# PROZESSMANAGEMENT: WANDEL

## Zeitgerechte Ansätze zur Prozessplanung und -steuerung

Dr.-Ing. Rupert Stuffer,
Dipl.-Ing. Ralf Kleedörfer,
München

**In den letzten Jahren wurde häufig auf die Notwendigkeit struktureller Veränderungen in der Produktentwicklung hingewiesen. Unter Begriffen wie Simultaneous Engineering oder Concurrent Engineering wurden neue organisatorische Konzepte beschrieben /1/. DV-technische Ansätze zur Ordnung und Systematisierung des Informationsmanagements wie Data Warehouses, Produktdatenmanagementsysteme oder Engineering Data Management Systeme sollen übergreifend anwendbare Daten- bzw. Informationsstrukturen zur Verfügung stellen /2/.**

Bestehende EDM-Systeme unterstützen im wesentlichen den Aufgabenbereich der Produktmodellierung. Vorhandene Module zum Workflow-Management oder zur Projektverwaltung sind im allgemeinen nicht für ein umfassendes Prozeßmanagement mit weitreichenden Ansprüchen an eine Prozeßplanung und -steuerung konzipiert. Eine umfassende Beherrschung der Entwicklungsprozesse ist jedoch unabdingbare Voraussetzung für Konzepte wie Concurrent Engineering oder Simultaneous Engineering. Eine naheliegende Lösung wäre hierzu die Einbindung klassischer Projektmanagementsysteme. Diese Systeme haben sich jedoch methodisch in den letzten Jahren kaum weiterentwickelt und befinden sich daher mehr und mehr im Konflikt mit den organisatorischen Konzepten eines Simultaneous Engineering oder Concurrent Engineering.

An dieser Stelle sollen daher neue, weitergehende Ansätze für ein zeitgerechtes Prozeßmanagement diskutiert sowie entsprechende DV-technische Lösungen beschrieben werden. Diese beinhalten einerseits Aspekte, die für viele EDM-Systeme bereits selbstverständlich sind, jedoch noch keinen Eingang in die verbreiteten Projektmanagementsysteme gefunden haben. Andererseits werden methodische Ansätze vorgestellt, die dem Prozeßmanagement eine neue Qualität geben.

Verursacht durch mangelhafte Prozeßbeherrschung weisen Produktentwicklungsprozesse typische, häufig zu findende Problemfelder auf. Im einzelnen sind folgende Punkte zu nennen:

– Defizite im Bereich des Informationsmanagement

Die Verwaltung der Planungsdaten mit unterschiedlichen Werkzeugen, an mehreren Orten und nach unterschiedlichen Ordnungsprinzipien hat zwangsläufig eine Intransparenz der Abläufe zur Folge. Der Zugriff auf aktuelle Projektinformationen wird mühsam und zeitaufwendig. Die gängige Interpretation als Holschuld statt als Bringschuld in einen gemeinsamen Informationspool wirkt erschwerend. Auf Basis veralteter oder unvollständiger Prozeßinformation werden in der Folge Fehlentscheidungen bzw. Fehlplanungen getroffen.

– Zentralistisch geprägte Planung und Steuerung

Die zentral durchgeführte Detailplanung und -steuerung ist meist ineffizient. Der Aufwand zur Informationsbeschaffung ist sehr hoch, es fehlt das Detail-Know-how zur Beurteilung von Randbedingungen. Eine dezentrale Planung durch eigenverantwortliche Teams hingegen wird durch ungeeignete Planungsmethoden und DV-Werkzeuge verhindert. Die grundlegende Forderung nach Prozeßverantwortung beim Team bzw. zuständigen Entwickler wird konterkariert.

– Mechanistisches Verständnis der Prozesse

Prozesse werden nicht als ein flexibles Ineinandergreifen kreativer, eigenverantwortlicher Problemlösungen der Beteiligten aufgefaßt, sondern auf ein mechanistisches, starr zusammengefügtes und damit in Algorithmen faßbares Schema reduziert. Eigeninitiative der Mitarbeiter wird dadurch unterdrückt, Teamarbeit erschwert.

– Vernachlässigung der Projektsteuerung

Auf Basis der Eingangsrandbedingungen wird zu Projektbeginn ein idealer Prozeßverlauf modelliert. Eine regelmäßige Überprüfung der erreichten Teilergebnisse und Zielvorgaben mit anschließender Überarbeitung und Detaillierung der Planung unterbleibt hingegen. Der „aktuelle Plan“ entspricht nicht dem tatsächlichen Projektstand und ist somit als Arbeitsgrundlage für eine effiziente Prozeßsteuerung ungeeignet.

– Ungenügende Projekttransparenz

Fehlende Einsicht in die Projektstrukturen und gegenseitige Abhängigkeiten einzelner Teilprojekte bzw. -prozesse führen zu kurzfristigem Reagieren im Problemfall. Vorausschauendes Agieren durch rechtzeitiges Erkennen von Engpässen oder Zielkonflikten findet nicht statt.

– Unzureichende Koordination von Teilprojekten

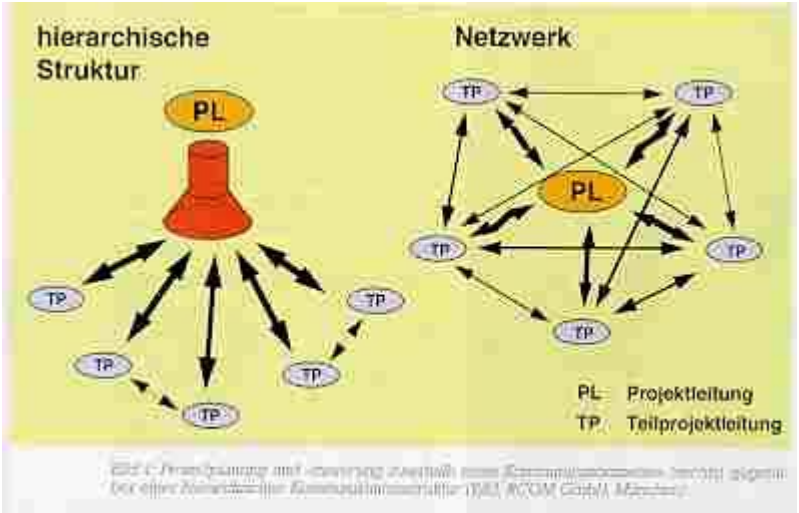
In frühen Entwicklungsphasen findet keine aktive Synchronisation von Teilprojekten statt, Einzelumfänge werden weitgehend unabhängig abgearbeitet. Erst nach Erreichen eines hohen Konkretisierungsgrades, also sehr spät im Entwicklungsprozeß, werden Schnittstellenprobleme erkannt und meist mit großem Zusatzaufwand korrigiert /4/. Lieferterminüberschreitung, Fehlerverschleppung in den Serieneinsatz oder teure Korrekturmaßnahmen (Rückrufaktionen) drohen.

– Hohe Prozeßunsicherheit

Die Folgen von Änderungen, Verschiebungen und Verzögerungen sind für Prozeßbeteiligte nicht voraussehbar, da diese oft nicht wissen, wer auf welche Weise davon betroffen ist (inhaltlich wie zeitlich). Es entstehen hohe Reibungsverluste. Abstimmungsprobleme an den organisatorischen Schnittstellen führen zu hohen Änderungskosten und Terminkonflikten.

– Verschleppung von anstehenden Entscheidungen

Mangelnde Projekttransparenz führt zur Entscheidungsverschleppung. Die Dringlichkeit anstehender Managemententscheidungen wird nicht erkannt. Die Erreichung der Projektziele wird durch zu späte Entscheidungen massiv gefährdet.




– Motivationsverlust

Die Einbindung der Arbeit einzelner Mitarbeiter in den Gesamtprozeß erfolgt nur lückenhaft. Die Erfahrung, daß der eigene Beitrag infolge organisatorischer Ineffizienz verpufft, führt auf Dauer zu Motivationsverlust und verhindert aktives, eigenverantwortliches Handeln.

In Folge der skizzierten Probleme ist oftmals ein negativ selbstverstärkender Prozeß zu beobachten. Da die Planung zum Beispiel aufgrund ungeeigneter Werkzeuge und des schwierigen Informationszugriffs sehr aufwendig ist, ohne unmittelbar Erfolg zu zeigen, sinkt die Akzeptanz für die Aufgabe Planung im Laufe der Zeit immer weiter. Mit abnehmender Motivation wird schließlich auf die Planung oder zumindest auf die weitere Aktualisierung von Plänen verzichtet. Vorhandene Pläne sind in letzter Konsequenz lediglich Vorzeigepapiere für Vorgesetzte oder Kunden. Nach wie vor scheint vielerorts die technische Optimierung von Produkten wesentlich leichter zu fallen als die organisatorische Optimierung der Entwicklungsprozesse.

Die Gründe für die einseitige, eher auf technische als auf organisatorische Aufgabenstellungen bezogene Fokussierung sind vielschichtig. Einerseits ist die Ingenieursausbildung unverändert sehr technisch orientiert, andererseits fehlen tatsächlich geeignete Methoden und DV-Werkzeuge zur realitäts- und anforderungsgerechten Modellierung von Entwicklungsabläufen.

Viele Problemfelder sind sicherlich auch Ausdruck der Verbreitung eines stark mechanistisch geprägten Denkens und damit eines ungeeigneten Prozeßverständnisses. Aufgrund der oben beschriebenen Ausbildungsdefizite und der kaum vorhandenen Planungstradition liegt unzureichendes Methodenwissen sowie ein geringer Erfahrungsschatz zum Thema Prozeßplanung und -steuerung vor.

Ein zeitgemäßes Prozeßmanagement kann nur durch die aktive Mitwirkung aller Projektbeteiligten erreicht werden. Es genügt nicht, den Teams oder Mitarbeitern nur die Entscheidungskompetenz für die technische Gestaltung des Produktes zu übertragen, auch die Prozeßverantwortung muß beim Team liegen. Die Beteiligten planen die erforderlichen Aktivitäten im Rahmen vorgegebener Termine selbständig und sind für die Prozeßsteuerung zuständig. Diese Prämisse wird durch Ergebnisse einer Umfrage 131 bestätigt, wonach es 83 Prozent der Befragten für sinnvoll halten, die Planung bis auf Sachbear-

beiterebene zu detaillieren. Nur der jeweilige Sachbearbeiter oder das Team verfügt über das Detailwissen zur Planungsaufgabe sowie über die Kenntnis aller aktuellen Randbedingungen und Schnittstellen zu angrenzenden Aufgabenpaketen.

**Prozeßmanagement lebt von der Einbindung aller Projektbeteiligten**

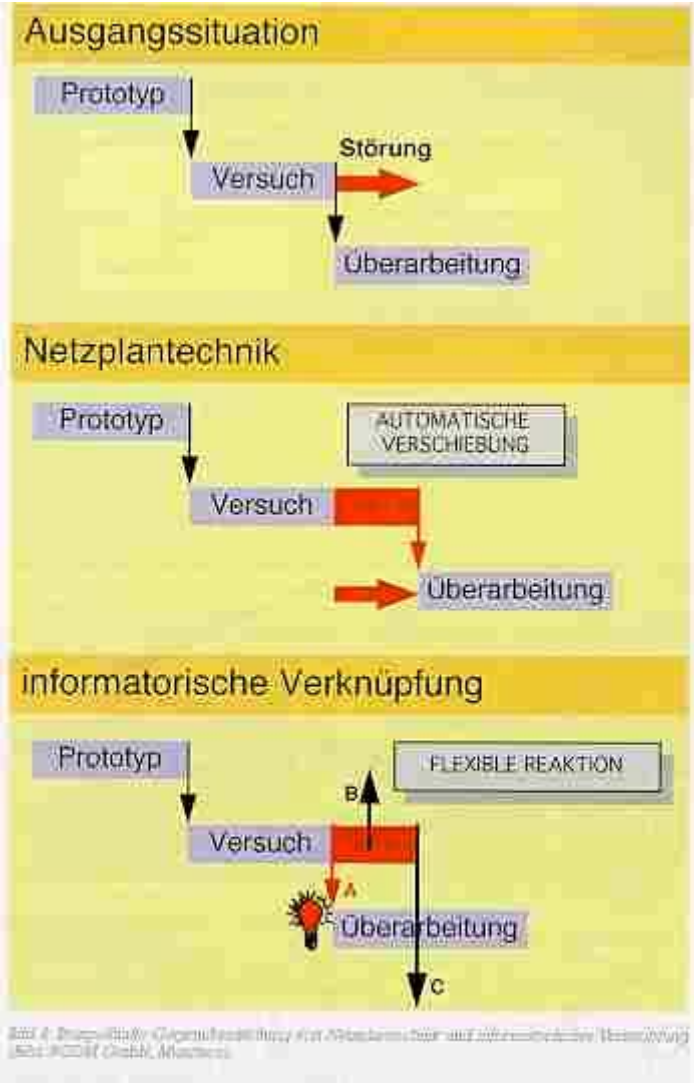
Die Prozeßverantwortung bleibt über die gesamte Projektlaufzeit bestehen. Auch das Erkennen von Zielkonflikten mit angrenzenden Entwicklungsumfängen die Durchführung erforderlicher Klärungsprozesse sowie die fortlaufende Aktualisierung der Planung wird im Team sichergestellt. Die Projektleitung gibt dazu projektrelevante Eckdaten verbindlich vor. Sie ist nicht der Flaschenhals der Projektplanung und -steuerung, durch den alle Informationen „hindurchgezwängt" werden müssen, sondern nimmt im Bedarfsfall eine Schlichter- oder Schiedsrichterrolle mit übergeordneter Entscheidungskompetenz ein (Bild 1). Die Prozeßbeteiligten verständigen sich auf Basis eines gemeinsamen Informationspools.

Das Hauptumsatzprodukt im Rahmen des Entwicklungsprozesses ist die Information. Ein reibungsloser Informationsfluß ist vor allem dann in Gefahr, wenn organisatorische Schnittstellen überwunden werden müssen. Die Sicherstellung der wesentlichen Informationsflüsse und ein effizientes Schnittstellenmanagement ist daher eine weitere zentrale Aufgabe eines leistungsfähigen Prozeßmanagements. Hierzu muß ein Blick auf das in klassischen Projektmanagementsystemen zugrunde gelegte Prozeßbild und auf die zur Verfügung gestellten Modellierungsmöglichkeiten geworfen werden. Die am weitesten verbreitete Modellierungsmethode ist die Netzplantechnik mit der typischen Darstellungsform des vernetzten Balkenplanes. Sie beruht auf der Verknüpfung einzelner Prozeßelemente (Aktivitäten oder Meilensteine) mit Hilfe strenger zeitlicher Abhängigkeitsbeziehungen. Inhaltliche Beziehungen zwischen Prozeßelementen werden nicht betrachtet. Diese Systematik eignet sich gut zum einmaligen Modellieren eines Idealablaufes (Planung). Durch die Definition der Abhängigkeitsbeziehungen erhält man eine automatische Terminierung der Vorgänge. Die Qualität der Terminierung hängt dabei stark von der Vollständigkeit des Prozeßmodelles ab. Bereits kleine Ungenauigkeiten können zu unsinnigen Terminberechnungen führen.

Das Resultat könnte man mit einem (starren) Fachwerk vergleichen: Die Aktivitätenbalken sind Stäbe, die Abhängigkeitsbeziehungen die verbindenden Knoten. Da lediglich eine zeitliche Anordnung zweier Aktivitäten (zum Beispiel Konstruktive Überarbeitung beginnt nach Abschluß Versuch, vgl. Bild 2) ohne jegliche inhaltliche Hintergrundinformation beschrieben wird, ist eine einfache Korrektur der Planung im Störungsfall stark erschwert, die Systematik erweist sich als sehr starr.

**Die weitverbreitete Netzplantechnik erweist sich als starres Modell**

Ereignet sich nun also eine Störung (zum Beispiel die Verzögerung der Versuchsdurchführung wegen Ausfall des Prüfstandes), werden alle nachfolgenden Aktivitäten Überarbeitung vgl. Bild 2) automatisch mit nach hinten verschoben. Durch resultierende weitere Verletzungen von Abhängigkeitsbeziehungen (zum Beispiel Belegungsüberschneidungen am neuerrechneten Termin) entstehen oft Verschiebungen, die die Dauer der ursprünglichen Störung weit übertreffen, ohne daß die Betroffenen die Ursachen zurückverfolgen und




damit zielgerichtet gegensteuern können. Das Prozeßplanungs- und -steuerungssystem leistet

hierzu keine Hilfestellung. In der Praxis führt dies häufig dazu, daß die anfangs geknüpften Abhängigkeitsbeziehungen im Verlauf des Prozesses wieder gelöst werden, um die planerische Beherrschbarkeit des Prozeßmodelles sicherzustellen. Nach /3/ werden beim Auftreten von Störungen in über 90 Prozent der Fälle die Abhängigkeitsbeziehungen gelöscht, am Projektende sind nur noch in den wenigsten Plänen Anordnungsbeziehungen enthalten.

Die Strukturierungsmöglichkeiten der Netzplantechnik sowie eine Beschränkung der Unterstützung auf eine mathematisch algorithmierte Terminierung haben sich damit als nicht ausreichend zur Beherrschung der Komplexität realer Prozesse erwiesen.

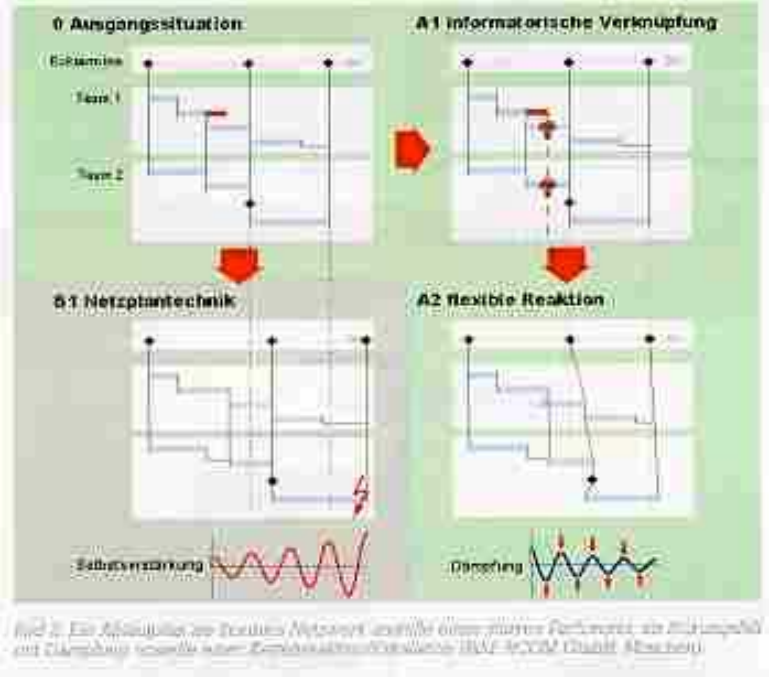
Eine wesentlich störungstolerantere Modellierung wird durch die Verwendung „weicher“, informatorischer Verknüpfungen ermöglicht. Die Prozeßbeteiligten planen ihre Aktivitäten eigenverantwortlich und verknüpfen diese durch Abbildung der wichtigsten Informationsflüsse (terminlich fixierte Informationsbereitstellung wie -bedarfsmeldung im Sinne eines internen Kunden-Lieferanten-Prinzips) .

Die einzelnen Aktivitäten werden somit nicht nur zeitlich sondern auch inhaltlich miteinander verknüpft. Im beschriebenen Problemfall „Verzögerung der Versuchsdurchführung“ wird der für die konstruktive Überarbeitung zuständige Mitarbeiter vom Planungssystem durch Aktivieren einer Projektampel über den auftretenden Konflikt informiert. Das Prozeßmodell beschreibt weitere Randbedingungen oder Wechselwirkungen und unterstützt damit die Betrachtung komplexer Zusammenhänge. Planungskorrekturen werden nicht automatisch durchgeführt, sondern von den Beteiligten aufgrund ihrer aktuellen Bewertung der vorliegenden Randbedingungen aktiv veranlaßt.

**Informatorische Verknüpfungen ermöglichen die flexible Modellierung**

Wesentliches Kriterium für die Prozeßstabilität ist hierbei die Frage, ob die geforderten Informationen (Ergebnisse) in einer ausreichenden Qualität rechtzeitig bereitgestellt werden können, nicht die Frage, ob eine Aktivität vollständig erledigt worden ist. Dieser veränderte Betrachtungswinkel ermöglicht die Nutzung noch vorhandener Spielräume, etwa durch das Weiterarbeiten auf Ölbasis von Vorab-Ergebnissen oder durch die bewußte Inkaufnahme begrenzter Terminkonflikte und Projektrisiken. Eine Beurteilung der Möglichkeiten erfolgt durch den Bearbeiter, nicht durch ein DV-System.

So kann im Beispiel aus Bild 2 eventuell die konstruktive Überarbeitung (Verknüpfung A) sehr wohl termingerecht beginnen, weil das hierfür benötigte Versuchsergebnis ausreichend genau vorab ermittelt werden kann. Andere Aktivitäten müssen dagegen tatsächlich neu terminiert werden (Verknüpfungen B und C). Eine Reihe kleiner, abgestimmter Eingriffe der Beteiligten führt zur flexiblen Anpassung des Plans. Eine solche Modellierung ist mit einem Netzwerk aus elastischen Fäden vergleichbar. Eine Störung an einem Knoten führt zur elastischen Anpassung der umgebenden Fäden und Knoten. Die Gesamtstruktur bleibt erhalten.




Erst in der Kombination beider Modellierungsstrategien läßt sich eine optimale Planungsunterstützung verwirklichen. Auf Basis der Netzplantechnik werden Prozesse strukturiert, Ablaufvorschläge erarbeitet und kritische Pfade im Projektverlauf bestimmt. Dabei sollte der Detaillierungsgrad der Modellierung beschränkt werden auf die wichtigsten Abläufe und Verknüpfungen. Für die weitere Projektsteuerung werden die „starr“ modellierten Planungsfragmente (zum Beispiel einzelne Muß-Abläufe) durch informatorische Beziehungen vernetzt, der Detaillierungsgrad wird soweit erhöht, daß sämtliche steuerungsrelevanten Details, etwa Entscheidungstermine, sowie die wesentlichen Informationsflüsse abgebildet sind. Die geschilderten Konzepte sind ohne leistungsfähige DV-Unterstützung nicht realisierbar. Die verschiedenen Prozeßteilnehmer richten dabei jedoch völlig unterschiedliche Erwartungshaltungen an ein Planungs- und -steuerungssystem. Aus Sicht der Projektleitung stehen Projekttransparenz und -

fortschrittskontrolle im Vordergrund, während die einzelnen Projektbearbeiter höheren Wert auf ein reibungsloses Schnittstellenmanagement legen. Der Abteilungsleiter hingegen muß seine Ressourcen im Rahmen einer Multiprojektbetrachtung möglichst effizient einsetzen.

DV-Systeme, die in der Lage sind, diese heterogenen Anforderungen abzudecken, ohne Spezialisten zur Bedienung zu erfordern, stehen bis jetzt noch nicht zur Verfügung. Die Gründe liegen im Zielkonflikt zwischen hoher Funktionalität und praxisgerechter Bedienung sowie im Fehlen praxistauglicher Methoden. Im Vergleich zu Aufwendungen für Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme (PPS) etwa oder für Systeme zur Produktmodellierung wie CAD- oder FEM-Anwendungen sind bisher nur minimale Investitionen in geeignete Softwarebausteine zur Planung und Steuerung der Produktentwicklung geflossen.

Ein zeitgemäßes Datenverarbeitungssystem müßte folgende wichtige Merkmale bzw. Eigenschaften aufweisen:

– Einfache Bedienung

Weder selbstgeschaffene Primitiv-Systeme, etwa mit CAD-Programmen „konstruierte“ Terminpläne, noch komplexe Expertentools, zu deren Bedienung umfangreiches Systemwissen erforderlich ist, eignen sich für eine flächendeckende Umsetzung /3/. Hier muß ein neuer Kompromiß zwischen einfacher Bedienung und leistungsfähiger Funktionalität gefunden werden. Der vernetzte Balkenplan hat sich dabei als Arbeitsgrundlage für den Planer etabliert. Die Bedienung erfolgt über Menüleisten und „Drap and drop“ sowie unternehmensspezifisch vorkonfigurierte Funktionen.

– Strukturiertes Datenmanagement

Aufgrund der gegebenen Informationsmengen und der erforderlichen Flexibilität der Informationsauswertung ist der Einsatz einer leistungsfähigen Datenbank unverzichtbar. Die zentrale Prozeßdatenbank enthält den für alle einsehbaren, aktuellen und verbindlichen Planungsstand. Eine Benutzerverwaltung mit Paßwortschutz die Verantwortlichkeit einzelner Teams oder Mitarbeiter für bestimmte Planungsaufgaben sicher. Die Prozeßdaten werden für alle Projekte und Unternehmensbereiche in einheitlicher Form verwaltet, so daß beliebige Querschnittsbetrachtungen jederzeit ohne Zusatzaufwand möglich sind.

– Plattformübergreifende Verfügbarkeit

**Ohne DV-Unterstützung ist ein Prozeßmanagement nicht realisierbar**

Da bisher gerade die mangelnde Verfügbarkeit von Planungssystemen auf wichtigen Arbeitplattformen wie CAD-Workstations ein Hindernis war, sollte auf plattformübergreifende Einsatzmöglichkeiten besonderer Wert gelegt werden. Hierzu sind mit der aktuellen Internet/Intranet-Diskussion neue technologische Ansatzpunkte gegeben. Eine abteilungs- und funktionsübergreifende Planung unter Einbeziehung externer Standorte und Lieferanten wird so ermöglicht. Durch die für den Anwender neuartige Implementation im Intranet oder Internet sind unter Umständen Akzeptanzbarrieren überwindbar die bei klassischer, konventioneller Vorgehensweise Probleme aufwerfen würden.

– Einheitliche Planungsinhalte

Vorkonfigurierte Symbole zur Beschreibung unterschiedlicher Aktivitäts-Klassen stellen einerseits ein einheitliches Aussehen und damit ein besseres Verständnis der Terminplane sicher. Zusätzlich eröffnet die Klassifikation Filtermöglichkeiten, etwa die Unterscheidung von Konstruktions-, Versuchs- oder Beschaffungsaktivitäten.

– „Sprechende Planung“

Die Verwendung aktiver Planungsobjekte, repräsentiert durch grafische Symbole im Balkenplan, ermöglicht eine einfache, für den Anwender verständliche Funktionalitätserweiterung. So können beispielsweise durch Projektampeln Warnfunktionen implementiert werden oder durch Symbole zur Kennzeichnung kritischer oder geänderter Aktivitäten Kollegen auf bestimmte Planungsinhalte hingewiesen werden. Nach diesen Attributen muß auch selektiert werden können, etwa alle „roten“ Projektampeln oder alle kritischen Aktivitäten. Notiz- oder Briefkastenfunktionen mit integriertem Mail-System runden die Informationsmöglichkeiten ab.

– Verwendung von aufgabenspezifischen Planungsansichten

Da in einer Vielzahl von Projekten und Teilprojekten das Auswählen und Verknüpfen einzelner Teilpläne schnell unhandlich wird, ist eine individuelle Verknüpfung von Plänen zu benutzerspezifischen Planungsansichten wünschenswert. Im Zugriffsfall werden die jeweils aktuellen Planungsstände angezeigt. So sollten typische Planungsszenarien, wie eigene Detailtermine zusammen mit Detailterminen des angrenzenden Umfangs, Eckterminen der Projektleitung oder Detailterminen eines Parallelprojektes für den regelmäßigen Zugriff vorkonfiguriert werden. Wichtig ist dies unter anderem für projektübergreifende Betrachtungen, da nach /3/ zirka 80 Prozent der Entwicklungsingenieure parallel an mehreren Projekten arbeiten.

– Flexibler, aufgabenorientierter Zugriff durch Planungsnavigator (siehe Bild 4)

Ein Planungsnavigator ermöglicht den einfachen Zugriff auf sämtliche vorhandenen Pläne unter Einhaltung spezifischer Zugriffsrechte oder Projektstati (geheim, gesperrt, freigegeben...).

Der Anwender wählt aus Projekt- oder Organisationsstrukturbäumen die für seine Aufgabe interessanten Einzelterminpläne aus und läßt diese am Bildschirm darstellen. Der Planungsnavigator überwacht auch beim Zurückspeichern die jeweiligen Benutzerrechte. Wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung der geschilderten Konzepte ist eine hohe Akzeptanz bei allen Prozeßbeteiligten. Dies gilt sowohl für eine praxis- und anwendergerechte Methodik als auch für entsprechende DV-Werkzeuge. Dabei sind allgemeine Forderungen wie einfache Bedienbarkeit, gute Systemleistung oder gewohnte Arbeitsumgebung unabdingbare Voraussetzungen.

**Technische und psychologische Barrieren sind zu überwinden**

Im Rahmen der praktischen Einführung einer flächendeckenden Prozeßplanung und -steuerung müssen neben den skizzierten technischen Problemen auch psychologische Barrieren überwunden werden. Ängsten, wie „verplant werden“, „totale Kontrolle“, „unmöglich vorherzusagen“, kann nur durch eine umfassende Information und Beteiligung der Mitarbeiter im Rahmen des Einführungsprozesses begegnet werden /5/.

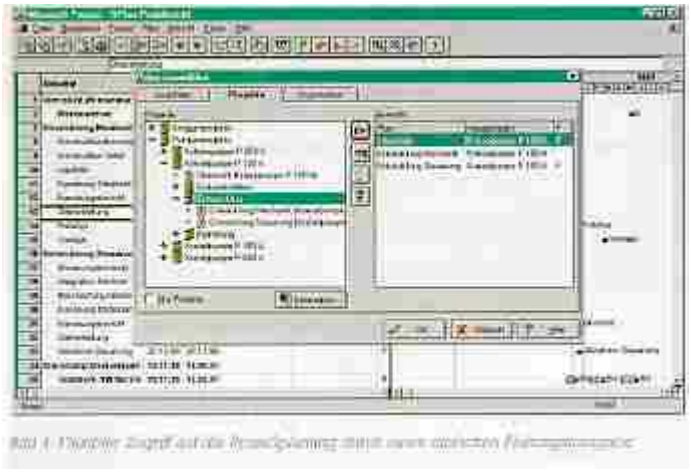


Bild 4: Flexibler Zugriff auf die Projektplanung durch einen optimalen Planungsnavigator

Dabei sollten, neben den natürlich legitimen Kontrollaspekten im Rahmen der Gesamtprozeßsteuerung, auch Themen wie das Selbstmanagement, gesamtheitliche Verantwortung des einzelnen sowie ein aktives Schnittstellenmanagement als Aufgabe jedes Prozeßbeteiligten angemessen betont und vom Management mitgetragen werden. Das erforderliche methodische Know-how muß durch Qualifizierungsmaßnahmen und begleitende Übungen in der Breite vermittelt werden.

Literatur:

/1/ Ehrlenspiel, K.: Integrierte Produktentwicklung. München: Hanser 199S.
/2/ Stuffer, R.; Gyssler M.: Simultaneous Engineering und EDMS. CAD-CAM Report Nr. 8 (1993), S. 41-46.
/3/ Needorfer, R.: Umfrage zu Planungsmethoden in Entwicklung und Konstruktion. Lehrstuhlbericht Nr. 144. München, TU, Lehrstuhl für Konstruktion im Maschinenbau, 1996.
/4/ Boy J.; Dudek, C.; KuscheL S.: Projektmanagement - Grundlagen, Methoden und Techniken, Zusammenhange. Bremen: Gabal 1994.
/S/ Stuffer, R.; Solbach F Braunsperger, M.: Erfolgsorientierte Planungs- und Steuerungsmethoden. Düsseldorf: VDI-Verlag 1994, S. 41-64 (VDI-Berichte 1136)