

Modellbasierte PLM-Architektur für den Schiffbau

PRODUKTIONSPROZESSE Die gegenwärtigen Entwicklungen in der Industrie schließen die immer stärkere Vernetzung von vormals getrennten Gewerken wie Software, Elektronik und Maschinenbau ein. Die Produkte werden komplexer und in ihrer Definition vielschichtiger. Bewährte Methoden aus beispielsweise Luftfahrt- und Automobilindustrie können im Schiffbau in Entwurf, Bau, Betrieb und Rückbau in adaptierter Form angewandt werden, um gegenwärtigen und kommenden Herausforderungen zu begegnen.

Matthias Roth

Ansätze des Model Based Engineering (MBE), -Manufacturing (MBm), -Sustainment (MBs) sowie Model Based Systems Engineering (MBSE) sind Ausdruck der Weiterentwicklung der Methoden des Produktentwicklungsprozesses. Das sogenannte „Model Based Enterprise“ (MBE) als Zusammenführung dieser Ansätze wird stärker im Verlauf des Produktlebenszyklus und vor allem auch im unternehmerischen Kontext gesehen. Hierbei werden alle Ebenen im Unternehmen in ihrer Interaktion mit dem Produktmodell berücksichtigt. Dieses schließt insbesondere strategische und operative Ebenen mit ein.

Bestandteil des MBE ist unter anderem das Model Based System Engineering (MBSE), das durch die gerade auch im Schiffbau notwendige Gewerkeintegration von Software, Elektronik, Mechatronik und klassischem Maschinenbau die Vernetzung des Produktmodells mit den produktiven Systemen fördert. Hier gilt ebenfalls die Zentralisierung auf eine Datenhaltung als „Mantra“ zur effektiven Integration der Systeme. Die heterogenen Datenquellen werden dabei über Verknüpfungen für die angelegten Prozesse zugänglich gemacht.

Auf der Zeitschiene gesehen ist die Anreicherung des Produktmodells mit Informationen aus den verschiedenen Prozessen als einem „Faden“ folgender Prozess zu sehen. Dies ist der „Digital Thread“, der „Digitale Faden“, der vom ersten Konzept bis zum Recycling des Produktes verfolgt wird. Die nahtlose Unterstützung der angeschlossenen Prozesse ist das Ziel – auch über Unternehmensgrenzen hinweg. Bei all diesen Systemen entstehen Daten, die entweder systemspezifisch oder zentralisiert, oder als Kombination von beidem gehalten werden können.

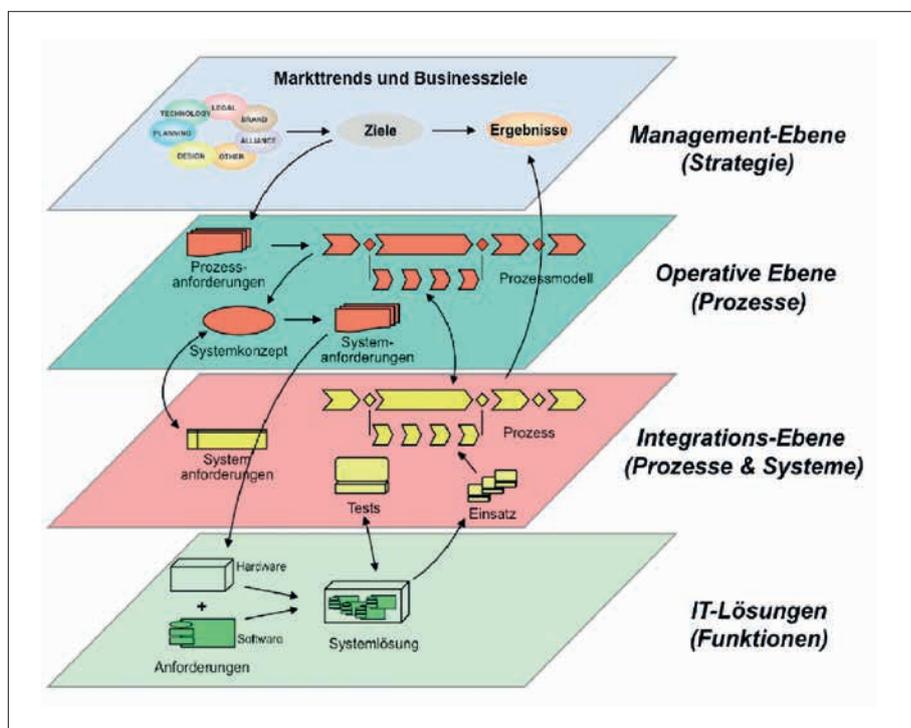


Abb. 1: Übertrag von Management-Strategien auf operative Prozesse [EO07]

Zur Unterstützung der Prozesse ist es nun sinnvoll, die Daten in möglichst einem einzigen, von einem PLM-System verwalteten Produktmodell zu zentralisieren.

Über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg gedacht dehnt sich das Konzept des MBE aus: In den der Konstruktion folgenden Prozessen ist es wichtig, dieses Produktmodell nachzuführen. Dieses, auch Digital Twin genannte, einzige Produktmodell ermöglicht die Bereitstellung der richtigen Information für viele Folgeprozesse.

Ein (kontrollierter) Produktmodellzugriff über Unternehmensgrenzen hinweg ist ein weiterer entscheidender Aspekt. Durch

die Zentralisierung des Produktmodells werden alle Profiteure der Daten optimal erreicht – auch spätere Wartungsaufgaben werden günstiger. Auch wenn die Umgebung wechselt, d.h. vom Unternehmen zum Subunternehmer oder zum Kunden, bleibt das Modell in der Mitte der Prozesse. Die Modelle können auch gezielt um Informationen „angereichert“ werden [GL15], einerseits, um überflüssige Informationen auszuspüren, andererseits, um Betriebsgeheimnisse zu wahren. So können Zulieferer ihre Produkte leichter auf das konkrete Modell anpassen. Auch die Schiffseigner können vom modellbasierten Ansatz profitieren.

neering, dem National Institute of Standards & Testing (USA) [NI13] und anderen wie AIAG und SASIG [AI15] wie folgt definiert:

- › Stufe 0: Modellzentrierte Zeichnungen für Entwurf und Fertigung, hauptsächliche Definition über 2D-Zeichnungen,
- › Stufe 1: Modellbasierte Fertigung, hauptsächliche Definition über 2D-Zeichnungen und neutrale CAD-Modelle,
- › Stufe 2: Native CAD-basierte Fertigung, hauptsächliche Produktdefinition über 2D-Zeichnung und native CAD-Modelle.

Ab Stufe 3 dominieren die 3D-Modelldaten:

- › Stufe 3: Modellbasierte Definitionen, hauptsächliche Produktdefinition über 3D-annotierte Modelle und/oder leichtgewichtige Viewingformate,
- › Stufe 4: Modellbasierte Definitionen mit Datenmanagement, hauptsächliche Produktdefinition über 3D-annotierte Modelle und/oder leichtgewichtige Viewingformate über PDM-Systeme,
- › Stufe 5: Modellbasierte Definitionen mit automatisierten TDP; hauptsächliche Produktdefinition: TDP und digitale Produktdefinitions Pakete,
- › Stufe 6: Modellbasierte Definitionen mit automatisierten TDP und On-Demand Unternehmenszugriffsmöglichkeiten, hauptsächliche Definition über TDP und Netzanbindung (beispielsweise externer Zulieferer).

Durch die systematisierte Selbsteinstufung können Potenziale und Handlungsfelder erkannt werden. Es können ferner Verantwortliche in Unternehmen leichter den Bedarf nach Weiterentwicklungen im PLM-Bereich kommunizieren.

Effektivierung von Prozessübergängen

Im zeitlichen Verlauf des Produktlebenszyklus treten Übergabestellen zwischen Formaten, Systemen und Prozessen auf – mitunter fallen diese zusammen. An diesen Übergabepunkten sinkt der Vollständigkeitsgrad des Modells schlagartig. Zur Erreichung derselben Vollständigkeit des Produktmodells, beispielsweise verlorene Attribute oder Fertigungsinformationen, ist ein Zeitaufwand notwendig.

Um Prozesse von der Modellrepräsentation aus, wie beispielsweise dem TDP, möglichst effektiv bedienen zu können, ist eine Produktmodellrepräsentation vonnöten, die konsistent und umfassend ist, gleichermaßen jedoch mit einem Minimum an Konvertierungsschritten auskommt.

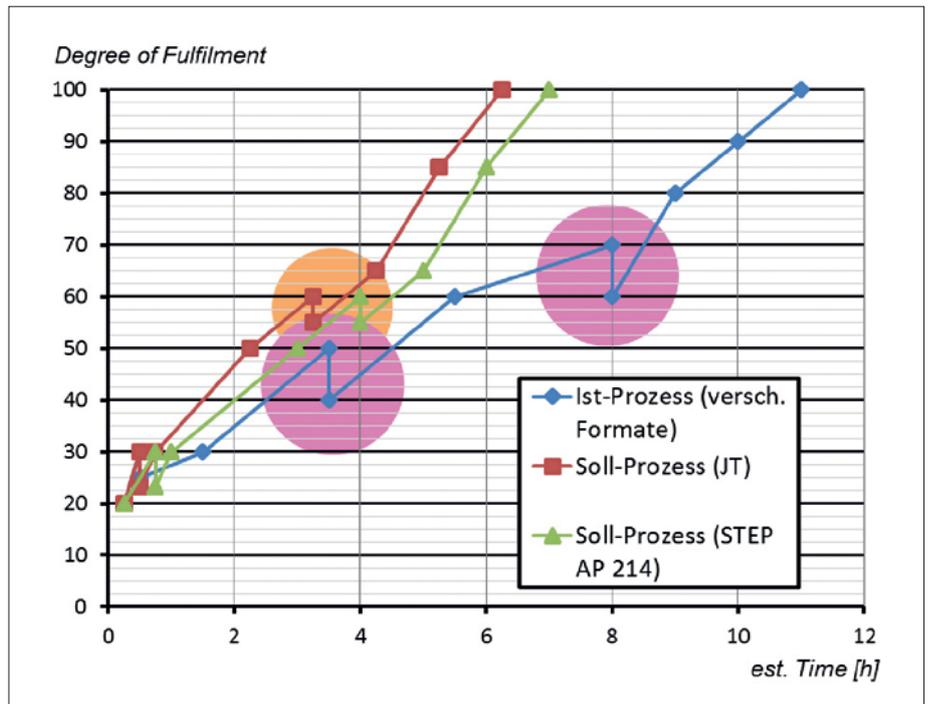


Abb. 4: Zeit zur Erreichung eines vollständigen Modells bei verschiedenen Prozessen und korrespondierenden Datenformaten [Ro16]

Ziel ist es daher, Anforderungen auch über Übergabestellen hinweg nahtlos zu erfüllen. Dabei werden prozessspezifisch die Anforderungen der Ist-Prozessschritte erfasst. Sie werden mit den Fähigkeiten der gegenwärtig genutzten Formate sowie den Anforderungen aus den erarbeiteten Soll-Prozessschritten abgeglichen.

Durch matrixweise Aufsummierung der priorisierten Anforderungen lassen sich

Abschätzungen treffen, inwieweit Formate geeignet sind, um dem betrachteten Gesamtprozess gerecht zu werden.

Diese sind in Abbildung 6 als „Zacken“ im Diagramm anhand eines Beispielprozesses zu sehen. Diese „Design Drops“ fallen größer aus, wenn die Brüche an Information größere sind, was durch ungeeignete Modellrepräsentationen (Format oder System) gegeben sein kann.

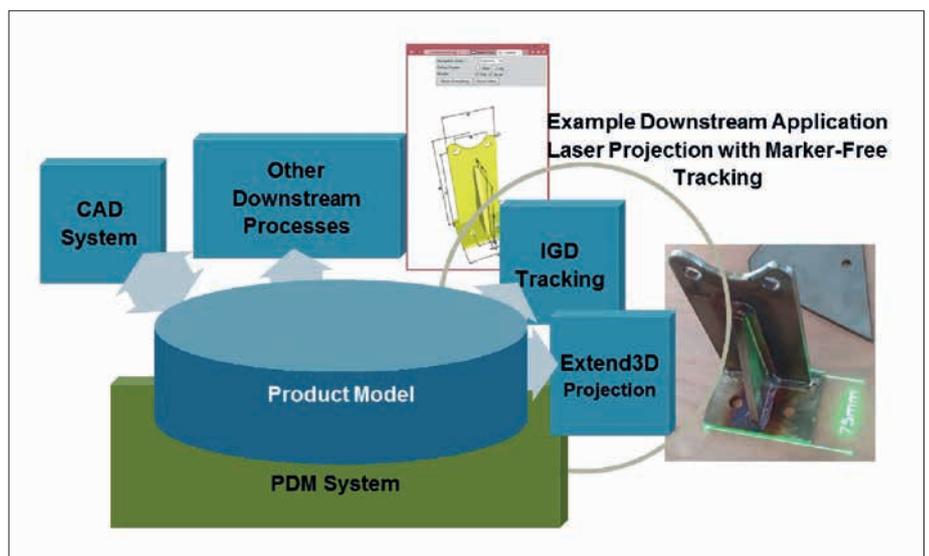


Abb. 5: Zentrale Datenhaltung und Beispiele angebundener Systeme und Prozesse. Dargestellt ist ein Rohrhalter, der durch laserprojizierte PMI-Informationen ergänzt und ohne Papierpläne gefertigt werden konnte.

Gemeinsam mit dem Schlagwort Maritim 4.0 bezeichnet „MBE“ als große Klammer somit auch die fortschreitende Digitalisierung einer ganzen Branche.

Gegenwärtige Umsetzungen des MBE auf konzeptioneller Ebene

Auf konzeptioneller Ebene werden Formate und Softwaresysteme sowie Prozessansätze favorisiert, die unter dem Gesichtspunkt des MBE als effektive Lösungsansätze oder Lösungen gelten. Darüber hinaus haben Begriffsdefinitionen geholfen, Klarheiten zu schaffen.

Das „Technical Data Package“ wird nach [MI13] als technische Beschreibung eines Produktes gesehen – angepasst auf alle Prozesse, die Produktmodelldaten benötigen, beispielsweise Produktion, Logistik, Training sowie Dokumentation und assoziierte Dokumente wie Normen und Spezifikationen.

Essenziell ist hierbei auch die Integration von Anforderungen über Systemgrenzen hinweg. Durch die frühe, systematisierte Erfassung von Anforderungen und Verknüpfungen mit Funktionalitäten des Produktmodells – seien sie in der Mechanik, der Elektronik oder auf Softwareseite verhaftet – lassen sich die Anforderungen über den gesamten Lebenszyklus hinweg verfolgen und sicherstellen. Tests können gegen die Anforderungen geprüft werden. Dazu gehören freilich auch regulatorische Anforderungen.

Für die Kommunikation zwischen den Softwaresystemen im Unternehmen werden sogenannte SOA-Schnittstellen (Service Oriented Architecture), mit REST-Ausprägung (Residual State Transfer) bevorzugt. Durch die Standardisierung auf möglichst niedrigem Niveau wird ermöglicht, einen „Best-of-Breed“-Ansatz bei gleichzeitig großer Austauschbarkeit der Systeme verfolgen zu können. Der Ansatz der monolithischen Systeme, die alles bedienen, ist nicht immer der beste Lösungsansatz, um die Produktentwicklung effizient zu unterstützen.

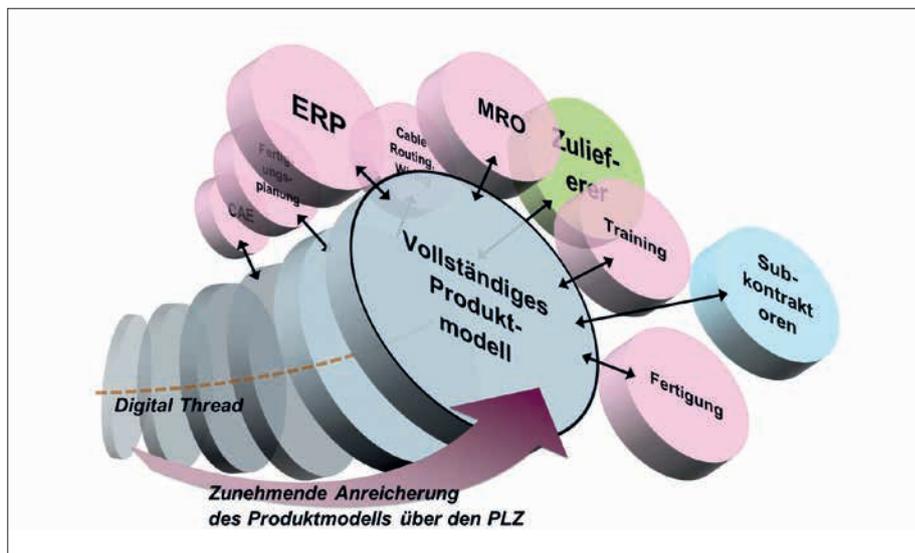


Abb. 2: Anreicherung des Modells, Darstellung des „Digital Thread“ über den Produktlebenszyklus hinweg. Angebundene Prozesse und Systeme tragen zur Anreicherung des „einen“ Produktmodells bei und profitieren davon.

Formate zur Repräsentation von Modelldaten können leichtgewichtige 3D-Formate mit Feldern für Metadaten sein, so beispielsweise JT und STEP AP 242 in Kombination.

Insgesamt wird so die disziplinübergreifende Zusammenarbeit zwischen Gewerken

wie beispielsweise Stahl, Verrohrung, Klima, Elektrik und Ausrüstung erleichtert.

Reifegrade des MBE („Maturity Level“)

Die Reifegrade des MBE werden von dem International Council on Systems Engi- >

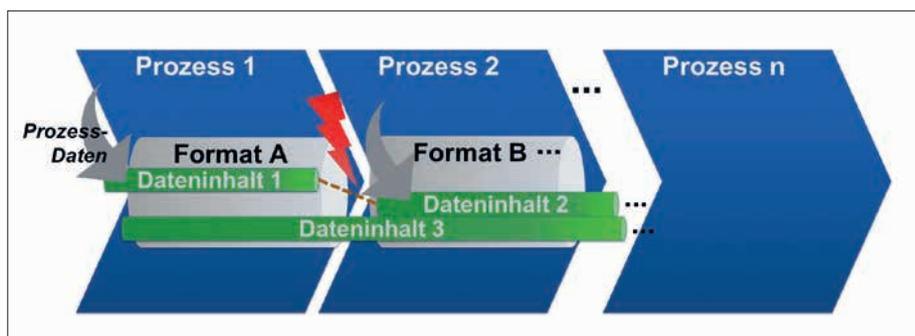


Abb. 3: Übergänge zwischen Prozessen und gleichzeitig Formaten mit verschiedenen Eigenschaften bringen Informationsverluste mit sich [Ro16]

SDC

SHIP DESIGN & CONSULT GMBH, HAMBURG

NAVAL ARCHITECTURAL CONSULTANT AND CALCULATION SERVICES

Services

- > Efficiency optimisation
- > Draught increase calculation
- > Lightship surveys
- > Stability calculation

Design

- > Custom made concept designs
- > Feasibility studies
- > LNG driven vessels
- > Scrubber refit

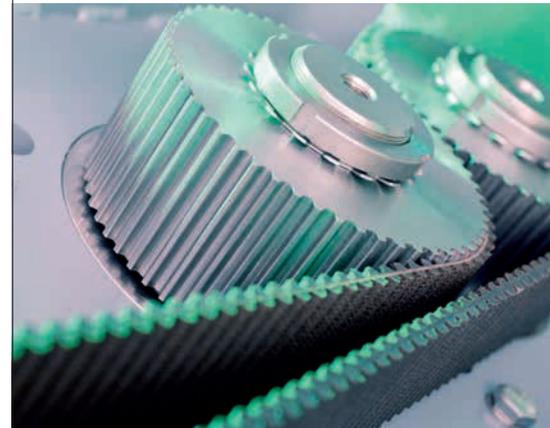
Construction

- > FEM strength calculation
- > Steel construction
- > Sea fastening
- > Conversions



www.shipdesign.de > info@shipdesign.de

NETZSCH TORNADO® Drehkolbenpumpen



Die beste Wartung ist keine Wartung

Die hochwertige, verschleißfeste und lebensdauergeschmierte Lagerung der Wellen und der synchronisierende Riemtrieb ohne Öl kommen ohne jede Wartung aus. Durch die Umkehr der Materialien zwischen den statischen und dynamischen Bauteilen sind die Elastomerteile einer geringeren dynamischen Belastung ausgesetzt. Damit verlängert sich der Lebenszyklus.

BESUCHEN SIE UNS!
IFAT 2018
in München
14.05. – 18.05.2018
Halle B1, Stand 451/550



NETZSCH

www.netzsch.com

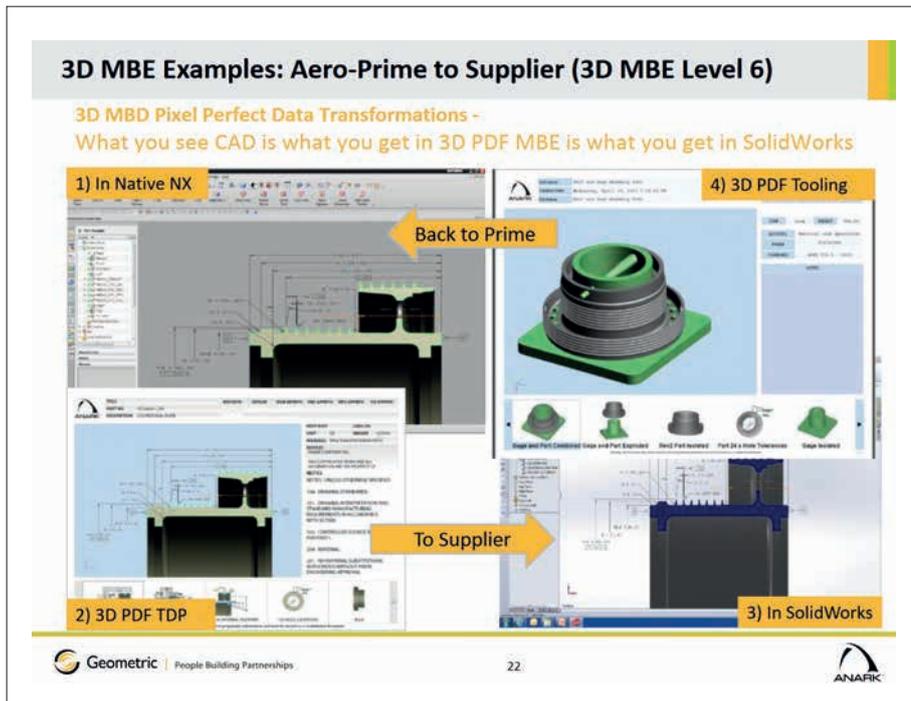


Abb. 6: Beispiel der Anwendung des MBE-Konzeptes: Austausch eines Technical Data Package mit dem Zulieferer [AN14]

Durch die gesteigerte Verfügbarkeit von Daten werden die an Prozessübergängen und „Prozessübergabestellen“ typischerweise auftretenden Verluste von Informationen und deren aufwendige Nacharbeit verringert.

Durch die konsequente Umsetzung des Model Based Enterprise wird das Produktmodell als zentrales Objekt in einer Repräsentation vorgehalten. Die erwähnten Prozessübergänge werden nicht zu potenziellen Übergängen mit Informationsverlusten, sondern durch eine nahtlose Informationsbereitstellung wesentlich verbessert.

Insbesondere iterative Prozesse, die gerade in Branchen komplexer Einzelfertigung wie dem Schiffbau auftreten, können deutlich effektiver gestaltet werden. Die Zeitersparnisse vervielfachen sich entsprechend der Anzahl der Prozessschleifen.

Als Beispiel seien hier die Fertigungsprozesse des Schiffbaus genannt, die oftmals der Herausforderung vieler Änderungen im Werk begegnen – nahtlose Informationsflüsse zwischen der Werksebene einer Werft und der Konstruktion oder zwischen Unterauftragnehmern und Auftraggebern sind somit auch ein Treiber des modellbasierten Ansatzes.

Umsetzungen des MBE

Anwendungen einer modellbasierten Unternehmensausrichtung beinhalten

auch eine vollumfassende Nutzung des Produktmodells bis zur Fertigung. Exemplarisch für die nahtlose Integration lässt sich eine im Verbundforschungsprojekt ARVIDA realisierte Lösung anführen. Hier wurde mit der nahtlosen Durchgängigkeit der Modelldaten von CAD zur Fertigung über die „zentrale Drehscheibe“ des Produktmodells gezeigt, wie auf eine effektive und leicht aktualisierbare Weise die Informationen bis in die Fertigung gebracht werden können. Im vorliegenden Beispiel wurden JT-Modelle über eine vom Fraunhofer IGD mit Unterstützung von Siemens programmierte neutralen REST-Schnittstelle an ein Laserprojektionsystem weitergegeben, das die PMI (Fertigungsinformationen) extrahiert und werksgerecht mit Laserprojektionen darstellte. Ein Trackingsystem des Fraunhofer IGD ermöglichte die markerlose Verfolgung des Werkstücks, selbst unter schwierigen Beleuchtungsbedingungen.

So war dem Werker eine Montage des Werkstücks direkt mit den Informationen aus dem CAD ohne Papierpläne möglich. Damit sind folgende Kennzeichen des MBE Level 6 erfüllt:

- > Automatisierte Verfügbarkeit der Daten,
- > zentrale Datenhaltung eines 3D-Modells,

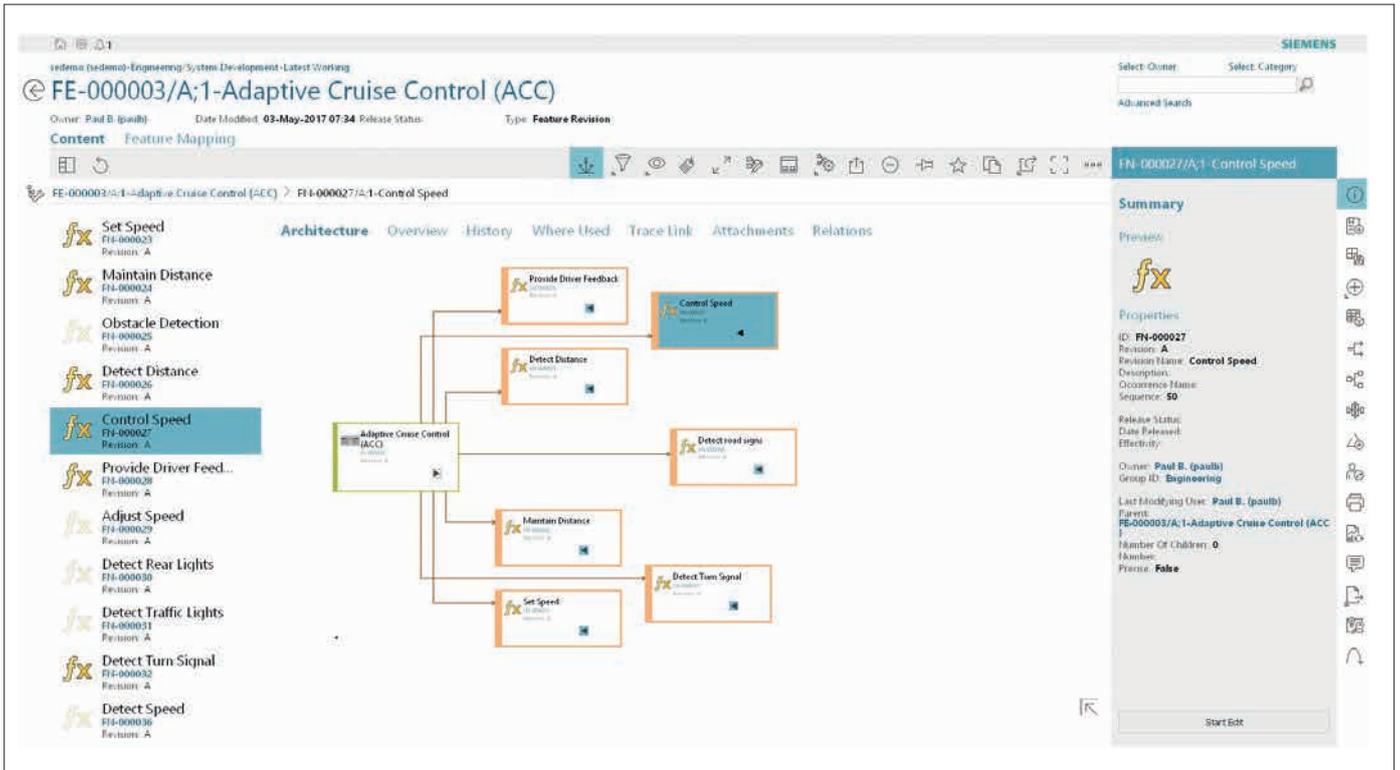


Abb. 7: Funktionelle Anforderungen eines Tempomats, strukturiert, Screenshot aus dem Siemens Active Workspace

› Konnektivität der Anwendung über Netzverbindungen – Ort spielt keine Rolle,
 › auf das Produktmodell zentrierter Prozesse.
 Die Vorteile der gewählten Umsetzung ohne Medienbrüche am zentralisierten Produktmodell liegen auf der Hand. Eventuelle Rückmeldungen von Werksebene durch Annotationen (Marker) sind ebenfalls über das neutrale, offene Format JT integrierbar. Auch hiermit können iterative Fertigungsprozesse im Schiffbau effektiv unterstützt werden.

Ein anderes Beispiel des MBE im Bereich der Zulieferintegration wird in [AN14] genannt. Über ein 3D-PDF werden Produktmodelldaten zwischen einem Hersteller der Luftfahrtindustrie mit dessen Zulieferer ausgetauscht, der ein anderes CAD-System verwendet. Das PDF wird als „Technical Data Package“ bezeichnet, das alle relevanten Produktmodelldaten enthält.

Auch in Bezug auf das Anforderungsmanagement

als Basis des modellbasierten Entwickelns – damit ein Bestandteil des modellbasierten Unternehmens (Model Based Enterprise) – finden sich Umsetzungen. Gegenwärtige Software spiegelt dies unter dem Schlagwort MBSE (Model Based Systems Engineering) [Ha13] oder SDPD (Systems Driven Product Development) wider [Si11].

Fazit

Der Ansatz des Model Based Enterprise ist für den Schiffbau mit der Breite an involvierten Gewerken und durch die umfassende Darstellung des Produktlebenszyklus mit hoher Fertigungstiefe besonders gut anwendbar. Vorleistungen der Luftfahrtindustrie können in vielen Punkten adaptiert werden [AI15].

Die Softwareindustrie und die anwendende Industrie müssen die Einzelaspekte gemeinsam kritisch in Augenschein nehmen, um alle Vorteile des MBE auszuschöpfen. Dazu gehört auch die realistische Selbst-

einstufung in die verschiedenen Reifegrade und das Erarbeiten der notwendigen Schritte zum Erreichen dieser. In vielen Fällen kann die kritische Betrachtung und Bewertung der Prozesse in Zusammenhang mit Systemen und Datenformaten sowie deren jeweilige Anpassung zum Ziel beitragen. Dabei ist der umfassende Blick von der IT- zur Managementebene essenziell, damit Teilebenen nicht außer Acht gelassen werden. Auch ein domänenübergreifendes Denken zwischen den Gewerken ist Voraussetzung.

Als Anwendungen wurden Beispiele gezeigt, die Aspekte des Model Based Engineering in sich vereinen und dadurch praktischen Mehrwert generieren – ganz besonders durch Optimierung der Prozesse auf eine bestmögliche Verwendung der Systeme.

Literatur

[AN14] ANARK: A Roadmap for successfully adopting Model-Based Enterprise, 2014, Boulder/CO (US), http://geometricglobal.com/wp-content/uploads/2014/03/A_Roadmap_for_Successful_Adoptio_of_Model-Based-Enterprise.pdf, Abgerufen 2. Mai 2017

[AI15] Automotive Industry Action Group (AIAG): The Transition to Model Based Enterprise, 2015, http://admin.aiag.org/docs/uploads/events/presentations/S16QUALITY/STUDY_final.pdf, Abgerufen 18.4.2017

[EO07] Eigner, M.; Ovtcharova, J.: Produktentstehung im 21. Jahrhundert: Anforderungen an die IT für die Konstruktion der Zukunft. In: Digital Engineering Magazin, WIN-Verlag, Vaterstetten, 2007

[GL15] Gillikin, D.L.; Langmead, J.R.: Model Based Enterprise Architecture for Shipbuilding, ICCAS Bremen, 2015

[Ha13] Hause, M.: How to Fail at MBSE, INCOSÉ Texas Gulf Coast Systems Engineering Conference, 2013. http://www.incose.org/docs/default-source/texas-gulf-coast/m_hause_how_to_fail_at_mbse.pdf, Abgerufen 14.6.2017

[N13] National Institute of Standards and Technology (US): NIST Technical Note 1820 Model-Based Enterprise Summit Report, Gaithersburg/Maryland (US), 2013. <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/technicalnotes/NIST.TN.1820.pdf>, Abgerufen 28.04.2017

[M13] Department of Defense (US): MIL-STD-31000 Standard Practice Technical Data Packages (TDP), New Jersey (USA), 2013

[R016] Roth, M.: Informationsrückfluss aus Folgeprozessen der Konstruktion durch ein offenes und leichtgewichtiges Format, ergänzt durch ein Bewertungsmodell für Datenformate und Prozesse im PLM-Kontext, Dissertation, Lehrstuhl für Virtuelle Produktentwicklung TU Kaiserslautern, Kaiserslautern, 2017, ISBN 978-3-95974-040-1

[Si11] Siemens Product Lifecycle Management Software Inc.: Systems-driven product development, Plano/Texas (USA), 2011. https://www.plm.automation.siemens.com/en_sg/Images/Siemens-PLM-Systems-Driven-Product-Development-wp_tcm963-121850.pdf, Abgerufen 14.6.2017

Der Autor:
Matthias Roth, Solution Consultant, Siemens Industry Software GmbH, Hamburg

Dieser Beitrag ist im Tagungsband, der anlässlich der Konferenz „Go-3D 2017: Mit 3D Richtung Maritim 4.0“ erschien, erstveröffentlicht worden. Herausgeber: Lukas, U. von; Mahnke, E.-M.; Bauer, K.