

# Engineering Change Management

Achim Müller  
Bremen

**CAD-CAM**  
Engineering Magazin **REPORT**

Nr. 11 November 2007

**T**echnische Änderungen (Engineering Changes) haben einen maßgeblichen Einfluss auf Qualität, Kosten und Liefertermin von Produkten. Insbesondere kurz vor dem Produktionsstart oder in der Serienphase sind sie mit erheblichen Risiken verbunden. Mit einer geeigneten PLM-Lösung, die Produktänderungen mit allen dazugehörigen Unterlagen transparent dokumentiert und im ganzen Unternehmen zielsicher kommuniziert, lässt sich hier wirkungsvoll gegensteuern.

Ein digitales Änderungsmanagement, das auch den Arbeitsablauf (Workflow) steuert, ermöglicht eine systematische Planung, Bewertung und Durchführung von technischen Änderungen bei gleichzeitiger Beschleunigung der entsprechenden Prüf- und Genehmigungsabläufe gegenüber papiergebundenen Verfahren.

Nichts ist beständiger als der Wandel. Das gilt nicht nur für das reale Leben, sondern auch für technische Produkte. Ob Industrieanlage, Werkzeugmaschine, Auto oder MP3-Player – technische Änderungen prägen den Lebenslauf eines Produktes, von der Konzeption über die Entwicklung bis zur Herstellung und oft auch darüber hinaus. Doch

Änderung ist nicht gleich Änderung. Während Korrekturschleifen in frühen Phasen der Produktentstehung bewusst in den Prozess eingepflanzt werden, um das Produkt abzusichern und reif für den Gebrauch zu machen, sind Änderungen in späten Phasen möglichst zu vermeiden. Denn technische Änderungen am bereits serienreifen Produkt – etwa um kurzfristig noch auf neue Anforderungen zu reagieren – können sehr kostspielig werden und obendrein die Qualität beeinträchtigen. Ganz zu schweigen von Änderungen an bereits ausgelieferten Produktexemplaren.

## Auch Änderungen am virtuellen Produkt sind Änderungen

Aber selbst in frühen Projektphasen, in denen das Produkt nur als digitales Abbild im Rechner existiert, ist ein systematischer Änderungsprozess notwendig, um die zu erwartenden Produktkosten im Griff zu behalten (Bild 1). Darüber hinaus sind alle Beteiligten mit aktuellen Informationen zu versorgen, die erforderlichen Qualitätssicherungsmaßnahmen sicherzustellen und gegebenenfalls gesetzliche Vorgaben zu erfüllen. Beispielsweise können veränderte Kundenanforderungen bereits in der Angebotsphase ein abgestimmtes Vorgehen über Abteilungsgrenzen hinweg erforderlich machen.

Insbesondere wenn verschiedene Disziplinen wie Konstruktion,

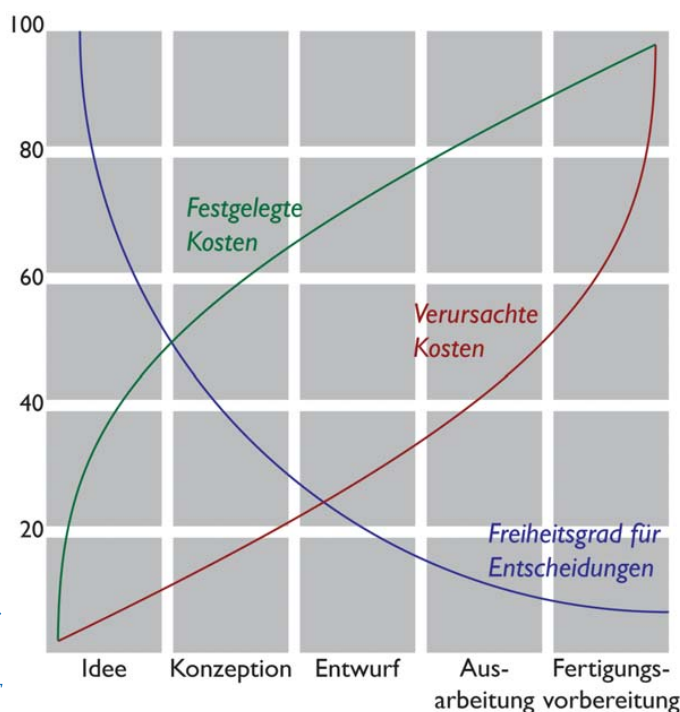


Bild 1: Änderungen in späten Phasen gehen unmittelbar ins Geld, aber auch in frühen Phasen können sie teuer zu stehen kommen (Bild: CONTACT Software GmbH, Bremen).

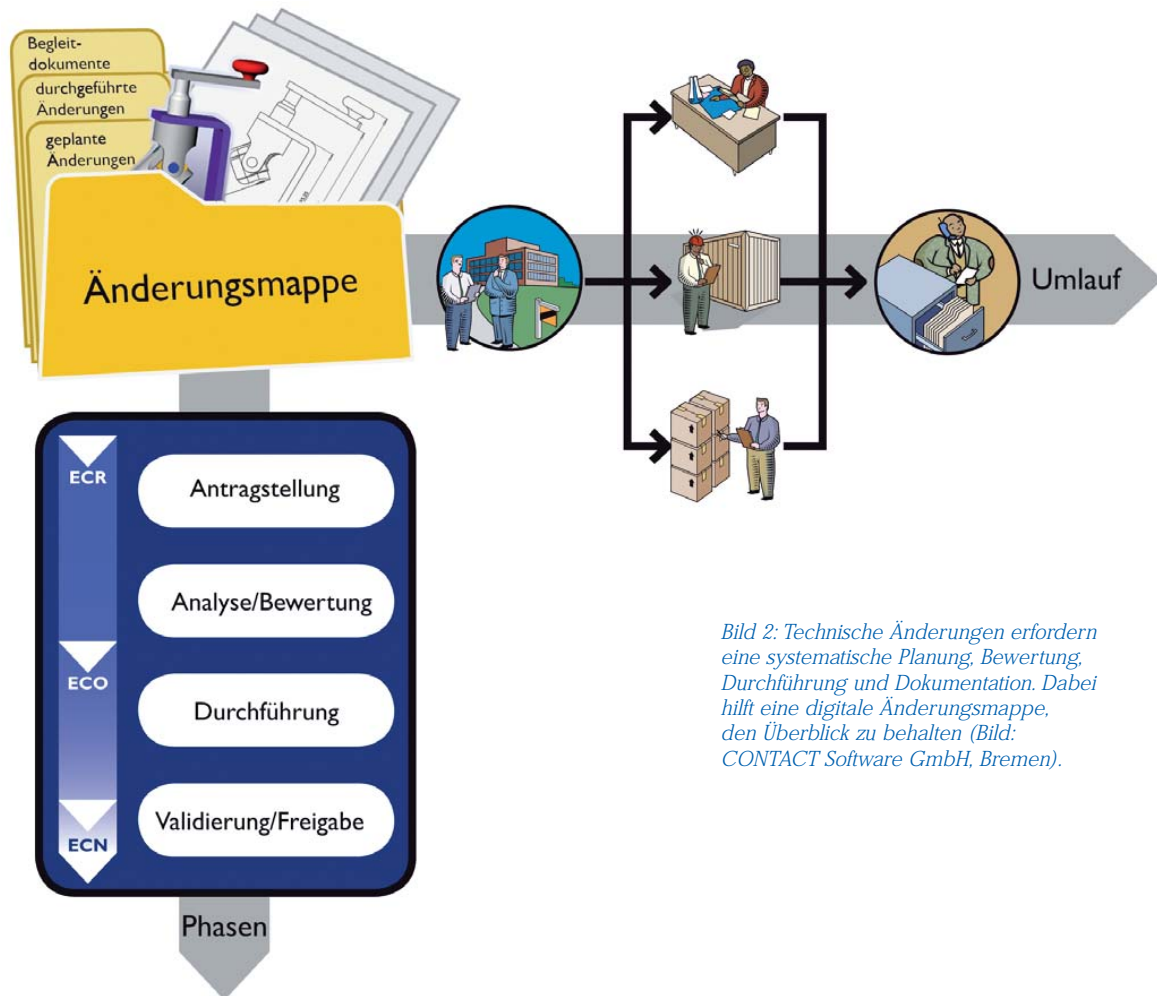


Bild 2: Technische Änderungen erfordern eine systematische Planung, Bewertung, Durchführung und Dokumentation. Dabei hilft eine digitale Änderungsmappe, den Überblick zu behalten (Bild: CONTACT Software GmbH, Bremen).

Elektronik-Entwicklung, Software-Entwicklung, Simulation, Werkzeugbau oder Fertigungsplanung simultan am Produkt arbeiten, müssen technische Änderungen – ob aus neuen Anforderungen oder aus Mängeln resultierend – systematisch eingeplant, dokumentiert und kommuniziert werden. Dafür sind die Entwicklungsstände aller relevanten Meilensteine im Entstehungsprozess unter Änderungskontrolle zu stellen, und nicht erst die Phasen, in denen das Produkt physisch existiert!

Welche CAD-Modelle sind von einer Änderung betroffen? Haben alle Fachbereiche und Standorte die Änderung bewertet? Wurden die vorgesehenen Prüfungen, Berechnungen und Versuche durchgeführt? Mit welchen Ergebnissen? Welcher Entwicklungsstand lag dem letzten Design-Review zugrunde? Berücksichtigen die neuesten Simulationsergebnisse bereits die Änderung 4711? Auf welchem Ent-

wicklungsstand basiert die aktuelle Werkzeugkonstruktion? Diese Fragen beantworten zu können, gehört zu den grundlegenden Anforderungen an eine PLM-Lösung. Sie dokumentiert, welche Daten in welchem Kontext gelten und bildet damit eine »geltungssichere« Informationsdrehscheibe für sämtliche produktdefinierenden Daten und Dokumente über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg.

Darauf aufbauend hilft das Änderungsmanagement (Engineering Change Management – ECM), die Daten und Dokumente des – zunächst virtuellen, später realen – Produktes kontrolliert fortzuschreiben. Wie formal und ausführlich die Änderungskontrolle dabei zu sein hat, sollte zum Beispiel von dem jeweiligen Reifegrad und der betreffenden Produktgruppe abhängig gemacht werden können. Normen und Richtlinien wie ISO 10007, CM II oder VDA 4965 definieren allgemeine Referenzmodelle. Eine effi-

ziente PLM-Strategie muss jedoch auf eine leicht handhabbare und flexibel anpassbare Lösung abzielen. Das hier vorgestellte ECM-Konzept konzentriert sich, basierend auf einer »geltungssicheren« Verwaltung von sich ständig ändernden Produktkonfigurationen, auf die administrativen Aufgaben des Änderungsmanagements. Zentrales Element des ECM-Konzeptes ist ein Engineering-Change-Objekt, das eine digitale Änderungsmappe darstellt. Diese Mappe fasst sämtliche Unterlagen, die eine Änderung betreffen, übersichtlich zusammen.

Die Mappe kann aber noch mehr: Sie besitzt einen definierten Lebenszyklus mit Phasen und sie »weiß«, welche Wege (Umläufe) durch das Unternehmen sie in den verschiedenen Phasen jeweils nehmen muss (Bild 2). Je nach Phase repräsentiert die Mappe dabei einen Änderungsantrag (Engineering Change Request – ECR), einen Änderungsauftrag (Engineering Chan-

ge Order – ECO) oder eine Änderungsmitteilung (Engineering Change Notification – ECN).

**Alle Unterlagen sind zu jeder Zeit direkt im Zugriff**

Die Änderungsmappe besitzt mehrere Register zur Gliederung der Unterlagen. Die zu ändernden Arbeitsgegenstände wie Teile, Dokumente und Modelle können je nach Art der Änderung schon in der Antragsphase als »geplante Änderungen« der Mappe zugeordnet werden. In der Validierungs- und Freigabephase, also nach Durchführung der Änderung, stehen die neuen Versionen der Arbeitsgegenstände gebündelt als »durchgeführte Änderungen« direkt in der Änderungsmappe zur Verfügung, gegebenenfalls angereichert mit detaillierten Änderungsbeschreibungen, bezogen auf einzelne Arbeitsgegenstände. Die Mappe enthält somit zu jeder Zeit den kompletten Änderungsumfang – ob geplant, in Arbeit oder bereits durchgeführt.

Darüber hinaus stehen alle relevanten Begleitunterlagen einer Änderung, beispielsweise Antragsdokumente, Problembeschreibungen, Fotos, Messprotokolle, Prüfberichte, Simulationsergebnisse, Kostenkalkulationen oder eingescannte Genehmigungen, zusammengefasst unter dem Register »Begleitdokumente« zur Verfügung.

Eine technische Änderung durchläuft in der Regel die Phasen Antragstellung, Analyse/Bewertung, Durchführung und Validierung/Freigabe, die jeweils zu einem definierten Ergebnis führen (Bild 3). Für einfache Änderungen ist ein so genannter »Fast Track« vorgesehen, der ohne ausführliche Bewertung auskommt. Unter welchen Bedingungen diese Abkürzung gewählt werden kann, lässt sich regelbasiert definieren, etwa unter Bezugnahme auf Produkteigenschaften wie Reifegrad, Produktgruppe, Produktionswerk oder Kostenrahmen.

In der *Antragsphase* können notwendige oder wünschenswerte technische Änderungen durch be-

liebige Rollen mit Vorschlagsrecht identifiziert, begründet und näher spezifiziert werden. Das Ergebnis stellt einen Änderungsantrag (ECR) dar.

In der *Analyse- und Bewertungsphase* wird der Änderungsantrag analysiert, bewertet und gegebenenfalls weiter detailliert. Dabei sind in der Regel verschiedene

Änderungsantrag. Mit Eintritt in die *Durchführungsphase* wird der Änderungsantrag zu einem Änderungsauftrag (ECO).

Die Durchführung beinhaltet die Änderung aller betroffenen Arbeitsgegenstände durch die jeweils Verantwortlichen. Das Ergebnis dieser Phase ist ein konsistenter neuer Änderungsstand aller zusammengehörenden Arbeitsgegenstände. In der *Validierungs- und Freigabephase* werden die Änderungen schließlich (a) hinsichtlich der Entsprechung mit dem Änderungsauftrag und (b) den üblichen Qualitätskriterien überprüft. Hier sind erneut verschiedene Rollen im Unternehmen involviert. Im positiven Fall gilt die technische Änderung insgesamt als abgeschlossen. Die abgeschlossene Änderung führt zu einer Änderungsmitteilung (ECN), die an die zu informierenden Stellen verteilt werden kann.

Das ECM-Konzept unterstützt verschiedene Kategorien von technischen Änderungen. Vordefiniert sind »FastTrack«, »Standard« und »Detailed«. Eine Fast-Track-Änderung durchläuft einen verkürzten Lebenszyklus ohne formale Antragsbewertung, beispielsweise für Änderungen in frühen Phasen des Produktentstehungsprozesses.

**Der virtuelle Umlauf durch das Unternehmen**

Im Gegensatz zu einer Standard-Änderung verlangt eine Detailed-Änderung eine genaue formale Auflistung (Zuordnung) aller zu ändernden Arbeitsgegenstände bereits vor der Antragsbewertung. Ohne eine Zuordnung zu einem bewilligten Änderungsantrag ist eine Änderung dieser Arbeitsgegenstände später nicht möglich. Ein genehmigter Änderungsantrag lässt sich auch in mehrere Änderungsaufträge auf-

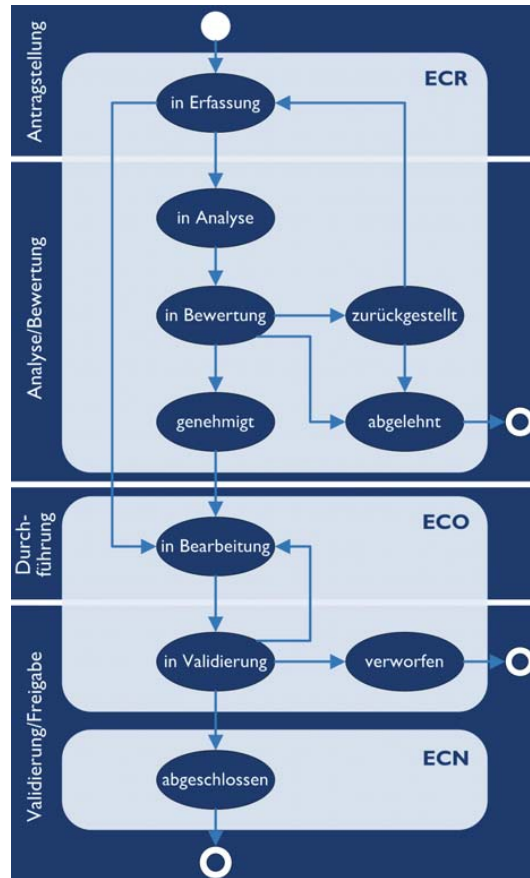


Bild 3: Ein Statusnetz definiert, zugeschnitten auf das Unternehmen, den Lebenszyklus von technischen Änderungen, üblicherweise gegliedert in die Phasen Antragstellung, Analyse/Bewertung, Durchführung und Validierung/Freigabe (Bild: CONTACT Software GmbH, Bremen).

Stellen (Rollen) im Unternehmen beteiligt. Typisch wäre etwa eine technische Analyse mit anschließender Bewertung von Kosten- und Qualitätsaspekten durch Konstruktion, Werkzeugbau und Arbeitsvorbereitung. Unter Umständen (abhängig von der EC-Kategorie) muss in dieser Phase auch bereits der Änderungsumfang, das heißt alle betroffenen Teile und CAD-Dokumente, im Detail festgelegt werden. Eine positive Bewertung führt schließlich zu einem genehmigten

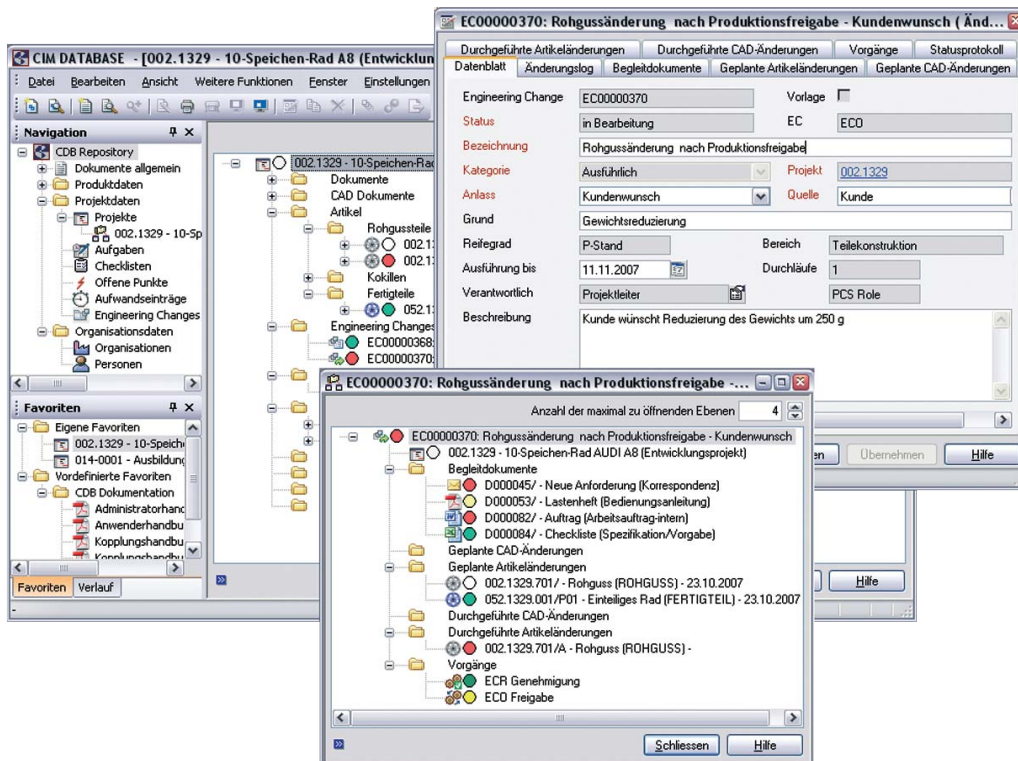


Bild 4: Das Änderungsmanagement gehört zu den Kernaufgaben einer PLM-Lösung (Bild: CONTACT Software GmbH, Bremen).

spalten und mehrere Änderungsanträge können bei Bedarf zu einem Änderungsauftrag gebündelt werden. Änderungen sind, zum Beispiel abhängig von der Produktgruppe und dem Produktreifegrad, aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu bewerten. Kriterien können etwa sein: die Kosten, die Kundenakzeptanz, die betroffenen Produktionswerke oder der Einfluss auf die Umwelt. Entsprechende Bewertungsvorgänge können einfach oder auch sehr komplex ausfallen und eine große Anzahl einzelner Prüfpunkte umfassen. Das ECM-Konzept erlaubt, solche Vorgänge in Form von Prüfplänen vorab zu definieren und als Vorlagen bereitzustellen.

Die einzelnen Prüfpunkte sind darin rollenbasiert den verantwortlichen Stellen im Unternehmen oder im Projektteam zugeordnet. Der Prüfplan legt auch eine Reihenfolge der Prüfschritte fest (parallel oder sequentiell), woraus sich automatisch der Weg für den »Umlauf« einer digitalen Änderungsmappe durch das Unternehmen ergibt. Weil hier jedoch nicht Papier oder ein physischer Datenträger im Unternehmen im Umlauf ist, sondern eine Nachricht mit dem Verweis auf die digitale Änderungsmappe, können logisch parallel

mögliche Prüfschritte auch tatsächlich parallel durchgeführt werden – standortübergreifend, weltweit.

Die Benachrichtigung der involvierten Mitarbeiter erfolgt entweder über die persönliche Aufgabenliste des in der PLM-Lösung integrierten Aufgabenmanagements oder über externe Groupware-Systeme. Dabei steht dem Anwender neben den jeweils zu bearbeitenden Prüfpunkten die gesamte Änderungsmappe direkt auf Mausklick zur Verfügung (Bild 4). Eine automatische Protokollierung dokumentiert schließlich lückenlos, wer was wann geprüft beziehungsweise genehmigt hat. In welcher Situation welche Prüfverfahren angemessen sind – soviel Prüfung wie nötig, so wenig wie möglich – gehört zum besonderen Know-how jedes Unternehmens. Dieses Wissen sollte in Änderungsvorlagen inklusive Prüfplänen für unterschiedliche Änderungsszenarien abbildbar

sein. Die Zweckgebundenheit von Vorlagen ist über konfigurierbare Regeln zu gewährleisten. Damit lässt sich beispielsweise verhindern, dass ein kostenintensives oder serienreifes Teil anhand einer FastTrack-Vorlage geändert wird.

Darüber hinaus gehören standardisierte Wertekataloge, unter anderem für Änderungsgrund und -kategorie, zum spezifischen Handlungswissen des Unternehmens. Diese »Orgware« sollte nicht fest in die ECM-Lösung eingebrannt, sondern flexibel konfigurierbar und damit dynamisch an die sich ändernden Unternehmensprozesse anpassbar sein. △