

# „Reifezeugnis“ für die mechatronische Produktion



BMBF-Forschungsprojekt „Bestvor“ soll die Zuverlässigkeit der Systeme verbessern helfen

Moderne technische Produkte zeichnen sich durch die Integration mechanischer, elektronischer und informationstechnischer Komponenten, aber auch durch wachsende Komplexität aus. Diese Komplexität mechatronischer Systeme zu beherrschen, stellt die Hersteller vor neue technische wie auch organisatorische Herausforderungen. Zur Ermittlung der Prozessgüte hat sich deshalb in den letzten Jahren das Reifegradmodell als Bewertungsverfahren etabliert. Ein Ansatz, der auch im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojekts „Bestvor“ aufgegriffen wird, um mechatronische Entwicklungsprozesse zu bewerten.

■ Robert Schmitt, Johanna Rauchenberger, Bernd Spiegelberger, Rainer Stetter

**D**ie Folgen mangelnder Verankerung der mit komplexen, mechatronischen Produktionsverfahren einhergehenden Herausforderungen in definierten Unternehmensprozessen, zeigen sich beim Vergleich eingehaltener Termin- und Budgetpläne bei Unterneh-

men mit starker Fokussierung auf Prozesse im Gegensatz zu Unternehmen mit einer eher schwachen Ausrichtung auf klar definierte Prozesse. Die zeitliche Einhaltung von Projektplänen wird bei Unternehmen mit starker Fokussierung auf Prozesse bereits in zwei Drittel der befragten Firmen erreicht. Unternehmen mit schwacher Fokussierung auf Prozesse erreichen dies nur in der Hälfte der Fälle. Ein ähnliches Bild zeigt die Betrachtung der Projektbudgets. Eine finanzielle Einhaltung der Budgetpläne schaffen 76,3 Prozent aller befragten Unternehmen mit starker Fokussierung auf Prozesse. Bei Firmen mit schwacher Fokussierung sind dies nur 56,1 Prozent. Allein bei Betrachtung dieser beiden Kenngrößen ist die Verankerung und Verbesserung des mechatronischen Entwicklungsprozesses ein Ziel, das Unternehmen einen messbaren Mehrwert bringt.

über die tatsächliche Prozessreife eines Unternehmens geben können. Beispielsweise sind Audits, Qualitätspreise, Kennzahlensysteme und Benchmarkingverfahren gebräuchliche Werkzeuge.

Neben diesen verbreiteten Bewertungsinstrumenten hat sich insbesondere in der Softwareentwicklung, aber auch in der Automobilindustrie, in den letzten Jahren das Reifegradmodell zur Ermittlung der Prozessgüte etabliert. Umfangreiche und bekannte Modelle sind das Capability Maturity Model Integrated (CMMI), und Software Process Improvement and Capability Determination (SpiCE). Beide Modelle arbeiten mit jeweils fünf Reifegradstufen (auch „maturity“ oder „capability level“ genannt) und teilen einem Unternehmen je nach vorhandenen Aktivitäten in verschiedenen Betrachtungsbereichen, so genannten Prozessgebieten (Process Areas), einen Reifegrad zu. Den Reifegraden sind in den verschiedenen Prozessgebieten Aktivitäten zugeordnet, die bei zukünftig erfolgreicher Umsetzung die Prozessreife kontinuierlich erhöhen.

Dieser Ansatz wird im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojekts „Bestvor“ zur Ermittlung der Prozessgüte als geeignete Methode aufgegriffen, um auch mechatronische >

## AUTOREN

### Prof. Dr. Robert Schmitt

ist Berufsbezeichnung ist Inhaber des Lehrstuhls für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement an der RWTH Aachen sowie Leiter der Abteilung Produktionsqualität und Messtechnik des Fraunhofer IPT

### Johanna Rauchenberger

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT  
T +49/241/8904-479  
johanna.rauchenberger@ipt.fraunhofer.de

### Bernd Spiegelberger

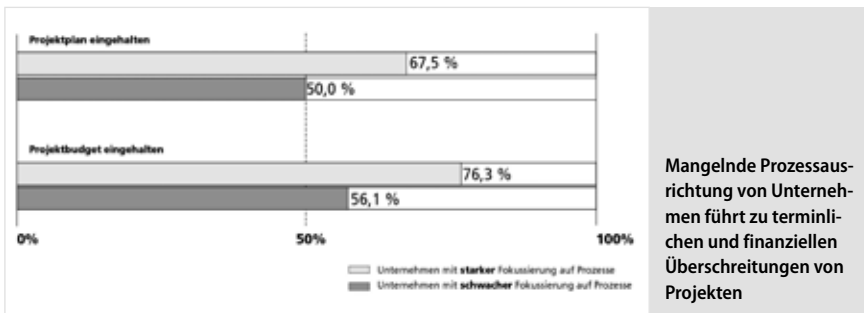
ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Informationstechnik im Maschinenwesen der Technischen Universität München  
T +49/89/289-164 42  
spiegelberger@itm.tum.de

### Dr. Rainer Stetter

ist Inhaber und Geschäftsführer von ITQ als auch von Software Factory in München sowie stellvertretender Vorsitzender des Fachverbands Software im VDMA

## Am Anfang steht die Standortbestimmung

Die Einleitung einer nachhaltigen Prozessverbesserung erfordert als ersten Schritt die Standortbestimmung, also eine Evaluierung der derzeitigen „Reife“ des vorhandenen Entwicklungsprozesses. Dabei gibt es verschiedene Bewertungsinstrumente und Methoden, die einen Anhaltspunkt



Entwicklungsprozesse zu bewerten. Neben der eingängigen und bewährten Einordnung in definierte Reifegradstufen, bietet dies den besonderen Vorteil der selbständigen Anwendung ohne externe Unterstützung.

Durch die standardisierte Zuordnung von Aktivitäten zu Reifegradstufen bietet sich die Möglichkeit der wiederholbaren und sowohl mit anderen Unternehmen als auch mit dem eigenen Fortschritt vergleichbaren Durchführung. Die subjektiven Einflüsse werden im Gegensatz zu anderen Bewertungsinstrumenten durch die Systematik minimiert. Insgesamt eröffnet dieses Reifegradmodell also das Potenzial einer selbständigen Standortbestimmung der Prozessreife und eine systematische Identifikation der nächsten Schritte hin zu einer nachhaltigen Prozessoptimierung und bildet damit einen Ordnungsrahmen für eine kontinuierliche Verbesserung.

Das Verbesserungspotenzial der existierenden Reifegradmodelle liegt in der unkonkreten Beschreibung der zur Prozessverbesserung durchzuführenden Maßnahmen, die viel Interpretationsspielraum ermöglicht. Des Weiteren sind die bestehenden Modelle auf die Softwareentwicklung oder spezifische Domänen, wie die Automobilindustrie (Automotive SPiCE) oder Medizintechnik (Medi SPiCE), aus-

gerichtet. Der mechatronische Entwicklungsprozess, der sich durch die notwendige Integration der Disziplinen „Mechanik“, „Elektrik/Elektronik“ und „Software“ auszeichnet, wird dabei nicht ausreichend abgedeckt. Der Forschungsbedarf und das initiierte Forschungsprojekt resultieren aus dieser Ausgangssituation und berücksichtigen zudem die Tatsache, dass die bestehenden Modelle nach Zuordnung des Prozesses zu einem Reifegrad die Unternehmen bei der Identifikation der nächsten Schritte kaum unterstützen. Die inhaltliche Umsetzung, also das „Wie“, wird dort nicht detailliert betrachtet.

### Bewertung in drei Schritten

Bestvor besteht zur ganzheitlichen Prozessverbesserung insgesamt aus drei Bausteinen: dem Reifegradmodell als ein Werkzeug zur Selbstbewertung, einem anwendungsorientierten Vorgehensmodell, das als Basis für die Bewertung existierender Entwicklungsprozesse dient und als drittem Baustein aus konkreten Einführungsanleitungen, welche die Unternehmen bei der Umsetzung der identifizierten Aktivitäten sowohl inhaltlich als auch strukturell unterstützen.

Die Betrachtungsbereiche im entwickelten Modell Bestvor-M (gesprochen

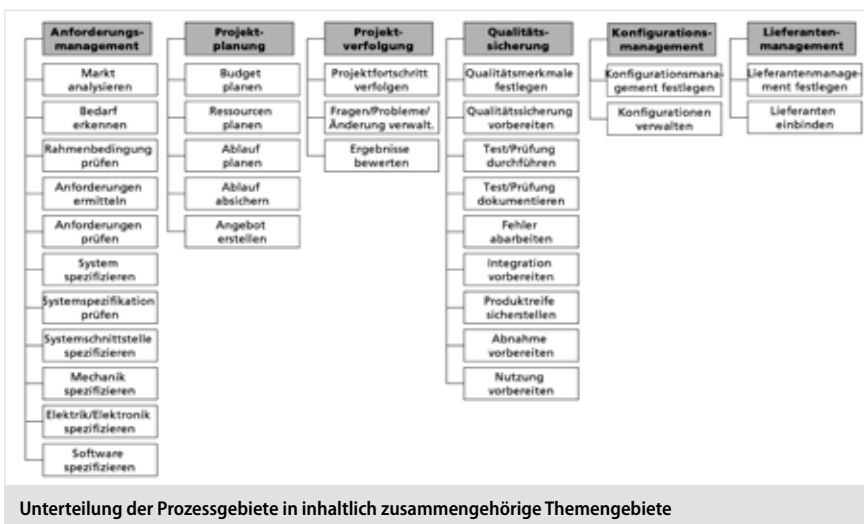
Bestform) werden als Prozessgebiete bezeichnet. Angelehnt an die Prozessgebiete des CMMI wurden die folgenden sechs Bereiche als besonders relevant identifiziert:

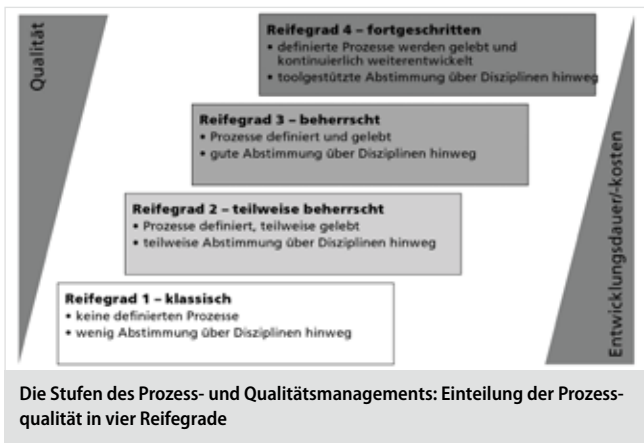
- ▶ das Anforderungsmanagement,
- ▶ die Projektplanung,
- ▶ die Projektverfolgung,
- ▶ die Qualitätssicherung,
- ▶ das Konfigurationsmanagement und
- ▶ das Lieferantenmanagement.

Diese Prozessgebiete erstrecken sich über alle vier Reifegradstufen. Dabei definiert der Reifegrad 1 – mit dem Begriff klassisch bezeichnet – einen Zustand, in dem es weitgehend keine definierten Prozesse im Sinne einer verzahnten, mechatronischen Entwicklung in dem jeweils betrachteten Unternehmen gibt. Abstimmungen über die beteiligten Disziplinen hinweg finden nur in geringem Umfang statt. Der Reifegrad 2 stellt einen teilweise beherrschten Zustand dar. Er zeichnet sich durch definierte und teilweise „gelebte“ Prozesse aus und weist bereits eine partielle Abstimmung über die Disziplinen hinweg auf. Zu kritischen Zeitpunkten werden diese etablierten Prozesse jedoch in der Regel durch Ad-Hoc-Maßnahmen verdrängt. Der Reifegrad 3 ist charakterisiert als beherrschter Zustand mit sowohl definierten als auch gelebten Prozessen und einer guten Abstimmung zwischen den beteiligten Disziplinen. Reifegrad 4 wird als fortgeschritten bezeichnet und beinhaltet in seiner Definition eine eigenständige kontinuierliche Weiterentwicklung der definierten und gelebten Prozesse auf Grundlage klar definierter Kennzahlen. Abstimmungen erfolgen über die Disziplinen hinweg mit durchgängigen EDV-gestützten Werkzeugen. Auf einen Reifegrad 5 wie er in anderen Modellen zu finden ist wurde bei „Bestvor-M“ bewusst verzichtet. Der mit sehr hohen Anforderungen verbundene Reifegrad 5 entspricht zum einen nicht den derzeitigen Bedürfnissen der Unternehmen, die sich aufgrund der relativ jungen Geschichte der mechatronischen Entwicklung eher in den unteren Regionen der Reifegradskala ansiedeln. Zum anderen ist die Anzahl, derjenigen Unternehmen, für die ein Reifegrad 5 erstrebenswert erscheint, derzeit sehr gering.

### 31 Themenfelder

Zur Strukturierung und insbesondere für die konkreten Einführungsanleitun-





- ▼ Differenzierte Bewertung des Entwicklungsprozesses durch Betrachtung der einzelnen Prozessgebiete
- ▼ Zuordnung zu einem gemeinsamen Reifegrad
- ▼ Vergleich mit untersuchten Unternehmen des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus
- ▼ Unternehmensspezifischer Vorschlag für den idealerweise zu erreichenden Reifegrad
- ▼ Maßnahmen / Verbesserungsvorschläge zur Verbesserung der Prozesssicherheit in der Entwicklung

Nach der Bearbeitung der Leitfragen gibt es Feedback für den Beantworter:  
 Wo steht er? – Was soll er machen? – Was nutzt das?

gen zur Prozessverbesserung, sind die Prozessgebiete weiter in insgesamt 31 Themen unterteilt. Jedes Themengebiet gruppiert inhaltlich zusammengehörige Aktivitäten eines Reifegrads, die im Rahmen eines Verbesserungsprojekts gemeinsam betrachtet werden sollten.

Um nun in einem Unternehmen die Prozessreife, und damit den eigenen Standort bestimmen zu können, ist mit der Leit- und Detailfragen-Ebene eine zweistufige Vorgehensweise für die Anwendung des Reifegradmodells erarbeitet worden. Die Leitfragen-Ebene gibt einen ersten Anhaltspunkt über die Reife des betrachteten Unternehmens in den definierten Prozessgebieten, zeigt grob den Handlungsbedarf auf und soll der Sensibilisierung von Entscheidern dienen. Mit Hilfe eines zehn Punkte umfassenden Fragebogens werden Ausprägungen im Unternehmen in etwa 15 Minuten erhoben. Auf der Detailfragen-Ebene werden die als kritisch identifizierten Prozesse im Detail analysiert, wodurch das Aufdecken konkreter Schwachstellen und die Ableitung von Verbesserungen möglich sind.

Die Detailfragen als zweite Stufe der Prozessbewertung umfassen eine weit- aus höhere Anzahl an Fragen (je nach angestrebten Reifegrad zwischen 150 und 200), verteilt über die Reifegrade und Pro-

zessgebiete. Dabei geht es stets um Aktivitäten, die im Rahmen eines mechatronischen Entwicklungsprozesses angewandt werden sollten. Damit die erhobenen Daten repräsentativ für den gesamten mechatronischen Entwicklungsprozess eines Unternehmens sind, wird empfohlen, die Detailfragen in einer Gruppe bestehend aus der Projektleitung, dem Management, Entwicklern aus den Disziplinen Mechanik, Elektrik/Elektronik und Software, dem Qualitätsmanagement, dem Vertrieb und der Projektverwaltung in einem Workshop durchzuführen. Zudem gibt es für beide Ebenen die abgestuften Antwortalternativen „trifft stets“, „überwiegend“, „teilweise“ oder „nicht zu“.

Als Ergebnis erhält man eine Bewertung des Entwicklungsprozesses, differenziert nach einzelnen Prozessgebieten:

- ▶ einen Vergleich mit bereits untersuchten Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus,
- ▶ einen unternehmensspezifischen Vorschlag für den empfohlenen zu erreichenden Reifegrad und
- ▶ priorisierte Verbesserungsvorschläge hinsichtlich der anzugehenden Themengebiete, welche die Relevanz und den individuellen Umsetzungsgrad des Themengebiets berücksichtigen.

### Konkrete Handlungsanweisungen

Nach der Bewertung herrscht Klarheit darüber, welche Schritte als Verbesserung in welcher Reihenfolge angestoßen werden sollten. Die strukturelle und inhaltliche Unterstützung der Umsetzung eines Themengebiets, wird durch die so genannten Einführungsanleitungen zur Verfügung gestellt. Dabei handelt es sich für jedes Themengebiet und jeden Reifegrad um ein Dokument, das in seinem Aufbau dem PDCA-Zyklus ähnelt und somit die durchzuführenden Aktivitäten in eine strukturierte Reihenfolge bringt und konkrete Handlungsempfehlungen vorschlägt. In dem Abschnitt „Vorgehen, Maßnahmen und Aktionen festlegen“ werden explizit Vorschläge für ein generelles Vorgehen, aber auch für mögliche Maßnahmen und Aktionen gegeben, die nach individueller Anpassung als Beispiele für Handlungsoptionen dienen können.

Das mehrmalige Durchlaufen der Bewertung, verbunden mit der Umsetzung der empfohlenen Handlungsfelder führt zu einer kontinuierlichen Verbesserung in handhabbaren Schritten. Trotz der anwendungsorientierten Aufbereitung der Analyse und Bewertung des mechatronischen Entwicklungsprozesses und der Umsetzungsunterstützung einzelner Themengebiete, benötigt die Reifegraderhöhung Zeit und Aufwand, bewirkt aber andererseits eine kontinuierliche Steigerung der Qualität und Produktivität. Letztlich dient die beschriebene Vorgehensweise mit ihrer wiederhol- und vergleichbaren Bewertung der Prozessreife dazu, Unternehmen einen Ordnungsrahmen für die kontinuierliche Verbesserung zu geben und die Zuverlässigkeit ihrer Systeme zu steigern. ■



Weiterführende Infos auf [www.AuD24.net](http://www.AuD24.net)

**more@click ADK89025**