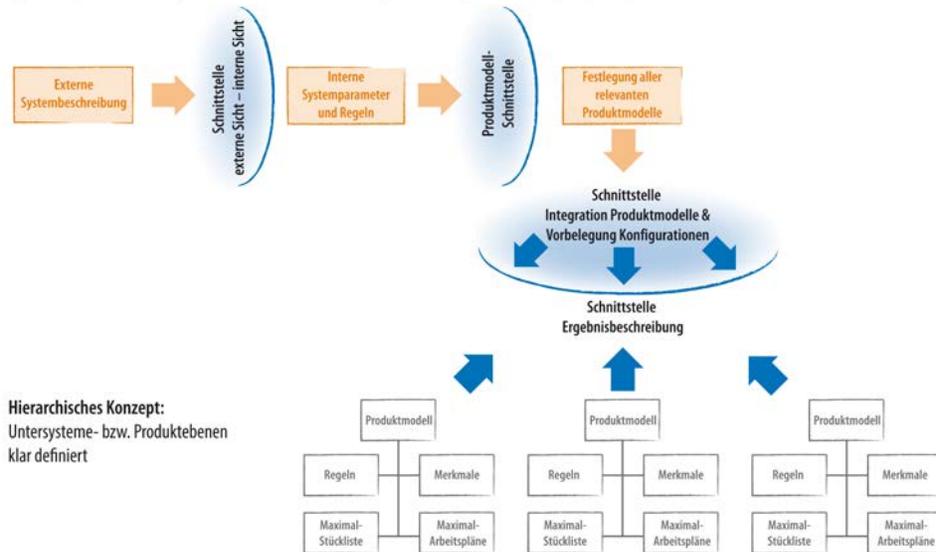


## Model based systems engineering

Funktionales Konzept:  
Input – Output-Orientierung

Ableitung und ggf. Transformation  
zur vollständigen Abbildung der notwendigen Systemparameter



## Mit Referenzmodellen und Variantenmodellierung

# Komplexe Systeme zügig entwickeln

Der Markt fordert in vielen Bereichen aktuelle Produkte mit hohem Bedienkomfort, in hoher Qualität zu einem möglichst niedrigen Preis. Durch die Digitalisierung wird der Anteil der zu berücksichtigenden Software und Elektro-Komponenten gesteigert. Die Verbindung von MCAD und ECAD wird dadurch immer wichtiger. Die Komplexität steigt. Was tun?

Die Produktkomplexität steigt und die Produktlebenszyklen sinken. Der Planungshorizont soll den gesamten Produktlebenszyklus abdecken. Die geringeren Produktlebenszeiten verkürzen jedoch die Zeit für den Return-of-Invest erheblich. Traditionelle Entwicklungsprozesse basieren noch oft auf den Erfahrungen und Prinzipien der sequentiellen Planungsstufen. Teilweise wurde die Marktforderung nach schnelleren Produktzyklen durch anteilige Parallelisierung erreicht. Der Zeitdruck und die hohen Anforderungen sind mit den rein kaskadierenden Planungsprinzipien oft nur schwer abzudecken. Auch agile Verfahren (Requirements-Implementation-Tests) mit iterativen Prozessen reichen oft nicht aus, um gesteckte Ziele zu erreichen.

## Modellbasierte Systementwicklung

Zusätzlich sind mit der modellbasierten Systementwicklung (MBSE) strukturierte Ansätze für die Produktmodellierung vorhanden. Sie sollen den Umgang mit komplexen Systemen und deren Zusammenhängen erleichtern. Doch der Einsatz ist oft als akademisch verschrien und nicht allzu weit verbreitet. Es bietet sich bei der Entwicklung von vielen komplexen Produkten die Konzeption einer regelbasierten Produktsystem-Plattform mit einer Systemebene und konfigurierbaren Produktmodell-Ebenen darunter an. Die Abbildung über ein Referenzmodell ist dafür sinnvoll, um die Schnittstellen zu den einzelnen

Produktmodellen standardisiert und damit nur einmal abbilden zu müssen. Zusätzlich kann über die Trennung zwischen 'externem System', welches die Kundensicht beschreibt, und dem internen System eine weitere Hierarchiestufe vorgesehen werden. Diese ermöglicht es, externe Parameter wie Energieeffizienzklassen in einen oder mehrere interne Parameter wie Anbautechniken zu übernehmen und zu transformieren.

## Beispiel für ein Referenzmodell

Bei der Entwicklung eines Referenzmodelles müssen Rahmen und Ziele berücksichtigt werden. Die Darstellung auf der gegenüberliegenden Seite gibt Anhaltspunkte zu einigen Details:

- Systemlevel: Unterscheidung in internes und externes System samt Parameter-Transformation
- Produktmodell-Level: Die standardisierte Maximal-Auswahl der zu berücksichtigen Produktmodelle
- Konfigurations-Level: Die standardisierte Schnittstelle, um untergeordnete Produktkonfiguratoren anzusprechen und die Rückgabeparameter aus den Produktkonfiguratoren zu standardisieren.

## Von der Theorie zur Praxis

Spezialanwendungen können Werkzeuge bereit stellen, um einmal entwickelte Referenzmodelle im Arbeitsalltag der Ingenieure zu verankern. Dabei hilft es, die Beschreibungen in Produktkonfiguratoren und CAD-Generatoren nahtlos weiternutzen zu können. Zudem sollten sich die Arbeitshilfen visualisieren lassen, damit Zusammenhänge über Listen und Datenbanken hinaus leicht erkannt werden. Stellen Unternehmen die Subsysteme als eigenständige Produktmodelle dar, können sie später auch auf Basis des Fertigungsmodelles Configure-to-Order (CTO) gefertigt werden. Die schrittweise Weiterentwicklung kann im

weiteren Ausbau immer häufiger die komplette Neu-Entwicklung ablösen. So können neue Produkte auf Basis des Variantenbaukastens entstehen. Diese Art der Variantenkonfiguration ist für komplexe Produkte sowohl in der Produktentwicklung als auch der Fertigung nach Produktionsstart oft der bestmögliche Ansatz. Weitere Beschleuniger für das Engineering ist der Griff zu Verfahren der generativen Fertigung und agilem Projektmanagement. Der Configure to Order-Ansatz lässt sich auch auf der technischen CAD-Ebene abbilden. So können CAD-Modelle für das System oder die Anlage automatisch generiert und über einen 3D-Druck bereitgestellt werden. Bei der Produktentwicklung sollte der Fokus darauf liegen, die beschreibenden Regeln und Parameter zu spezifizieren. Auf Basis von 'Test-Ausprägungen' können so Beispiel-Modelle automatisch generiert und genutzt werden. Voraussetzung dafür ist ein entsprechender Konfigurator mit durchgängiger CAD-Autorensystem-Schnittstelle oder eigenem CAD-Generator. Vieles spricht dafür, bei der Produktentwicklung von Anfang an auf Produktkonfiguratoren und CAD-Generatoren zu setzen. Zumal die nachträgliche Einführung oft kosten- und zeitintensiv ist.

## Neue Möglichkeiten nutzen

Der Druck auf die Entwicklungszeiten und die Komplexität der Produkte dürften weiter zunehmen. Früher oder später sind Unternehmen gezwungen, ihre Entwicklungsprozesse grundsätzlich auf den Prüfstand zu stellen. Mit der Digitalisierung bieten sich jedoch zahlreiche neue Möglichkeiten für Tooling und Automatisierung. Ohne die Basis-Arbeit, also die Entwicklung von zentralen Referenzmodellen, bleiben solche Ansätze jedoch oft nutzlos. In der konzeptionellen Vorarbeit auf Basis der modellbasierten Systementwicklung liegt ein Schlüssel zum Erfolg. ■

[www.it-motive.de](http://www.it-motive.de)

### Autor

Christoph Tim Klose gehört zum Vorstand bei der IT-Motive AG.

