

# WiGeP-Positionspapier: „Smart Engineering“

Im Kontext von Industrie 4.0 werden sich Produkte und damit einhergehend auch das Engineering dieser Produkte radikal verändern.

Seit mehreren Jahren befasst sich die WiGeP im Rahmen verschiedener Workshops, Studien und Forschungsaktivitäten mit den Veränderungen des Engineerings im Kontext von Industrie 4.0. Das vorliegende Positionspapier fasst die wichtigsten Erwartungen und Thesen zusammen.

Im Mittelpunkt der vierten industriellen Revolution (Industrie 4.0), getrieben durch das Internet der Daten, Menschen, Services und Dinge („Internet of Everything“), stehen Smart Products und Services. Die Basis dafür bilden intelligente, kommunikationsfähige, mechatronische Produkte, sogenannte „Cyber Physical Systems“. Smart Products sind „Cyber Physical Systems“, die durch intelligente, Internet-basierte Dienste, sogenannte Smart Services, ergänzt werden. Durch die enge Kopplung von Produkten und Services in der Industrie 4.0, kann man in diesem Zusammenhang verstärkt von Smart Product Service Systems sprechen. Es ist zu erwarten, dass fast alle industriellen Produkte eine Wandlung in Richtung Smart Products erfahren werden. Dies gilt für Produkte im Konsumentenbereich (zum Beispiel intelligente Waschmaschinen, die automatisch Waschmittel nachbestellen), Fahrzeuge

(die den zusätzlichen Anforderungen zukunftsorientierter autonomer Mobilität gerecht werden) und Produktsysteme (zum Beispiel autonome landwirtschaftliche Maschinen, die untereinander und mit Plattformen gekoppelt sind) sowie für industriesektorenübergreifende Systeme (Systems of Systems, beispielsweise Smart Home, Smart City oder Smart Factory). Zu den wichtigsten Charakteristika solcher zukünftigen industriellen Produkte gehören:

- eingebettete Intelligenz
- hohe Konnektivität
- hohe Benutzerfreundlichkeit
- ein hoher Grad von Personalisierbarkeit
- Rekonfigurierbarkeit entlang des Lebenszyklus
- neue Geschäftsmodelle (Verfügbarkeitsgarantien, Predictive Maintenance)
- Integration in Product Service- und Ökosysteme
- eine zunehmend wichtige Rolle von Software

Die Hardware ist und bleibt zentraler Umsatzträger und Erfolgsfaktor von Maschinenbauunternehmen. Allerdings haben mechatronische Hightech-Produkte ein so hohes Qualitätsniveau erreicht, dass die Kunden kaum Unterschiede zwischen technologieführenden Produkten wahrnehmen können. Dabei kann Software die Funktionalität oft ausschlaggebend beeinflussen, wie beispielsweise bei Getrieben in der Antriebstechnik. Durch Smart Engineering werden physische Strukturen und Software zu einem Ganzen integriert, aus dem ein signifikanter Mehrwert entsteht.

Engineering-Prozesse solcher Smart Products und Services, die die technische Planung, Definition, Entwicklung, Dokumentation und Simulation entlang der gesamten Produkt- und Service-Lebenszyklen beinhalten, sind demnach neben Smart Products und Services als

ein wesentlicher Bestandteil von Industrie 4.0 zu betrachten. Um solche Produkte und Services erfolgreich zu entwickeln und anzubieten, muss eine Vielzahl neuer Engineering-Lösungen entwickelt werden, die von den aktuellsten Innovationen der Informations- und Kommunikationstechnologien Gebrauch machen (Smart Engineering). Smart Engineering im Kontext von Smart Products und Services berücksichtigt über die Prozesse hinaus auch Methoden, Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)-Werkzeuge, Organisationsstrukturen und benötigte Kompetenzen (siehe Bild 1).

Zahlreiche Initiativen der acatech (vgl. acatech DISKUSSION „Smart Engineering“ 2012 [1] oder die acatech STUDIE „Engineering im Umfeld von Industrie 4.0: Einschätzungen und Handlungsbedarf“ 2016 [2]) sowie die Gründung der Forschungsvereinigung „Smart Engineering“ [3] beschäftigen sich mit dieser Thematik und unterstreichen die hohe Bedeutung des Engineerings von Smart Products und Services für den Wirtschaftsstandort Deutschland. Im Folgenden werden zu erwartende Veränderungen in diesem Kontext kurz erläutert:

## SMART ENGINEERING-PROZESSE

Die Engineering-Prozesse werden sich im Kontext von Smart Engineering radikal verändern, denn verschiedene Stakeholder werden von Beginn an in die flexiblen und in Echtzeit definierten Prozesse einbezogen. Außerdem werden zahlreiche Aktivitäten verstärkt in cloud-basierte Ökosysteme verlagert. Feedback-Informationen, die während der Produktnutzungsphase entstehen, werden zunehmend wichtiger und stärker für die Entscheidungsfindung in Engineering-Prozessen herangezogen. Außerdem werden künftige Engineering-Prozesse stärker mit betriebswirtschaftlichen sowie mit Materialflussprozessen synchronisiert.

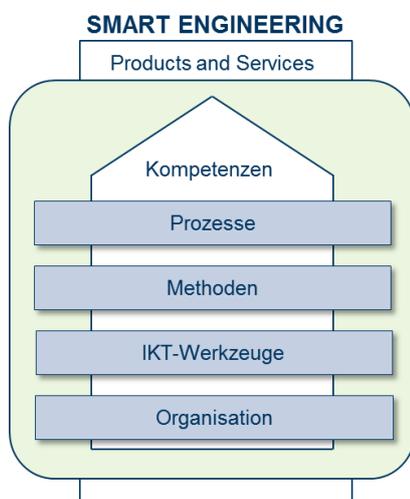


Bild 1: Komponenten des Smart Engineering



## SMART ENGINEERING-METHODEN

Eine starke Veränderung ist auch bei den Methoden im Smart Engineering zu erwarten. Agile Methoden aus der Softwareentwicklung werden zunehmend auch für die Entwicklung von mechanischen Bauteilen adaptiert. Die größte Herausforderung bei der Adaption der agilen Methoden aus der Softwareentwicklung ist der enorme Unterschied in der Validierung der Lösungen. Hier sind oft sehr umfangreiche und zeitaufwendige Simulationen und Versuche notwendig, die im Kontext agiler Ansätze völlig neu erforscht werden müssen. Auch Model-Based Systems Engineering-Methoden müssen erweitert und in die Prozesse integriert werden. Dabei ist zu beachten, dass die Benutzerfreundlichkeit aller Methoden im Vordergrund steht, damit eine Akzeptanz der Anwender gewährleistet ist. Außerdem ist die Nutzung von Feedback-Informationen aus der Produktentwicklung nachgelagerten Lebenszyklusphasen (z.B. aus Sensordaten) im Rahmen des Smart Engineerings ein integraler Bestandteil der Methoden. Dazu ist eine Erweiterung der Product Lifecycle Management (PLM)- und Application Lifecycle Management (ALM)-Ansätze um neue Formen des Zugangs zum Internet of Things (IoT) notwendig. Die daraus entstehende enorme Menge und Vielfalt an Daten wird über Smart Data Analysen aggregiert, ausgewertet und den Mitarbeitern zur Verbesserung ihrer Aufgaben bereitgestellt.

## SMART ENGINEERING-IKT-WERKZEUGE

Einhergehend mit den Methoden werden sich konsequenterweise auch die Engineering-IKT-Werkzeuge stark verändern. Serviceorientierte Architekturen (SOA), flexible Daten- und Prozessmodelle, Angriffssicherheit und Benutzerfreundlichkeit zur Ermöglichung einer modularen Anwendung und individuellen Erweiterungen sind zu erwartende Hauptcharakteristika zukünftiger Engineering-IKT-Infrastrukturen. Gut abgesicherte Teilmodelle werden (zum Beispiel in Form von Apps) verfügbar sein, mit denen ganz konkrete Fragestellungen zuverlässig beantwortet werden können.

Darüber hinaus ist eine stärkere Integration von betriebswirtschaftlichen und Engineering-Lösungen zu erwarten. Neue Engineering-Werkzeuge und Integrationsplattformen werden entwickelt, die sich Big Data-Analytics und neue Visualisierungstechniken zu Nutzen machen. Ein Beispiel dabei ist Software für die Auswertung von Sensordaten aus Prüfständen, Produktionsanlagen bzw. aus der Produktnutzungsphase. Zusätzlich werden künftige Engineering-IKT-Werkzeuge das Management von digitalen Zwillingen ermöglichen.

## SMART ENGINEERING-ORGANISATIONSSTRUKTUREN

Smart Engineering wird starke Veränderungen bestehender Organisationsstrukturen zur Folge haben. Dies wird zunehmend in den Führungsetagen der Unternehmen erkannt. Neue Positionen, wie beispielsweise ein Chief Digitalization Officer (CDO) werden in Großunternehmen bereits jetzt verstärkt etabliert. Flachere Hierarchien sind zu erwarten. Auf den operativen Ebenen wird zum Beispiel eine engere Kooperation zwischen IT- und Mechanik-Entwicklungsabteilungen ausgebaut. Neue IT-bezogene Abteilungen mit Fokus auf unter anderem Analytics, Benutzungsoberflächen (UI)-Design oder App-Entwicklung werden vermehrt entstehen. Außerdem werden Kunden und Partner viel stärker in die frühen Phasen der Produktentwicklung integriert.

## SMART ENGINEERING-KOMPETENZEN

Produktentwickler werden vielfältiges neues Wissen insbesondere in allen zuvor genannten Bereichen (Prozesse, Methoden, IKT-Werkzeuge und Organisationsstrukturen) benötigen. Neben einer soliden Maschinenbau-Grundausbildung wird die Vermittlung der Schnittstellen-Kompetenz zur Informatik zunehmend wichtig [4]. Beispielsweise das Wissen um die Anwendung von Data Analytics für die Auswertung und Nutzung der enormen Menge an anfallenden Daten ist zusätzlich neu zu entwickeln, zu qualifizieren und zu lehren. Es ist wichtig, dass die universitären Curricula bei der Vermittlung der Inhalte praxisnahe Projekte einbeziehen, um die

Studierenden für konkrete Probleme der Industrie zu sensibilisieren und gleichzeitig einen Wissenstransfer in die Praxis zu ermöglichen. Eine lebenslange berufliche Weiterbildung wird bei der aktuellen Geschwindigkeit des digitalen Wandels unumgänglich werden.

## ZUSAMMENFASSUNG

Smart Engineering eröffnet eine neue Ära der Innovation mit enormen Potenzialen für industrielle Unternehmen. Den Transformationsprozess zu bewältigen, ist eine große Herausforderung für Unternehmen. Um für die Zukunft gerüstet zu sein, müssen die Unternehmen ihre eigene Strategie hinsichtlich Smart Engineering entwickeln. Neben evolutionären Verbesserungen werden jedoch radikale Veränderungen in Form von risikobehafteten Experimenten in den Roadmaps der Unternehmen an Bedeutung gewinnen, um erfolgreich Smart Products und Services entwickeln und anbieten zu können. Aus der Vielzahl an Kombinationsmöglichkeiten dieser Strategien ergibt sich ein enormer Handlungsbedarf bei der Entscheidungsunterstützung der Unternehmen sowie bei universitären Forschungs- und Ausbildungsinitiativen. Die Entwicklung neuer Lösungen, Methoden, IKT-Werkzeuge und Kompetenzen für ein Smart Engineering künftiger Smart Products und Services wird in Zukunft eine zentrale Aufgabe in der Forschung sein. Die Wissenschaftliche Gesellschaft für Produktentwicklung (WiGeP) wird hierbei eine zentrale Rolle spielen.

Literatur:

- [1] [Anderl, R./Eigner, M./Sandler, U./Stark, R. \(Hrsg.\): Smart Engineering: Interdisziplinäre Produktentstehung \(acatech DISKUSSION\), Berlin: Springer Berlin Heidelberg 2012](#)
- [2] [Abramovici, M./Herzog, O. \(Hrsg.\): Engineering im Umfeld von Industrie 4.0: Einschätzungen und Handlungsbedarf \(acatech STUDIE\), München: Herbert Utz Verlag 2016](#)
- [3] [Abramovici, M./Göbel, J.C.: Gründung der Forschungsvereinigung „Smart Engineering“, In: WiGeP Newsletter 1/2016, p.13, ISSN 1613-5504](#)



[\[4\] Binz, H: Universitäre Lehre in der Produktentwicklung – Leitfaden der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktentwicklung. In: Konstruktion 6/2014, pp. 74-79 ISSN 0373-3300](#)

Ansprechpartner:  
Prof. Dr.-Ing. Michael Abramovici