

Parametrisches Anforderungs- und Simulationsdatenmanagement in der Mechatronik-Entwicklung

Peter Tabbert, Dr. Marcus Krastel, Darmstadt

Produktdatenmanagementsysteme (PDM /EDM /PLM Systeme) und PLM gesteuerte Entwicklungsprozesse haben mittlerweile in der CAD-Welt eine weite Verbreitung gefunden. Zumindest in den Häusern der Automobilhersteller hat sich inzwischen aber auch die Erkenntnis gefestigt, dass Datenmanagementkonzepte nicht nur für CAD-Daten sondern auch für CAE Daten erforderlich sind. Erste produktiv genutzte Systeme und Prozesse für das CAE Datenmanagement in der Automobilindustrie zeigen, dass signifikante Kosteneinsparungen beim Umgang mit CAE Daten erzielt bzw. Aufwandssteigerungen im Zuge der stetig zunehmenden Zahl von Simulationen deutlich abgemildert werden können.

In vielen Unternehmen, beispielsweise in der Automobilindustrie werden CAD Daten heute durch PDM/EDM Systeme verwaltet und die CAD nahen Entwicklungs- und Freigabeprozesse durch PLM Prozesse in den PDM/EDM Systemen gesteuert. In Bezug auf CAE Daten / Simulationsdaten sind die Datenverwaltung und PLM Prozesse bei weitem nicht so gut entwickelt. Auch eine Synchronisation der Konstruktions- und Simulationsprozesse sowie der Abgleich von CAD Daten und CAE Daten sind in der Regel nicht durch systemgebundene Prozesse unterstützt, sondern geschehen manuell.

Dies hat u.a. zur Folge, dass

- Simulationsergebnisse u.U. eine Aussage beinhalten, die einen deutlich veralteten Entwicklungsstand beschreiben
- Simulationsergebnisse nicht ohne Weiteres den der Simulation zu Grunde liegenden CAD Daten zugeordnet werden können
- im Nachhinein für Simulationen der Vergangenheit nur schwer nachzu-

vollziehen ist, auf Basis welchen Entwicklungsstands die Simulation durchgeführt wurde

- der Aufwand für die Datenbeschaffung und die (wiederholte) Datenaufbereitung mehr als 50 % der gesamten Zeit für eine Simulation inklusive Vor- und Nachbereitung beansprucht.

Zumindest in großen Unternehmen der Automobilindustrie ist man sich diesbezüglich der Potentiale eines prozessoptimierenden, integrationsfähigen und anwendungsorientierten Datenmanagements für CAE Daten bewusst.

Die Projektgruppe SimPDM des ProSTEP iViP Vereins hat Ende 2008 eine abschließende Empfehlung veröffentlicht, die Ansätze für ein parametrisches CAE Datenmanagement beschreibt, das die oben genannten Defizite abstellen bzw. vermeiden können. Die grundlegenden Paradigmen dieser Ansätze sind u.a.:

- CAE System unabhängiges Datenmanagement
- Modular erweiterbare und skalierbare Lösungen

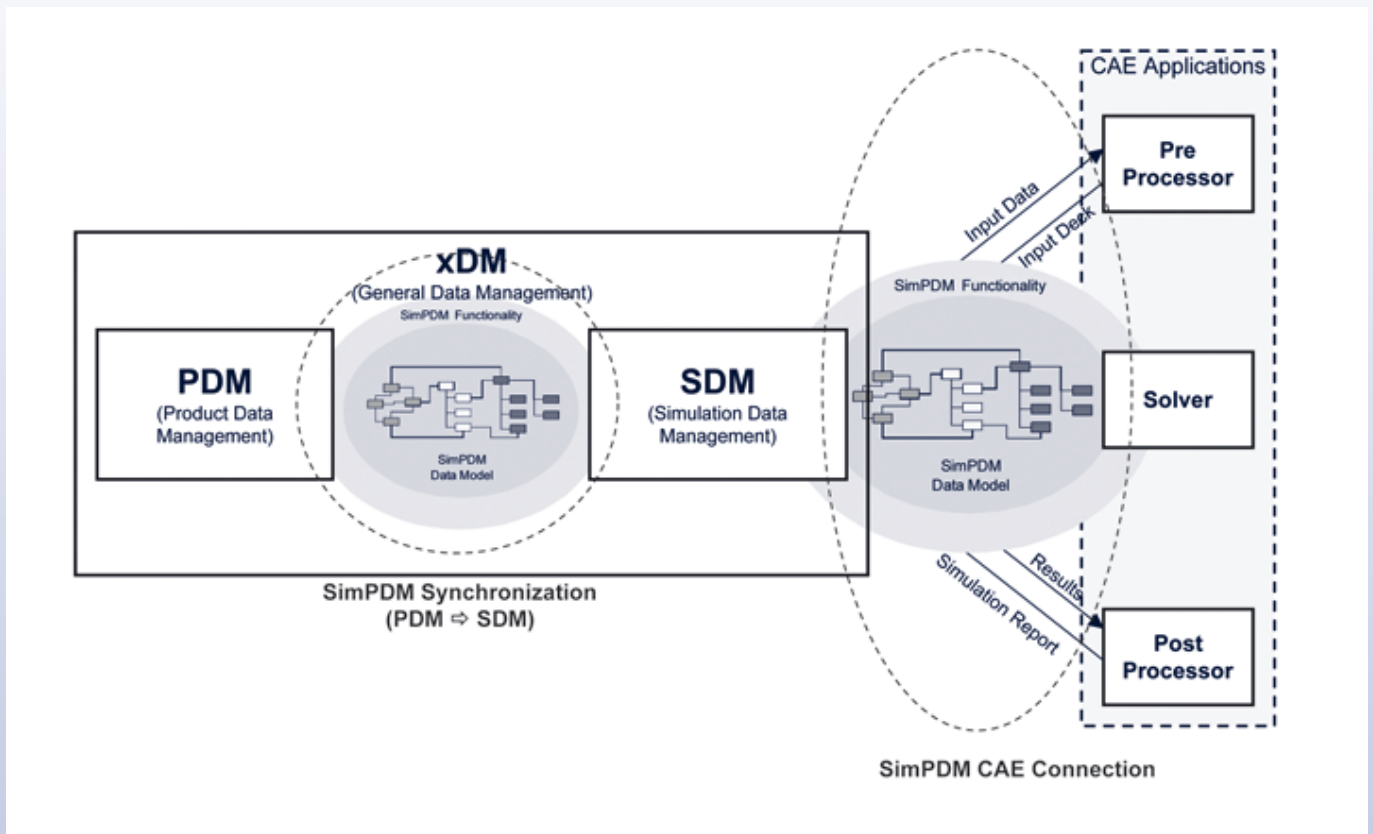


Bild 1: Einbindung eines SDM Systems in die Systemlandschaft

- Verwaltung von CAE Daten mit variabler und flexibler Granularität
- Kommunikation und Synchronisation mit Datenmanagementsystemen im Umfeld

Die Ergebnisse des Projektes beinhalten ein Datenmodell und ein Funktionsmodell für die Kernfunktionalitäten eines Simulationsdatenmanagementsystems (SDM System) und für die Kommunikation eines SDM Systems mit anderen Datenmanagementsystemen, beispielsweise einem PDM System. Bild 1 zeigt, wie sich ein SDM System in die umgebende Systemlandschaft einbindet und welche Rolle das SimPDM Datenmodell spielt.

Zusätzliche Herausforderungen in der Mechatronik-Entwicklung

In der Entwicklung mechatronischer Produkte arbeiten mehrere Entwicklungsdisziplinen zusammen, die sich im weitesten Sinne in die drei Gruppen Mechanik, Elektronik und Informatik eingruppiert lassen. Die einzelnen

Entwicklungsdisziplinen organisieren ihre Entwicklungsarbeiten in der Regel nach unterschiedlichen disziplinspezifisch ausgerichteten Prozessen und arbeiten zum Teil mit unterschiedlichen Entwicklungssystemen. Außerdem benötigen und erzeugen die einzelnen Disziplinen unterschiedliche Daten und Datenformate.

Bei vielen mechatronischen Systemen sind jedoch die Komponenten und Teilsysteme der einzelnen Disziplinen so eng miteinander verzahnt, dass schon aus kleinen Veränderungen in eine Komponente oder in einem Teilsystem Änderungsbedarfe in Komponenten und Teilsystemen anderer Disziplinen resultieren können.

Das bedeutet, dass die Entwicklungsarbeiten der Entwicklungsdisziplinen synchronisiert werden müssen, um eine kongruente Entwicklung des Gesamtsystems zu gewährleisten. Eine Synchronisation von disziplinspezifischen Prozessen geschieht über Schnittstellenparameter zwischen den Komponenten

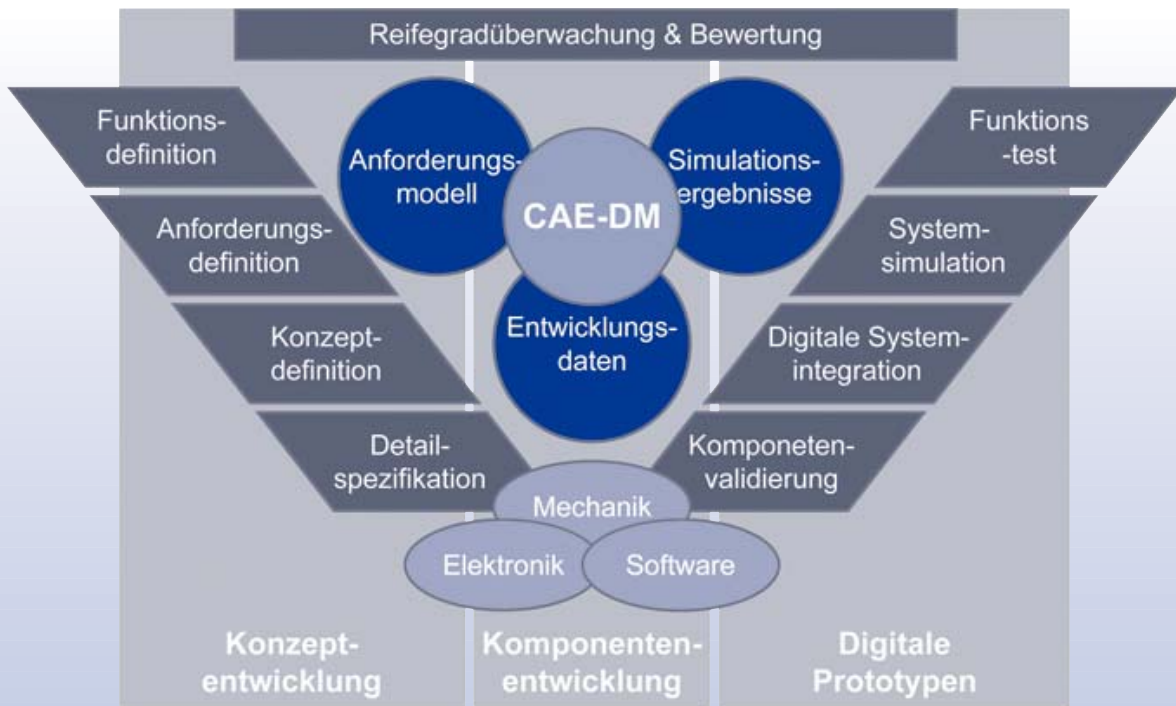


Bild 2: V-Modell in der Mechatronik-Entwicklung

und Teilsystemen des Gesamtsystems und setzt eine disziplinübergreifende Verfügbarkeit von Daten und Informationen voraus. Das gilt ganz besonders für die Systemanforderungen und die Simulationsergebnisse sowie für die Schnittstellenparameter zwischen den Komponenten und Teilsystemen des Ganzen.

Schnittstellenparameter beschreiben in mechatronischen Systemen die physikalische Kopplung von Komponenten und Teilsystemen. Beispiele hierfür sind das von einem elektrischen Antrieb an das mechanische System abgegebene Drehmoment oder der elektrische Strom eines Antriebes, der von der Leistungselektronik bereitgestellt wird.

Mechatronische Systeme sind ein typischer Anwendungsfall für Simulationen in der frühen Phase der Produktentwicklung. Die Basis dieser Simulationen sind nicht wie in der virtuellen Absicherung die Konstruktions- und Entwicklungsdaten, sondern die funktionalen und physikalischen Anforderungen an das Produkt bzw. an das System. Simulationen in frühen Phasen unterstützen die Konzeptentwicklung und können aus den Anforderungen wichtige Schnittstellenparameter zwischen den Komponenten und Teilsystemen sowie zu erwartende Lastfälle für die Komponenten prognostizieren. Die Ergebnisse der Simulationen sind somit wichtige

Eingabeinformationen für die Komponententwicklung in den einzelnen Disziplinen.

Die Simulation in der frühen Phase kann – basierend auf dem gesamtsystemischen parametrischen Anforderungsmodell – konsistente Komponentenanforderungen für die Entwicklungsdisziplinen bereitstellen. Dies fördert eine kongruente Entwicklung mit konsistenten Ergebnissen in den Disziplinen auch dann, wenn in den Disziplinen mit unterschiedlichen Prozessen gearbeitet wird (CAE driven engineering). Das V-Modell veranschaulicht den Einsatz von Simulationen und die Bedeutung des Simulationsdatenmanagements über den gesamten Entwicklungsprozess.

Ein prozessunterstützendes disziplinübergreifendes CAE Datenmanagement in der Mechatronik erfordert

- eine Simulation des Systemverhaltens bzw. des Verhaltens von Teilsystemen so früh wie möglich, sowie das Bereitstellen der Simulationsergebnisse sobald diese vorliegen
- ein Simulationsdatenmanagement, das die wichtigsten Schnittstelleninformationen und physikalischen sowie funktionalen Anforderungen und Eigenschaften des Systems parametrisch verwaltet
- eine parametrische Definition funktionaler und physikalischer Anforderungen

Parametrisches Anforderungsmanagement im CAE Datenmanagement

Wie oben angedeutet muss man gerade bei Simulationen in frühen Phasen die Anforderungen an das zu entwickelnde Produkt sowie die Schnittstellenparameter und die Komponentenanforderungen als Bestandteil der Simulationsdaten betrachten. Üblicherweise werden Anforderungen jedoch in textueller Form erstellt, gepflegt und verwaltet. Damit sind diese Anforderungen nicht direkt in Simulationsprozessen nutzbar. Es entsteht ein Systembruch der durch die oft mehrfache manuelle Übertragung von Anforderungsparametern überwunden werden muss. Simulationsergebnisse können auch nicht automatisch mit den Anforderungen verglichen werden. Dies kann bei Vorliegen textuell beschriebener Anforderungen nur manuell erfolgen.

Um diese beiden Defizite auszugleichen sind die parametrische Definition funktionaler und physikalischer Anforderungen und ihre Integration in das Simulationsdatenmanagement erforderlich. Eine parametrisch definierte physikalische Anforderung besteht beispielsweise aus einem Wert und einer genormten Einheit, die zusammengefasst eine physikalische Größe dimensionieren. Diese Daten können prinzipiell so in einer Datenbank abgelegt werden, dass man diese Infor-

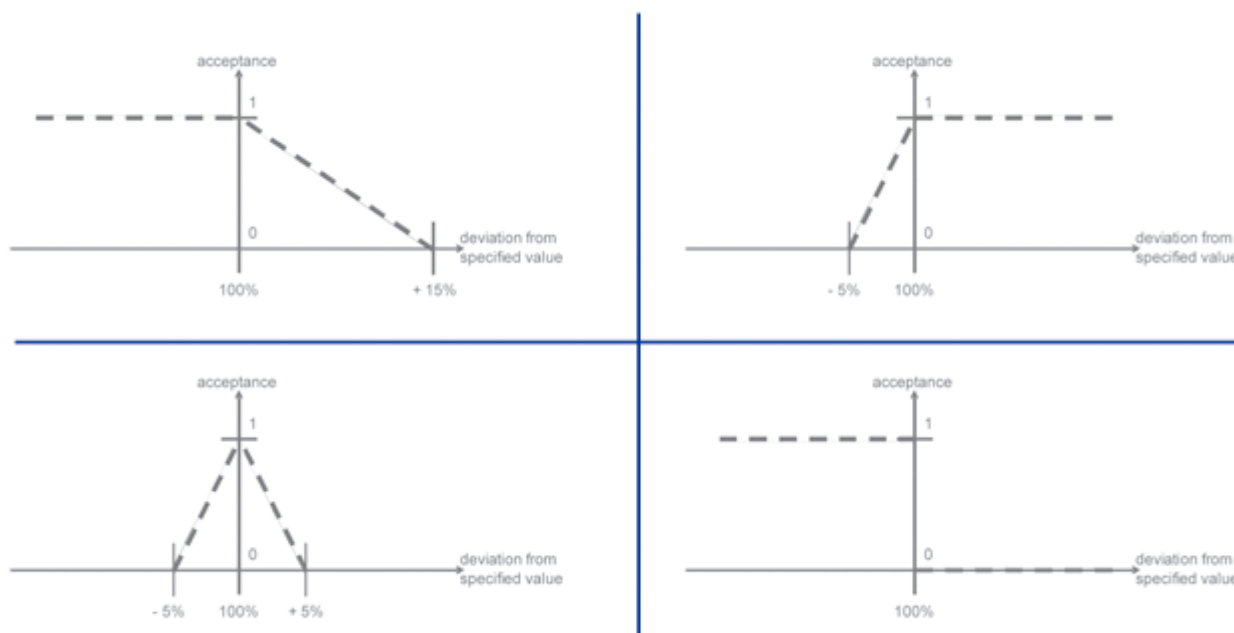


Bild 3: Beispiel von Toleranzfeldern für parametrisch definierte Anforderungen

mationen mathematisch verarbeiten und allen durch das CAE Datenmanagement gesteuerten Simulationsprozesse zur Verfügung stellen kann. Optional können Toleranzbänder definiert werden, die eine Aussage darüber treffen, inwieweit Abweichungen des simulierten Systemverhaltens von den Anforderungen akzeptiert werden bzw. wie Abweichungen zu bewerten sind. Bild 3 zeigt Beispiele solcher Toleranzbänder.

Im linken oberen Quadranten ist ein oberer Grenzwert dargestellt, beispielsweise ein Kraftstoffverbrauch, rechts oben ist ein unterer Grenzwert dargestellt, beispielsweise ein Beschleunigungswert, links unten ein in engen Grenzen zu erreichender Zielwert und die Darstellung rechts unten könnte einen gesetzlich vorgegebenen oberen Grenzwert darstellen, der unter keinen Umständen überschritten werden darf.

In dieser Form definierte physikalische und parametrisch verwaltete Anforderungen können allen durch das CAE Datenmanagement gesteuerten Prozessen automatisiert zur Verfügung gestellt werden. Darüber hinaus können Simulationsergebnisse automatisiert in mathematischer Form mit den Anforderungen verglichen werden.

Die Projektgruppe SimPDM hat ein Datenmodell entwickelt, das aus einzel-

nen Paketen besteht, die beispielsweise Basis-, Topologie-, Lastfall-, oder Konfigurationsinformationen beschreiben. Parametrische Anforderungsinformationen sind über den Mechanismus (allgemeiner) Parameter im Paket BASE (Basisinformationen) abgebildet. Auf Grund des modularen Aufbaus kann jedoch das Datenmodell jederzeit um ein Paket REQU erweitert werden, um auch parametrische Anforderungsinformationen explizit abzubilden und das parametrische Anforderungsmanagement prozessunterstützend in das parametrische CAE Datenmanagement zu integrieren.

Zusammenfassung

Ein parametrisches Anforderungsmanagement stellt eine Erweiterung und eine Komponente eines parametrischen CAE-Datenmanagements dar, welche insbesondere die Konzeptentwicklung in frühen Phasen der Produktentwicklung unterstützt (CAE driven engineering). Dies gilt auch und im Besonderen in der Entwicklung mechatronischer Produkte, wo die Komponentenentwicklung auf die Simulationsergebnisse aus der frühen Phase zurückgreifen kann. Darüber hinaus kann das parametrische Anforderungsmanagement die Bewertungsprozesse für Simulationsergebnisse durch einen automatisierten systemunterstützten Vergleich mit den Anforderungen verbessern.

Literatur:

Tabbert, P.; Krastel, M.: Requirements for a parametric simulation data management for mechatronic engineering, NAFEMS Seminar Simulation Data Management, Wiesbaden, März 2009
 Tabbert, P.; Krastel, M.: Domänenübergreifendes integriertes Simulationsdatenmanagement. In: Produkt-Daten Journal Nr. 2/2005
 Krastel, M.: „STEP-basiertes Simulationsdatenmanagement“. Projektabschlussbericht. DiK, TU Darmstadt: 2001.
 Krastel, M.; Merkt T.: Integration der Simulation und Berechnung in eine PDM Umgebung – Die Arbeitsgruppe SimPDM. In: ProduktDaten Journal Nr. 2/2004
 Gruber, K.: CAE Process and Data Management at Audi, NAFEMS Seminar Simulation Data Management, Wiesbaden, März 2009
 Empfehlung zur Integration der Simulation und Berechnung in eine PDM-Umgebung (SimPDM), ProSTEP iVIP Empfehlung PSI 4, www.prostep.org

Kontakt

Peter Tabbert
 :em engineering methods AG
 Darmstadt
 Tel: +49 6151 950 54 20
 E-Mail: Peter.tabbert@em.ag
 Internet: www.em.ag