisierung zwei zu erledigende Aufgaben zuordnen. Als erste Aufgabe wäre die Ermittlung des „wahren“, also richtigen Bedarfszeitpunkts (Meßwerts) innerhalb zulässiger Abweichungen, (beispielsweise stundengenau Anforderungen) zu nennen.

Die zweite Aufgabe wäre die Einhaltung (Analogie: das Messen) des Bedarfszeitpunkts bei der Prozeßdurchführung. Hierbei handelt es sich um Termin-Istwerte aus dem Prozeß, während bei der ersten Aufgabenstellung Sollwerte angesprochen wurden. Diese Sollwerte ergeben sich aus einer simultanen Kapazitäts- und Terminplanung mit exakten Durchlaufzeiten, die beispielsweise über eine belastungsorientierte Auf-

Tabelle. Planungs-, Steuerungs- und Prozeßebene bieten Schwachstellen bei Bestimmung des Bedarfszeitpunktes

Planung	Steuerung	Prozeß
Bedarf nicht exakt ermittelt	Auftragsfreigabe zu spät oder zu früh	Kapazitäten nicht verfügbar
Bedarf nicht termingerecht disponiert	Benötigte Ressourcen nicht vorhanden	Produktionsmittel wenig flexibel
Durchlaufzeiten in dispositiven Bereichen unbekannt	Vorarbeitsgänge nicht termingerecht fertiggestellt	Störungen und Maschinenausfälle
Produktions-DLZ-Vorlagen sind falsch oder ungenau	Bestände vor den Arbeitsplätzen zu hoch	Ungeplanter Ausschuß und Nacharbeit fallen an
Rüst- und Fehlzeiten unzureichend berücksichtigt	Überblick über Auftragsstatus in der Werkstatt fehlt	Keine aktuelle Rückmeldung über Zeiten und Bestände
Terminabhängigkeiten im Auftragsnetz nicht überschaubar	Eilaufträge setzen Planungsvorhaben außer Kraft	Prozeßsynchronisation nicht vorhanden
Bedarfszeitpunkt ohne Rückkopplung zum Prozeß errechnet	Termin- und Bestandskontrollen fehlen	
Bedarfszeitpunkt ohne Kapazitätsausgleich vorgegeben		
Festgelegte Bedarfszeitpunkte sind falsch		

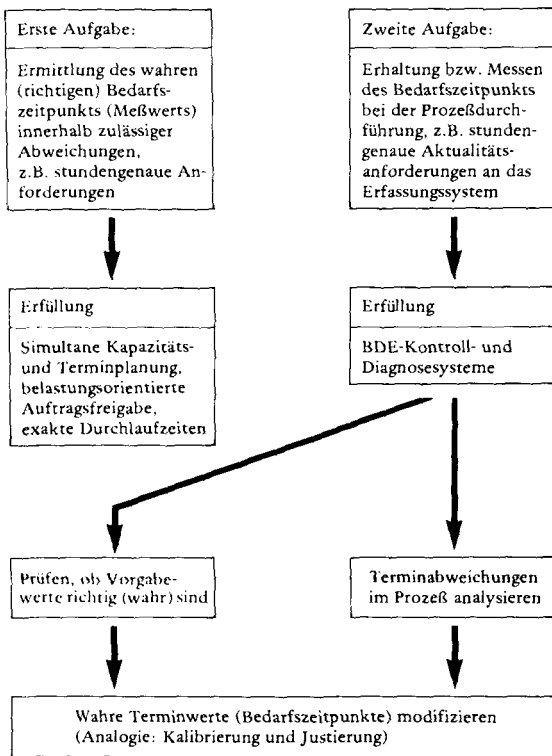


Bild 3. Analogie der Aufgaben zwischen Terminplanungs- und Steuerungssystemen und Meßsystemen

tragsfreigabe einen Anspruch als Fixwerte erheben können. Die Termin-Ist-Daten werden dagegen über das BDE-Kontroll-Diagnose-System laufend erfaßt und beobachtet.

Im Sinne des betrieblichen Regelkreisprinzips können nun über einen Soll-Ist-Vergleich Terminabweichungen analysiert und gegebenenfalls die Vorgabewerte modifiziert werden, um so durch einen iterativen Ablauf immer näher an den wahren Terminwert (Bedarfszeitpunkt) zu gelangen.

Wieder unter Bezugnahme auf das Meßsystem können weitere Untersuchungen hinsichtlich des wahren Bedarfszeitpunkts angestellt werden. Prinzipiell sind bei beiden Aufgaben Terminunsicherheiten in der Praxis vorhanden und miteinander gekoppelt. Vorgabeseitig ist es einmal die Abweichung vom wahren Bedarfszeitpunkt „Was war angestrebt?“ zum Zweiten rückmeldeseitig die Abweichung bei der Prüfung der Frage „Welcher Wert war es?“.

Unterschiedlich genaue Steuerungen

Aus diesen beiden denkbaren Abweichungen ergibt sich die Genauigkeitsdefinition. Unter Genauigkeit ist danach die qualitative Bezeichnung für das Ausmaß der Annäherung des Ermittlungswerts (Istwert aus dem BDE-System) an den festgelegten beziehungsweise tatsächlichen Bezugswert zu verstehen. Diese Genauigkeitsdefinition wird im folgenden dazu benutzt, mit Hilfe definierter Genauigkeitsstufen Terminplanungs- und Steuerungssysteme grob einzuordnen.

Die unterste Stufe eines Terminplanungs- und Steuerungssystems ist diejenige, bei der Terminabweichungen nicht näher untersucht werden. Dies ist wegen fehlender Rückmeldesysteme auch nicht möglich. Somit kann auch keine Bestands- und Prozeßsicherheit garantiert werden.

Eine mittlere Genauigkeitsstufe stellt das Erfassen von Ist-Werten aus dem Prozeß zur Durchführung von Soll-Ist-Vergleichen dar. Allerdings wird nicht der richtige Vorgabewert,

also Bedarfszeitpunkt überprüft, sondern ein einmal festgelegter Bedarfszeitpunkt als fixe Größe behandelt. Immerhin läßt sich damit die Bestandssicherheit im Prozeß erzeugen.

In der obersten und damit genauesten Stufe eines Terminplanungs-Systems wird laufend überprüft, ob sich durch Veränderungen der Planungswerte auch die Bedarfszeitpunkte geändert haben. Ebenso fließen steuerungs- und prozeßseitige Erkenntnisse in die Betrachtung mit ein. Zusätzlich wird die Genauigkeit der Rückmeldedaten geprüft.

Wie man Genauigkeit erreicht

Die Realisierung der obersten Genauigkeitsstufe im Betrieb wird durch Installation eines Logistik-Leitstands ermöglicht. Das Prinzip dieses Leitstands zeigt Bild 4. Der Verfasser hat zusammen mit dem Anbieter Space-Logo GmbH einen solchen Logistik-Leitstand auf Unix-Basis und dem Datenbank-System Oracle entwickelt. Durch umfassende Informationen aus der dispositiven Ebene, wie sie in Bild 2 angesprochen wurden, und aus der operativen Ebene mit Hilfe von BDE-Systemen wird über diesen Leitstand ein bedarfsorientierter integrierter Material- und Arbeitsfluß erzeugt. Die für die Einhaltung des Bedarfszeitpunkts wichtige Bestands- und Prozeßsicherheit ist über eine aktuelle Bereitstellung aller relevanten Prozeß-Informationen gesichert. Der mit hoher Sicherheit festgestellte Bedarf ist tatsächlich zeitpunktgerecht einzusteuern. Die eingangs genannten logistischen Zielsetzungen werden somit erreicht, das in Bild 5 gezeigte logistische Wendekurvenprinzip in der Praxis durchsetzbar.

In diesem Bild wird in der oberen Hälfte der gerade bei Einzel- und Kleinserienfertigern noch häufig anzutreffende Zustand abgebildet. Hohe Bestände im Wareneingangslager garantieren die Flexibilität bei variantenreichen, kundenspezifischen Produktaufträgen. Der Fertigungssteuerer lastet aus Gründen der Übersichtlichkeit und wegen fehlender Steuerungshilfsmittel die zu einem Auftrag gehörenden Baugruppen zum gleichen Fertigungsbeginnstermin ein. Die Folge ist,

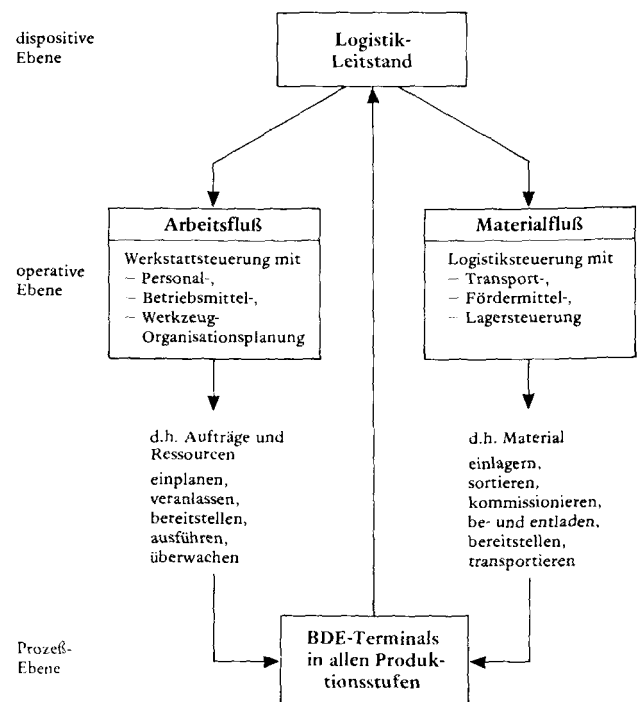


Bild 4. Bedarfsorientierter integrierter Material- und Arbeitsfluß durch Einsatz eines Logistikleitstands

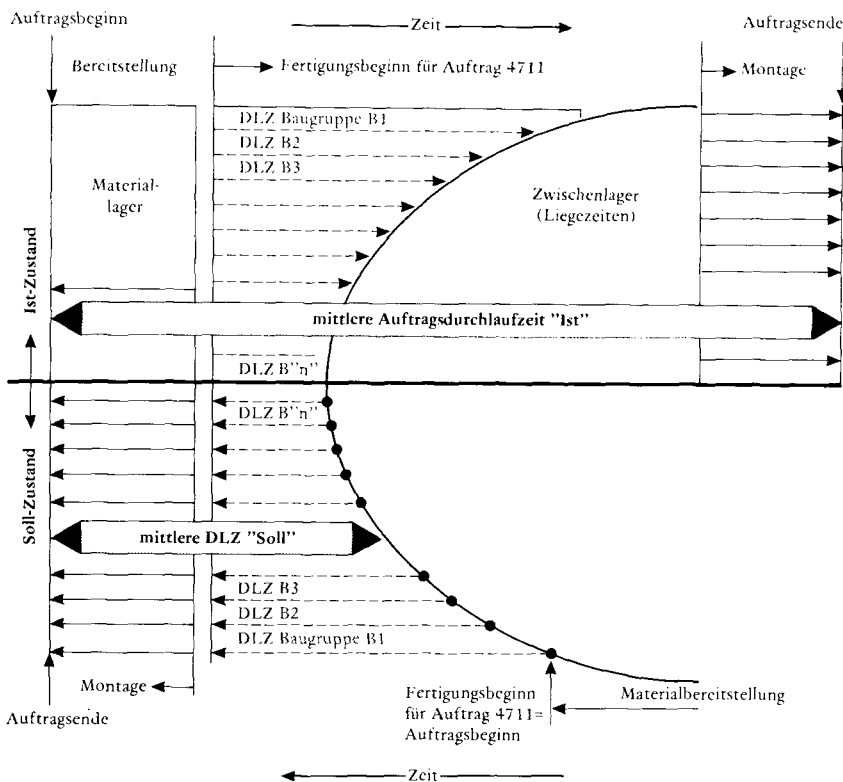


Bild 5. Logistisches Wendekurvenprinzip

daß wegen der unterschiedlichen Durchlaufzeiten pro Baugruppe im Fertigungsprozeß verschiedene Zwischenlager entstehen, in denen sich die zu früh produzierten Halbfertigfabrikate sammeln.

Es entsteht ein unabgestimmter, d. h. nicht synchronisierter Ablauf mit langen Durchlaufzeiten und hohen Beständen. Besonders ärgerlich ist, wenn dann wegen langer Liegezeiten im Zwischenlager noch Teile verschwinden, weil sie in anderen Aufträgen Verwendung finden. Da dies in der Regel erst zu Montagebeginn festgestellt wird, bleiben dann fertiggestellte Baugruppen erst einmal so lange liegen, bis dieses bewußte Teil nachproduziert wurde, oder die Montage wird begonnen und die Ausführung dann unterbrochen, bis das Teil zur Verfügung steht.

Der Sollzustand mit den exakt bekannten Bedarfszeitpunkten ist in der unteren Hälfte von Bild 5 dargestellt. Er zeigt, wie hoch die Durchlaufzeitreduzierung sein kann, wenn der

Fertigungs- und Montageprozeß miteinander synchronisiert wird. Im Idealfall benötigt man kein Materialeingangslager mehr, da die benötigten Materialien direkt auf den Bereitstellungsflächen für den Fertigungsbeginn zur Verfügung gestellt werden. Niedrige Bestände und kurze Durchlaufzeiten sind fast zwangsläufig die Folge dieser Organisation. Die Voraussetzungen für die geforderte hohe Flexibilität, mit der die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens am Markt gestärkt wird, ist damit voll erfüllt.

Der Autor dieses Beitrags

Prof. Dr.-Ing. Hartmut F. Binner, Jahrgang 1944, studierte an der TU Hannover Maschinenbau. Nach mehrjähriger leitender Tätigkeit in der Industrie ist er seit 1978 Professor an der FH Hannover, dort zuständig für CIM und Logistik, Industriebetriebslehre und Planung von Anlagen und Werkstätten. Außerdem ist er Technologieberater und Mitinhaber der Space Logo, Hannover. (1128)

Datenbanksystem mit neuen Funktionen

In einer neuen Version wurde das relationale Datenbanksystem auf SuperDB2 von Computer Associates, Weiterstadt, um eine voll menügesteuerte Bedienung erweitert, die dem Anwender in einfacher Art und Weise erlaubt, Datenbanken anzulegen, zu warten und auszuwerten. Die Programmierung von Makros ist möglich. So kann der Nutzer eigene Anwendungen mit einer individuellen Gestaltung der Benutzeroberfläche erstellen. Der Zugriff auf die Daten läßt sich in bis drei Ebenen schützen.

Die Wartung der Datenbanksstruktur ist gegenüber der Vorläuferversion einfacher und sicherer. Es können jederzeit Änderungen am Aufbau der Datenbank vorgenommen wer-

den, ohne die schon festgelegten Definitionen für Ausgaben, Selektion usw. zu verlieren. Umfangreiche Plausibilitätsprüfungen fangen Fehleingaben bei der Definition von Datenbanksstrukturen von vornherein ab. Es ist weiterhin möglich, bei der Erstellung von Reports Daten aus verschiedenen Datenbanken zu mischen. Über Schnittstellen, so zu den externen Programmen SC4, dBase III, Lotus 1-2-3, DIF sowie SuperDB, ist die Datenbank flexibel in der Kommunikation mit anderen Datenbanksystemen. Daten können grafisch in Form von Balken-, Kreis-, Schachtel- sowie Liniendiagrammen aufbereitet und in allen vier Variationen gleichzeitig dargestellt werden. SD (3189)