

Smarte Produkte erfordern ein Umdenken bei Produktstrukturen und Prozessen

Digitalisierung, Integration,
Interdisziplinarität und Föderation

Abstract

Das Internet der Dinge und darauf basierende Forschungsinitiativen des BMBF (Industrie 4.0, Digitalisierung/internetbasierte Dienstleistungen) gehen in der Zukunft von vernetzten Produkten, Systemen und Dienstleistungen aus. Der wertmäßige Anteil an Elektronik und Software wird bei dieser Art von Produkten und eingebetteten Dienstleistungen kontinuierlich steigen. Kommunizieren Produkte miteinander, wird von Cyber-Physical Systems bzw. Cybertronischen Systemen gesprochen. Die Entwicklung dieser neuen Systeme wird mehrere Konsequenzen nach sich ziehen: interdisziplinäre und integrierte Produktentwicklung, ein Überdenken heutiger Konstruktionsmethoden, Prozesse, IT-Lösungen und Organisationsformen sowie die Forderung nach durchgängigen Prozessketten basierend auf digitalen Modellen in der Produktentwicklung, Produktionsplanung, Produktion und Service.

Autoren:

Prof. Dr. Martin Eigner, Lehrstuhl für Virtuelle Produktentwicklung, TU Kaiserslautern
Urban August, Siemens Industry Software GmbH
Matthias Schmich, Siemens Industry Software GmbH

Inhalt

1. Abstract.....	3
2. Ausgangssituation und neue Herausforderungen.....	3
3. Durchgängige Digitalisierung des Produkt- und Prozessmodells.....	5
4. Zukünftige Prozess- und IT-Architektur.....	6
5. Zusammenfassung.....	7
6. Literaturverzeichnis.....	8

1. Abstract

Das Internet der Dinge und darauf basierende Forschungsinitiativen des BMBF (Industrie 4.0, Digitalisierung/Internetbasierte Dienstleistungen) gehen in der Zukunft von vernetzten Produkten, Systemen und Dienstleistungen aus. Der wertmäßige Anteil an Elektronik und Software wird bei dieser Art von Produkten und eingebetteten Dienstleistungen kontinuierlich steigen. Kommunizieren Produkte miteinander, wird von Cyber-Physical Systems bzw. Cybertronischen Systemen¹ gesprochen. Die Entwicklung dieser neuen Systeme wird mehrere Konsequenzen nach sich ziehen: interdisziplinäre und integrierte Produktentwicklung, ein Überdenken heutiger Konstruktionsmethoden, Prozesse, IT-Lösungen und Organisationsformen sowie die Forderung nach durchgängigen Prozessketten basierend auf digitalen Modellen in der Produktentwicklung, Produktionsplanung, Produktion und Service. Weiterhin müssen Planungs- und Entwurfsmethoden aller Disziplinen – Mechanik, Elektronik und Software – auf den Prüfstand gestellt und ihre Tauglichkeit für ein neues Vorgehensmodell der Produkt- und Produktionsentwicklung überprüft werden, um diese in einen gemeinsamen, integrierten und interdisziplinären Methoden-, Prozess- und IT-Lösungsansatz zu überführen. Im Zentrum dieser Veränderungen in der Produkt- und Prozesswelt stehen die Produktstrukturen, sozusagen als Skelett eines durchgängigen digitalisierten Produktlebenszyklus (PLZ), die über den gesamten PLZ, über alle Disziplinen, über verteilte Standorte sowie über die gesamte Zulieferkette die Basis für ein digitales Produkt-, Produktions- und Prozessmodell darstellen. Die Digitalisierung bedeutet einen Transformationsprozess, der die klassischen Grenzen einer fragmentierten und konkurrierenden IT-Lösungswelt neu ordnet. Als durchgängiger Backbone wird eine Digital Enterprise Software Suite die Rolle der Daten- und Prozessintegration zwischen der Produkt- und Produktionsentwicklung, der Produktion/Fertigung und Montage sowie dem Service einnehmen. Das Ziel dabei ist der Aufbau von geschlossenen Prozessketten.

2. Ausgangssituation und neue Herausforderungen

Die letzten zehn Jahre sind durch einen stetigen Wandel der Wertschöpfungsanteile bei Industrie- und Konsumgütern gekennzeichnet. Software und Automatisierungstechnik ersetzen zunehmend bisher mechanisch realisierte Funktionen heutiger Produkte. Nach einer aktuellen Studie des VDMA sind zahlreiche Innovationen ohne verstärkten Einsatz von Technologien der Informations- und Automatisierungstechnik undenkbar.

Die daraus resultierende Interdisziplinarität erfordert es das Engineering über den gesamten Produktlebenszyklus, von der frühen Phase der Anforderungsaufnahme, Produktentwicklung, Produktionsplanung und Produktion, über den operativen Betrieb mit Service und Ersatzteilversorgung bis hin zum Recycling, über alle Disziplinen (Mechanik, Elektrik/Elektronik, Software und Service) und über Bereichsgrenzen eines Unternehmens hinweg organisatorisch und systemtechnisch zu unterstützen. Dabei wird die Vernetzung über die Bereichsgrenzen hinweg als horizontale Integration bezeichnet.

Kommunizieren Produkte miteinander, wird von Cyber-Physical Systems beziehungsweise Cybertronischen Systemen gesprochen. Ein anderer Begriff ist das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT). Darauf aufbauend werden häufig Dienstleistungen entwickelt (Internet of Services, IoS). Die zunehmende Integration von Informations- und Kommunikationstechnologien in die Produkte sowie die Verknüpfung mit Dienstleistungen bewirkt einen Paradigmenwechsel. Man spricht von Smart Engineering^[1] und meint damit neue Methoden, Prozesse und IT-Toolketten für den Produktentstehungsprozess (PEP).

Während die heutige Zusammenarbeit oft durch eine hierarchische Organisationsstruktur, basierend auf einzelnen Prozessen in verschiedenen isolierten Systemen aufbaut, bedarf die künftige Kollaboration ein Umdenken (siehe Abbildung 1).

Eine erfolgreiche Zusammenarbeit erfordert es Prozesse aufeinander abzustimmen und Silos zu beseitigen, indem eine übergreifende Enterprise Collaboration Plattform mit integrierten Workflows bereitgestellt wird.

Weiterhin führt eine disziplinübergreifende Produktentwicklung zwangsläufig zu zunehmender Globalisierung im Bereich der Wertschöpfungskette, sowohl innerhalb der Produkthersteller als auch über die Zulieferkette hinweg. Daraus resultieren komplexe, vernetzte Arbeitsorganisationen und Prozesse. Das bedeutet, dass sich die Produkt- und Produktionsdaten sowie die typischen Engineering-Prozesse über die gesamte Zulieferkette verteilen. Somit muss die Anforderung bereichsübergreifender Kommunikation und globaler Zusammenarbeit sowie die internetbasierte Einbindung von Kunden und Zulieferern durch eine Enterprise Collaboration Plattform mit geschlossenen Kreisläufen gewährleistet werden.

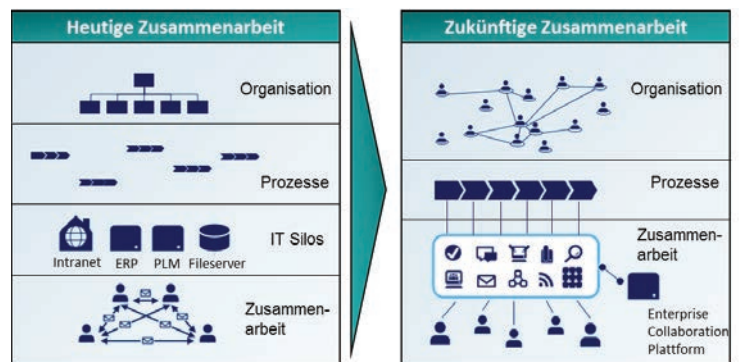


Abbildung 1: Zukünftige Zusammenarbeit nach [2]

¹ Cybertronische Systeme sind mehrere mechatronische Systeme, Produkte und/oder Komponenten, die miteinander kommunizieren, z.B. beim autonomen Parken, das Fahrzeug, das Smartphone und das Parkhaus.

Industrie 4.0 wurde von der deutschen Industrie gestartet und wird von der Bundesregierung unterstützt. Der Ausdruck steht synonym für die vierte industrielle Revolution und ist über einen Zeithorizont von mehr als zehn Jahren angelegt (siehe Abbildung 2).

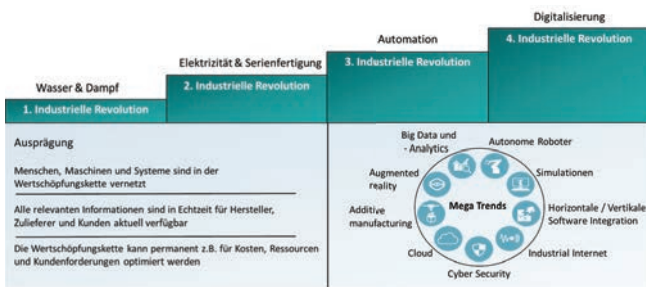


Abbildung 2: Industrie 4.0 – Das digitale Unternehmen. Quelle: [3]

Während der Schwerpunkt von Industrie 4.0 häufig in der Optimierung der Produktion gesehen wird, setzt diese Studie einen allgemeineren Ansatz – ähnlich dem Industrial Internet Consortium in den USA – voraus. Das bedeutet, dass

- die gesamte horizontale Wertschöpfungskette im Unternehmen beeinflusst wird.
- die vertikale Integration zu den Produktionssystemen große Bedeutung erhält – Integration des digitalen Produktentstehungsprozess zum digitalen Produktionsprozess.
- die Engineering-Prozesse durchgängig unterstützt werden und die digitalen Produktmodelle (digitales Modell und digitaler Zwilling) in allen Unternehmensbereichen integriert genutzt werden.

Im Kontext von Industrie 4.0 und der Digitalisierung muss ebenfalls die vertikale Integration berücksichtigt werden. Diese umfasst die Integration verschiedener IT-Systeme auf unterschiedlichen Hierarchieebenen innerhalb eines Unternehmens (beispielsweise die Actor- und Sensorebene, Steuerungsebene, Produktionsleitebene, Manufacturing and Execution-Ebene, Unternehmensplanungsebene). Diese Form der Integration wird in Kapitel 3 im Zusammenspiel von ERP, SysLM und MES näher beleuchtet.

Der Begriff System Lifecycle Management (SysLM) wird in der Diskussion einer übergreifenden PLM-Lösung verwendet [4, 5]. Daher wird im Folgenden für diese umfassende Lösungsbeschreibung der Begriff SysLM anstatt PLM verwendet.

Ein weiterer Trend stellen serviceorientierte Geschäftsmodelle dar, die durch das Internet der Dinge ermöglicht werden. Dabei muss die Funktionalität bereits während der Produktentwicklung berücksichtigt werden, weshalb der Service als vierte Disziplin, neben den bereits etablierten Domänen Mechanik, Elektronik und Software, betrachtet werden kann.

Wesentlich für die Entwicklung interdisziplinärer komplexer Produkte sind eine disziplinübergreifende Produktstruktur und eine sinnvolle Integration der verschiedenen Autoren-systeme entlang des Produktlebenszyklus. Darunter fallen insbesondere die frühe konzeptionelle Phase des Produktentstehungsprozesses (PEP), sowie die CAD- und Simula-

tions-Anwendungen (CAE) für die mechanische, elektrische/elektronische Konstruktion und für die Softwareentwicklung (CASE). Dabei ist besonders die Verschiedenheit der Entwicklungsprozesse von Mechanik, Elektronik, Software und Dienstleistung zu beachten.

Während die Hardware (Mechanik und Elektrik/Elektronik) auf der Produktstrukturebene weiterhin über hierarchische Strukturen beschrieben wird, gibt es in der Softwareentwicklung parallele Stränge (Trunks), Aufspaltungen (Branch) und Vereinigungen (Merge). Die Beschreibungen von Dienstleistungsmodellen und Prozessplänen in der Produktionsplanung weisen eine netzwerkartige Struktur auf. Eine Zusammenfassung der verschiedenartigen Produktstruktur erfolgt über ein interdisziplinäres digitales Modell (Siehe Abbildung 3).

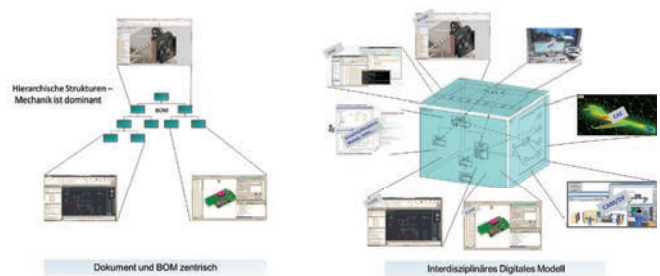


Abbildung 3: Von der dokumenten- und stücklistenorientierten zur modellbasierten digitalen Beschreibung nach [6]

Neben der Erweiterung der Strukturierungsmethoden durch das Miteinbeziehen aller Disziplinen ergibt sich eine weitere wesentliche Veränderung der Produktstrukturen durch die Abdeckung des gesamten Produktlebenszyklus. Abbildung 4 zeigt die typischen Ausprägungen von Produktstrukturen während des gesamten Produktlebenszyklus. So werden beispielsweise während der Planungsphase die Anforderungen an das Produkt definiert und strukturiert oder während der Entwicklungsphase die Konstruktionsstückliste (Engineering Bill of Materials – EBOM) generiert.

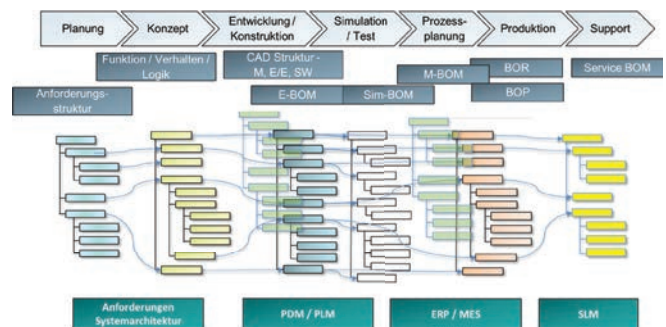


Abbildung 4: Ausprägung von Produktstrukturen über den gesamten Produktlebenszyklus

Die Darstellung zeigt auch die Vision einer über den Produktlebenszyklus durchgängigen Produktstruktur. In der industriellen Praxis jedoch liegt der erste Prozessbruch zwischen den isolierten Anforderungsstrukturen und den Konstruktionsstücklisten (E-BOM). Der zweite Bruch entsteht oftmals zwischen den Entwicklungs- und Fertigungsstücklisten (M-BOM).

² <http://www.iiconsortium.org/>

Auch etabliert sich aufgrund dienstleistungsorientierter Geschäftsmodelle eine weitere Anwendung: Service Lifecycle Management (SLM) mit einer entsprechenden Service BOM. Um den erwähnten Brüchen entgegen zu wirken bedarf es eines durchgängigen digitalen Produkt- und Prozessmodells, welches im nachfolgenden Kapitel thematisiert wird.

3. Durchgängige Digitalisierung des Produkt- und Prozessmodells

Die Digitalisierung, d. h. die vollständige Beschreibung eines Produktes in Form „digitaler Modelle“ und darauf aufbauende Engineering-Prozesse, beginnt bereits in der frühen konzeptionellen Phase und endet mit der Entsorgung des Produktes.

Bei der digitalen Modellierung unterscheidet man das auftragsneutrale Digitale Modell bzw. den Digital Master und den auftragspezifischen Digitalen Zwilling bzw. Digital Twin, der eine Instanz eines konkreten Produktes darstellt.

Diesen Zusammenhang soll Abbildung 5 verdeutlichen. Dabei wird vereinfachend angenommen, dass die virtuellen und realen Instanzen nicht über einen Serviceprozess nachgeführt werden.

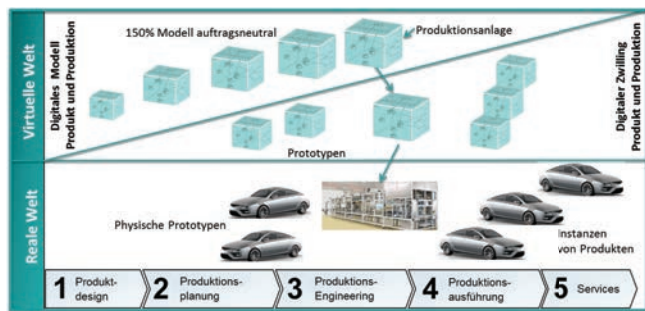


Abbildung 5: Zusammenhang Digitales Modell und Digitaler Zwilling [VPE]

Um das Variantenmanagement bereits zu einem frühen Zeitpunkt zu berücksichtigen wurde das System und Software Product Line Engineering, abgekürzt als Product Line Engineering (PLE), eingeführt. Es wird als das Engineering eines Portfolios von verschiedenen Programmen und darin variierenden Produkten definiert.

Variation kann verschieden interpretiert werden:

- Ableitung von Varianten auf der Basis von Optionen, z. B. 1027 Varianten eines deutschen Mittelklassewagens auf der Basis eines Optionskataloges.
- Aufbau von Plattformkonzepten, das bedeutet, dass auf Basis einer gemeinsamen Hardware oder Software Plattform verschiedene Applikationen aufsetzen.
- Modularität von Teilsystemen bzw. -komponenten, die in verschiedenen Applikationen wiederverwendet werden (Querbaukästen, Kommunalität). Zielsetzung ist eine hohe Wiederverwendung über Produkte, Programme und Portfolios.

Zielsetzung der Variabilität ist eine hohe Marktabdeckung (äußere Varianz) bei möglichst geringen betrieblichen Aufwendungen durch eine geringere innere Varianz zu erzielen. Hilfsmittel die innere Varianz niedrig zu halten sind zum Beispiel definierte Hardware und Software Schnittstellen

oder generell die Verlagerung der Varianz in die Software.

In der Hardwareentwicklung ist der Begriff noch relativ neu, aber die Varianten- und Baukastensystematiken sind bereits seit den 60er Jahren bekannte Methoden, die Produktentwicklung und die Produktion zu optimieren. Die Reduzierung der Entwicklungskosten und der Markteinführungszeit bei gleichzeitiger Erhöhung der Produktivität, der Produktskalerbarkeit sowie der Qualität ist dabei das erklärte Ziel. Der radikale Umdenkungsprozess entsteht einerseits dadurch, dass PLE für ein gesamtes mechatronisches oder cybertronisches Produkt angewandt wird – also auf alle Disziplinen parallel – und zum anderen durch die Verbindung und Integration mit einem modellbasierten Entwicklungsansatz. Abbildung 6 zeigt diesen Zusammenhang.

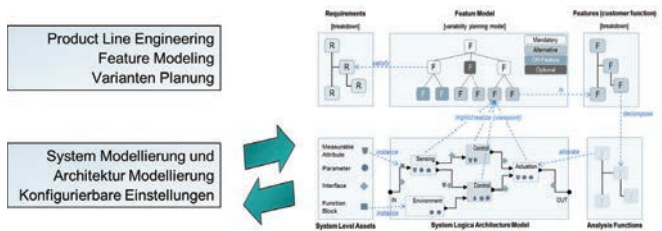


Abbildung 6: Zusammenspiel von Product Line Engineering (PLE) mit Systemmodellierung (MBSE)

Die Durchgängigkeit entlang des Lebenszyklus eines Produktsystems und über einzelnen Disziplinen hinweg gestattet die Vernetzung aller Entwicklungsergebnisse. Um eine Brücke zwischen den Anforderungen (A - Anforderung) und der detaillierten Konstruktion (P - Physikalisches Element) zu schlagen, verwendet man eine konzeptionelle Produktbeschreibung, die im Wesentlichen aus Funktion (F), Logik (L) und Verhalten besteht (siehe Abbildung 7).

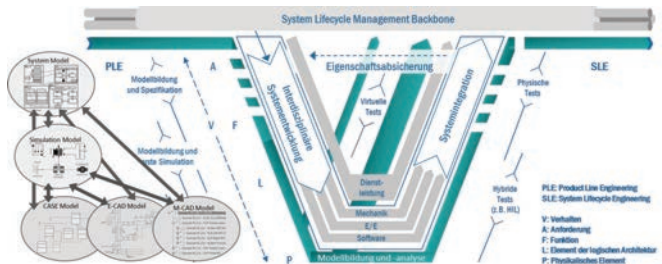


Abbildung 7: Erweitertes V-Modell für Model Based Systems Engineering mit einem SysLM-Backbone^[5]

Des Weiteren muss der Bruch zwischen der Entwicklungs-, Produktions- und Servicewelt konzeptionell angegangen werden. Die bisherigen zwei Systemwelten, die durch PLM³ und ERP geprägt waren, müssen in einem integrierten digitalen Produkt- und Prozessmodell zusammengeführt werden.

5 ³ Hier wurde absichtlich der Begriff PLM gewählt um zu verdeutlichen, dass frühere Systeme nicht die Funktionalität einer SysLM-Lösung besitzen.

Zur effizienten real-time Anbindung der Maschinen und Geräte durch das Manufacturing Execution System bedarf es einer vertikalen Integration. Im Unternehmen nehmen System Lifecycle Management (SysLM), Manufacturing Execution System (MES) und Enterprise Resource Planning (ERP) heutzutage oft ergänzende Rollen ein. Dabei stellen Materialstammdaten, Stücklisten, Arbeitspläne (BOP=Bill of Process), Ressourcen und Dokumente die Basis zur Umsetzung der unterschiedlichen Geschäftsprozesse genannter Systeme dar. Produkt und Produktionsdaten sind dabei auf einem gemeinsamen Datenmodell aufgebaut, um geschlossene Prozessketten aufzubauen.

Ferner spielt das MES zur Sicherstellung der Bauzustände eine entscheidende Rolle. Dabei ist es in die Geschäftsprozesse der Produktionsfeinplanung und -steuerung auf Basis von ERP-Aufträgen eingebunden. Produktdaten werden vom SysLM-System bereitgestellt (Abbildung 8).

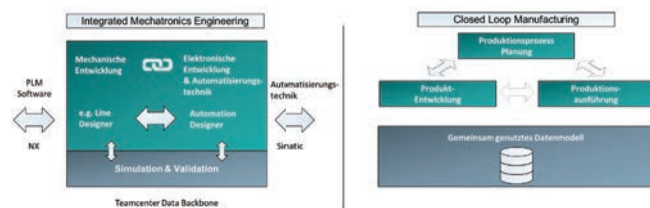


Abbildung 8: Zusammenspiel von Softwareintegration und Fertigung

Vor diesem Hintergrund wird klar, dass MES ein Bestandteil wesentlicher Unternehmensprozesse ist und in diese integriert werden muss. Zukünftig wird es eine Integration über die verschiedenen Funktionsebenen (SysLM, MES und ERP) mit den Bereichen Produktion, Instandhaltung, Qualität und Bestandsführung geben. In diesem Kontext erhält das ERP-System die Rolle eines ausführenden Systems.

Um auch während der Betriebsphase von der Digitalisierung zu profitieren bietet es sich an den Bereich der Dienstleistungen ebenfalls durch eine SysLM-Lösung abzubilden. Moderne Ansätze von internetbasierten Dienstleistungen, die auf kommunizierenden Produkten aufbauen, haben ihren Ursprung häufig in einer Massendatenauswertung (Big Data Analytics) während der Produktions- und Betriebsphase. Der Entwurf und die Ausführung dieser neuen dienstleistungsorientierten Geschäftsmodelle werden als Service Lifecycle Engineering (SLE) bezeichnet. Das bedeutet einerseits eine Erweiterung des digitalen Modells in den Servicebereich und somit auch eine Erweiterung der herkömmlichen SysLM-Lösungen.

4. Zukünftige Prozess- und IT-Architektur

Ein interdisziplinärer, integrierter und föderierter PEP, der die Entwicklung Industrie 4.0 geeigneter Produktstrukturen unterstützt, basiert auf einer Vielzahl von Autorenssystemen über die verschiedenen Phasen des Produktlebenszyklus hinweg. Weiterhin muss dieser Prozess die verschiedenen Disziplinen, sowie die unterschiedlichen Standorte und Zulieferer miteinbeziehen. Diese müssen durch eine geeignete Architektur, welche über eine oder je nach Komplexität über zwei Hierachiestufen verfügt, in einen gemeinsamen Produkt- und Prozessbackbone eingebunden werden. Gekennzeichnet sind diese Konzepte durch die vier nachfolgenden Ebenen, die im Rahmen einer VDA-Arbeitsgruppe festgelegt wurden:

- Autoren Systeme (RM, SysML (Systems Modelling Language), MCAD, ECAD, CASE, CAP, CAM, Digital Factory, Office sowie Berechnungs- und Simulationssysteme).
- Team Data Management (TDM), eine Verwaltungsebene, die autorensystemnahe Informationen verwaltet und die direkt den Autorensystemen zugeordnet sind. Diese Ebene verwaltet in der Regel die nativen Formate der Autorensysteme. Sind die Autorensysteme einfach strukturiert, kann diese Ebene auch entfallen und man spricht von einer Direktkopplung. Der Trend geht heute in die Richtung, dass Autorensysteme bereits auf eigenen Datenbanken aufbauen und damit die Ebenen zwischen Autorensystem und TDM verschmelzen.
- Engineering Backbone, die zentrale Ebene des Produktlebenszyklus, die die interdisziplinäre Produktstruktur mit allen zugehörigen Dokumenten – in der Regel in neutralen Formaten – enthält. Darauf baut das Engineering-orientierte Freigabe-, Änderungs- und Konfigurationsmanagement auf. Diese Ebene wird durch PLM- und SysLM-Systeme umgesetzt.
- ERP Backbone, der bei einer globalen Verteilung meist aus mehreren lokalen Instanzen und häufig verschieden angepassten ERP-Systemen besteht. Auf dieser Ebene wird heute der logistische und produktionstechnische Teil des Änderungs- und Konfigurationsmanagements umgesetzt.

Abbildung 9 stellt diesen fragmentierten Ansatz einer heutigen IT-Architektur dar. Dabei wurde berücksichtigt, dass sich in den letzten Jahren eine IT-Lösungskombination ergeben hat. Die typischen CASE Tool Anbieter haben Ihre Lösungen um Requirements Management (RM) und Model Based Systems Engineering (MBSE) Werkzeuge ergänzt und nennen das Application Lifecycle Management (ALM). ALM ist dann entweder auf der TDM-Ebene oder auf der Backbone-Ebene umgesetzt. Weitaus häufiger ist jedoch, dass diese drei Funktionen in den Unternehmen historisch nach der Methode „best in breed“ ausgewählt wurden. Identisch ist die Positionierung von Service Lifecycle Management (SLM) in der späten Lebenszyklusphase eines Produkts.

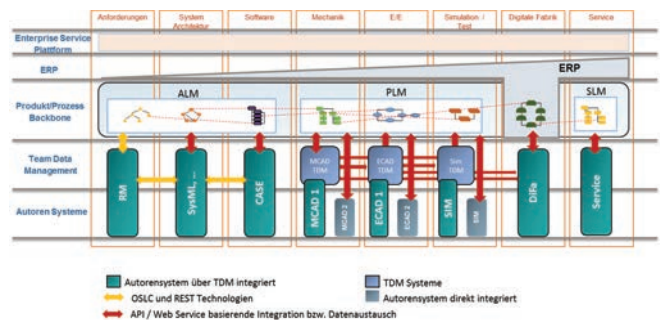


Abbildung 9: Architektur, ALM, SLM und PLM bilden gemeinsam mit ERP einen fragmentierten Backbone.

Die TDM-Ebene dient dabei als Zwischenschicht für die Vielzahl zu integrierender Autorensysteme, die die Autorensystem-nahen Informationen verwaltet, z.B. die nativen Anforderungsmanagement, SysML, CAD- und CAE-Files. Nur die für die Engineering-Prozesse absolut notwendigen Produktdaten erreichen so den Engineering-Backbone.

Die Visualisierung auf dieser Ebene arbeitet mit neutralen Formaten wie TIFF, JT und PDF. Die Enterprise Service Plattform verwaltet die Feedback-Daten vom operativen Betrieb und/oder referenziert die Konfigurationen der Digitalen Zwillinge.

Das Hauptproblem dieser auf Backbone-Ebene fragmentierten Architektur liegt in der Abstimmung von Informationen und Prozessen zwischen der durch ALM/SysLM bestimmten Design Chain und der durch ERP bestimmten Supply Chain. Hinzu kommt, dass ERP-Systeme nicht die erforderlichen flexiblen Gestaltungsmöglichkeiten zur firmenspezifischen Adaption sowohl des Produkt- als auch des Prozessmodells besitzen und somit eine gemeinsame Prozessgestaltung häufig auf dem kleinsten gemeinsamen Nenner anstatt auf dem Optimum basiert.

Als eine Alternative bietet sich eine eher evolutionäre Lösung durch Auslagern der übergreifenden Prozesse in ein übergeordnetes System an, z. B. auf der Basis eines Unternehmensserver mit einem eingebetteten modellbasierten Repository (Abbildung 10). Das Repository – hier mittels Active Workspace umgesetzt – ist eine föderierte Oberfläche und enthält eine Verlinkung aller theoretisch von einer Freigabe oder Änderung betroffenen Elemente (Configured Items). Im konkreten Änderungsfalle werden dem Anwender die möglichen betroffenen Elemente aus verschiedenen Systemen rollenbasierend angezeigt und interaktiv ausgewählt.

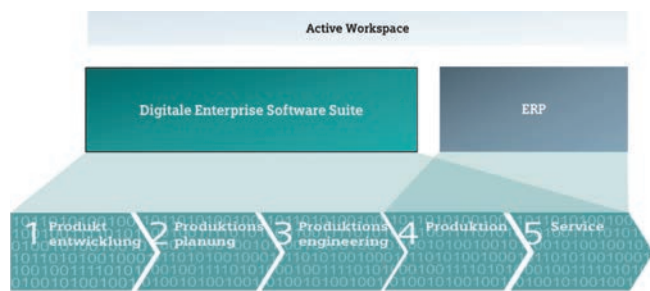


Abbildung 10: Modellbasiertes Repository mit rollenbasierender Anwendung und Bereitstellung von Informationen aus verschiedenen Datenquellen (hier umgesetzt mittels Active Workspace).

Um eine übergreifende SysLM-Lösung bereitzustellen, muss auch die Architektur heutiger IT-Landschaften angepasst werden. Eine eher revolutionäre Lösung wäre, alle Anwendungsbereiche – ALM, die Produktionsplanung mit den Produktionsressourcen und den Service – in den SysLM Backbone zu integrieren. Das setzt eine leistungsfähige Einbindung von digitalen Fabrikssystemen und MES voraus. ERP würde in diesem Szenario die Rolle eines ausführenden Systems übernehmen. Damit wäre eine Umsetzung aller Engineering Prozesse auf einer gemeinsamen Ebene möglich. Abbildung 11 zeigt einen für alle Anwendungsbereiche entlang des PLZ gemeinsamen SysLM-Backbone. Die Autorensysteme sind entweder direkt oder mit einer TDM-Lösung integriert. Es ist ein wesentliches Architekturprinzip, dass der Backbone nur die wirklich relevanten Daten enthält. Die ALM und SLM Administrationsfunktionen sind im SysLM Backbone realisiert. Die Funktionen der Supply Chain werden durch ein leistungsfähiges MES-System in Verbindung mit der Digitalen Fabrik und dem ERP-System umgesetzt. Letzteres stellt in diesem Kontext ein reines Exekutions-System dar.

Das Problem eines durchgängigen Engineering-Backbones ist seine monolithische Struktur. Hier ergeben sich durch Web-Technologien neue Perspektiven. Mehr als ein Jahrzehnt nach seiner Einführung ist Representational State Transfer (REST) eine der wichtigsten Technologien für Web-Anwendungen. Seine Bedeutung wird weiter wachsen, zumal REST die Grundlage eines sich schnell entwickelnden Standards ist: OSLC (Open Service for Lifecycle Collaboration). Fast jede Entwicklungssprache enthält heute Frameworks um RESTful Web-Services zu entwickeln. Entsprechend kann die Backbone Lösung aus Abbildung 11 einen zukünftigen Kompromiss von persistenten Daten und über OSLC/REST verlinkten Daten im Backbone darstellen.

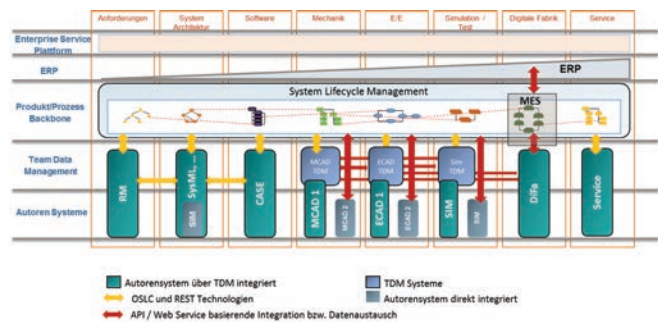


Abbildung 11: Durchgängige Backbone-Lösung für System Lifecycle Management

5. Zusammenfassung

Intelligent vernetzte, kommunizierende Produktsysteme in ihrer vielfältigen Form stehen erst am Anfang unzähliger Innovationen. Treiber ist die Kombination der Möglichkeiten und fundamentalen Kräfte der Digitalisierung sowie der Kommunikationsfähigkeit von Komponenten und Systemen. Das Produktsystem steht künftig im Mittelpunkt, und damit auch das Wissen über den gesamten Lebenszyklus eines Produktsystems. Um dies ganzheitlich über den Lebenszyklus zu ‚managen‘, bedarf es zum einen der interdisziplinären Beschreibung anhand eines integrierten Systemmodells, beginnend in den frühen Lebenszyklusphasen, bis zum Recycling. Zum anderen braucht es eine Datenerfassung über alle Lebenszyklusphasen hinweg. Die Ausgestaltungen von Industrie 4.0 schaffen hierzu die notwendigen technologischen Voraussetzungen. System Lifecycle Management (SysLM) gilt dabei als Schlüsselkonzept für einen Engineering Backbone, der die interdisziplinäre, integrierte und föderierte Beschreibung und Verwaltung einer Produkt- und Systemstruktur als Teil des Digitalen Modells ermöglicht. Die Entwicklungen in diesem Bereich werden sowohl im wissenschaftlichen als auch im praktischen Umfeld mit rasanter Geschwindigkeit weiter voran schreiten. Welche Entwicklungstrends sich in Zukunft durchsetzen und auf breite Akzeptanz bei den Anwendern stoßen werden, wird sich in den nächsten Jahren herausstellen.

Wir müssen diese einmalige Chance nutzen, lassen Sie uns Um- und Querdenken, lassen Sie uns Barrieren einreißen und lassen Sie uns damit jetzt anfangen.

6. Literaturverzeichnis

- [1] Anderl, R.; Eigner, M.; Sendler, U.; Stark, R. (Hrsg.): Smart Engineering – Interdisziplinäre Produktentstehung, acatech DISKUSSION, 1. Aufl., Springer Vieweg Verlag, Berlin, Heidelberg, 2012.
- [2] Swisscom - <http://ict.swisscom.ch/wp-content/uploads/2013/03/MCC.png>, abgerufen am 17.10.2016
- [3] Rüßmann, M.; Lorenz, M., Gerbert P. et al.: Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. The Boston Consulting Group, 2015
- [4] Sendler, U. (Hrsg.): Industrie 4.0 – Beherrschung der industriellen Komplexität mit PLM. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2013, S. 1-20.
- [5] Eigner, M.; Faißt, K.-G.; Apostolov, H.; Schäfer, P.: "Kurzer Begriff und Nutzen des System Lifecycle Management – im Kontext von Industrie 4.0 mit Industrie 4.0 und Internet der Dinge und Dienste", in: "ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb", Jhrg. 110, HeftNr. 7-8, Carl Hanser Verlag, München 2015, S. 475-478. - ISSN: 0947-0085.
- [6] Pfenning, M.; Muggeo, C.: „Die Rolle von MBSE und PLM im Industrie 4.0“, in: Schulze, S.; Muggeo, C. (Hrsg.): Tag des Systems Engineering, Hanser Verlag, München 2015, S. 279-287. – ISBN: 978-3-446-44729-5

Über Siemens PLM Software

Siemens PLM Software, eine Business Unit der Siemens Digital Factory Division, ist ein führender, weltweit tätiger Anbieter von Software, Systemen und Dienstleistungen für das Product Lifecycle Management (PLM) und das Management von Produktionsvorgängen (MOM) mit über 15 Millionen lizenzierten Anwendern und mehr als 140.000 Kunden in aller Welt. Siemens PLM Software mit Hauptsitz in Plano, Texas, stellt in enger Zusammenarbeit mit seinen Kunden Industriesoftware-Lösungen bereit. Sie unterstützen Firmen weltweit dabei, entscheidende Innovationen in die Realität umzusetzen und so einen nachhaltigen Wettbewerbsvorteil zu erzielen. Weitere Informationen über die Produkte und Leistungen von Siemens PLM Software unter www.siemens.com/plm.

Siemens Industry Software GmbH
Franz-Geuer-Str. 10
50823 Köln
+49 221 20802-0

Österreich
Siemens Industry Software GmbH
Wolfgang-Pauli-Strasse 2
4020 Linz
+43 732 377550

Schweiz
Siemens Industry Software AG
Freilagerstrasse 40
CH-8047 Zürich
+41 44 755 72 720

© 2016 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc., Siemens und das Siemens-Logo sind eingetragene Marken der Siemens AG. D-Cubed, Femap, Fibersim, Geolus, GO PLM, I-deas, JT, NX, Parasolid, Solid Edge, Synchrofit, Teamcenter und Tecnomatix sind Marken oder eingetragene Marken der Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. oder ihrer Niederlassungen in den USA und in anderen Ländern. Alle anderen Logos, Marken, eingetragenen Marken oder Dienstleistungsmarken sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.

60921-A9 12/16 DE